

Univerzita Palackého v Olomouci

Filozofická fakulta

Katedra psychologie



**MENTÁLNÍ MODELY A JEJICH VYUŽITÍ
PRO ZEFEKTIVNĚNÍ UČENÍ**

Magisterská diplomová práce

Autor: Mgr. et Bc. Olga Kopalová

Vedoucí práce: prof. PhDr. Alena Plháková, CSc.

Olomouc

2013

Palacky University in Olomouc
Philosophical Faculty
Department of Psychology



MENTAL MODELS
AND THEIR USE FOR MORE
EFFECTIVE LEARNING

Master's Diploma Thesis

Author: Mgr. et Bc. Olga Kopalová

Supervisor: prof. PhDr. Alena Plháčková, CSc.

Olomouc

2013

Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem magisterskou diplomovou práci na téma: „Mentální modely a jejich využití pro zefektivnění učení“ vypracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucí diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci

dne 29. 11. 2013

Podpis

Na tomto místě bych ráda poděkovala prof. PhDr. Aleně Plhákové, CSc., za cenné rady, připomínky i trpělivost. Také děkuji všem, kteří se zúčastnili výzkumu.

V neposlední řadě děkuji i svým dětem – Alici a Vojtovi – za trpělivost a ohleduplnost, které mi poskytly při psaní diplomové práce.

Obsah

Úvod	7
TEORETICKÁ ČÁST	
1 Filozofická a psychologická východiska teorie mentálních modelů	10
1.1 Idea tří světů	10
1.2 Kognitivní psychologie, informační paradigma, mentální reprezentace	11
1.1.1 Kognitivní psychologie	11
1.1.2 Mentální reprezentace	12
2 Teorie mentálních modelů	19
2.1 Mentální modely jako struktury poznatků uložené v dlouhodobé paměti	20
2.2 Mentální model jako modely zpracování informací v pracovní paměti	23
2.2.1 Mentální modely a deduktivní usuzování	24
2.2.2 Mentální modely a zpracování informací zprostředkovaných jazykem	26
2.3 Syntéza obou pojetí mentálních modelů	28
2.4 Funkce mentálních modelů	30
2.5 Vývoj mentálního modelu odpovídajícího vědeckému modelu	31
2.6 Závěr	33
3 Učení	34
3.1 Hlubkový přístup k učení a význam paměti pro učení	34
3.2 Kognitivní konstruktivismus a smysluplné učení	36
3.3 Kognitivní cíle učení – typy znalostí	37
3.3.1 Osvojování deklarativních znalostí	38
3.3.2 Osvojování procedurálních znalostí	40
3.3.3 Osvojování strukturálních znalostí	41
3.3.4 Osvojování kontextových znalostí	42
3.3.5 Osvojení metakognitivních znalostí	42
3.4 Vývoj poznávacích (kognitivních) schopností, paměti a metakognitivních znalostí	43
3.4.1 Vývoj kognitivních schopností	43
3.4.2 Vývoj paměti	44
3.4.3 Vývoj metakognitivních znalostí	45
4 Mentální modely jako prostředek zefektivnění učení	46
4.1 Mentální mapy jako prostředek externalizace mentálních modelů	46
4.2 Funkce mentálního mapování	48
4.3 Charakteristika mentálních map	50
4.4 Postup mentálního mapování	51
4.5 Hodnocení mentálních map	53

4.5.1 Kvantitativní hodnocení mentálních map	54
4.5.2 Kvalitativní hodnocení mentálních map	55
4.6 Nevýhody mapování	56
4.7 Závěr	56
5 Přehled výzkumů využití mentálních modelů při učení	57
5.1 Kvantitativní výzkumy využití mentálních modelů při učení	58
5.2 Kvalitativní výzkumy využití mentálních modelů při učení	60
VÝZKUMNÁ ČÁST	
6 Metodologický rámec práce	64
6.1 Přehled základních teoretických a praktických výzkumných problémů práce	64
6.2 Výzkumné problémy, cíle a hypotézy	66
6.2.1 Výzkumné problémy	66
6.2.2 Výzkumné cíle	66
6.2.3 Hypotézy	67
6.3 Metody výzkumu	68
6.4 Postup výzkumu	69
6.5 Popis výzkumného souboru	79
6.6 Symbolika výsledkové části	81
7 Výsledky výzkumu	82
7.1 Výsledky žáků ve znalostních testech	82
7.2 Ověření normálního rozložení výsledků získaných testy	85
7.3 Statistická analýza získaných dat	86
7.4 K platnosti hypotéz	92
7.5 Splnění cílů	95
8 Diskuze	97
9 Závěr	100
Souhrn	102
Seznam použité literatury	107
PŘÍLOHY	
Abstrakt diplomové práce	112
Zadání diplomové práce	114

Úvod

Při výběru tématu své diplomové práce jsme byli ovlivněni snahou vybrat takový námět, který by se dotýkal nějakého problému současné doby a který by pomohl jej osvětlit nebo částečně řešit. Aplikovaná psychologie má značné pole působnosti a zasahuje do velkého množství lidských činností. Její uplatnění dává možnost porozumět a zkvalitnit mnohé v našem životě. Domníváme se však, že pro naši současnost i budoucnost je rozhodující, jak se nám podaří vychovat a vzdělat naše děti. Výchově dětí se v naší práci věnovat nebudeme, i když je to téma, které je stejně tak zajímavé. Naše úvahy a myšlenky se zaměřily na vzdělávání dětí. Měli jsme k tomu několik důvodů.

Prvním důvodem byla zjištění získaná při rozhovorech s vysokoškolskými pedagogy, kteří se účastní přijímacího řízení na lékařské fakulty – podle jejich slov vzdělanostní úroveň studentů hlásících se na vysokou školu již není taková, jako byla v letech minulých. Druhým důvodem byla sdělení učitelů škol i stesky rodičů na to, že děti se musí naučit velký objem učiva, které ale ve škole není možné důkladně probrat a s dětmi procvičit. Vzdělání dětí je tak pouze formální, děti jej neumí aplikovat.¹ I bývalý ministr školství Petr Fiala (2013) v rozhovoru pro celostátně vydávaný deník řekl: „Víme, že naše děti nejsou úspěšné v mezinárodních srovnávacích testech. Proč? V těch testech se nezkouší suma znalostí, ale schopnost je prakticky využít. Problém není v tom, že by naše děti dostávaly málo informací a znalostí. Problém je v tom, že je dost neučíme, jak je používat.“ Třetím důvodem pak byla skutečnost, že sami žáci si často stěžují, že nechápou, proč se musí učit tolik věcí, které v životě nikdy nepoužijí. Domníváme se, že to však není chybou vzdělávacího obsahu, ale tím, že jim málokdy někdo ukáže jeho praktické využití – ať je to praktické využití přírodních zákonitostí, chemických pouček, zeměpisných znalostí, matematických symbolů nebo hodnot skrytých v literárních dílech nebo historických událostech. Posledním důvodem pak bylo objevení dvou bodů, kterými se vyznačuje myšlení odborníků – „Experti si vytvářejí propracované mentální reprezentace problémů – Experti vnímají odborné informace ve velkých smysluplných celcích“ (Plháková, 2003, s. 292) – a jednoho faktoru, kterým se vyznačuje kreativita – „Expertní znalosti a dovednosti, které mají podobu propracovaných schémat a modelů“ (tamtéž, s. 297). Samozřejmě není naším cílem vytvořit ze všech dětí vědecké experty a tvořivé

¹ Jak píše Hejný, Kuřina (2009, s. 155): „Dva odporující si cíle vyučování (nejen) matematice – naučit žáka rozumět učivu a splnit náročné osnovy – tvoří bludný kruh, který je příčinou formalismu většiny znalostí žáků všech typů škol.“

vědecké pracovníky, přesto nás toto inspirovalo k zamyšlení, jak bychom vzdělávací proces mohli dětem usnadnit, co by jim pomohlo jednou osvojené informace si zapamatovat a umět je využívat. Chtěli jsme zjistit, zda by právě prezentace informací a znalostí ve formě různých schémat, modelů nebo propracovaných celků – i s jejich grafickým znázorněním – nepřispěla k jejich snadnějšímu porozumění i osvojení. Také jsme chtěli zjistit, zda podobné úvahy jsou v současné literatuře rozpracovány a zda byly provedeny odpovídající výzkumy. Sami jsme pak chtěli ověřit tuto domněnku vlastním výzkumem, při kterém bychom zpracovali určitou část vzdělávacího obsahu v podobě grafického mentálního modelu a pak zjišťovali úspěšnost jeho pochopení a zapamatování v porovnání se skupinou, která tuto část obsahu se učila obvyklým způsobem.

Jsme si vědomi toho, že vzdělávací proces nemůžeme redukovat pouze na vzdělávací metodu a že je vždy ovlivněn mnoha dalšími faktory, jako je například motivace a inteligence, osobnost učitele i postoj žáka nebo studenta k danému předmětu, sociální klima třídy apod. V naší práci nám půjde spíše o proniknutí do kognitivního procesu osvojování znalostí a o jeho usnadnění využitím mentálních modelů.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Filozofická a psychologická východiska teorie mentálních modelů

1.1 Idea tří světů

Cíle vzdělávacího procesu mohou být různé, pro naši práci je však zásadní snaha dovést žáka nebo studenta k poznání, tedy k vytvoření určité poznatkové struktury vzájemně propojených informací, které jsou obsahem určitého vědního oboru, např. biologie, a které se vztahují k určitému výseku reality okolního světa, např. předávání genetické informace ve struktuře DNA. Tento cíl by se mohl zdát snadný. Komplikuje jej však skutečnost, že informace předávaná během vyučovacího procesu a znalost nejsou to samé. Tato komplikace vyvstává z existence několika vzájemně ne vždy souvisejících oblastí, na kterou upozornili Bolzano a Popper ve své ideji tří světů (Hejný, Kuřina, 2009; Popper, 1994).

Prvním světem je svět objektivní reality, svět fyzických procesů, tedy svět věcí a jevů, který je objektem vědeckého poznávání. Tento svět existuje nezávisle na našem vědomí, má svou strukturu a platí v něm určité zákonitosti a pravidla, která jsou skryta, ale která se vědecké poznání snaží odhalit a vysvětlit. Příkladem takové objektivní reality může být třeba mechanismus, kterým jedna buňka mateřská předává své informace dceřiným buňkám. *Druhým světem* je svět zkušeností, představ, myšlenkových pochodů žáka a studenta, tedy co on sám si o určité věci nebo jevu myslí, jak si určitý děj vysvětluje; může to být např. domněnka, že buňky si nějakým způsobem informace předávají, ale způsob je neznámý, možná je i nějaká duchovní podstata. *Třetím světem* je pak svět vědy, obecně kultury a lidských výtvorů, který obsahuje vědecké zdůvodnění daného jevu a souhrn poznatků o něm, které v tu určitou chvíli má věda k dispozici. V současné chvíli je to např. poznání úlohy DNA, konkrétně její stavby, která určuje pořadí aminokyselin v bílkovinách, které se pak účastní dalších biochemických procesů, je znám i způsob přenosu DNA do dceřiných buněk, který zajistí přenos informace na další generace buněk. Z toho vyplývá, že věda v určitém historickém okamžiku sama o sobě nemusí vždy odpovídat realitě, nemusí a ani nemůže poskytovat vysvětlení všech jevů reality, nýbrž že postupným vědeckým bádáním se přibližuje k přesnějšimu a úplnějšimu poznání, tj. že může existovat rozpor mezi světem věcí a světem vědeckého poznání. Také z uvedeného vyplývá, že učivo, které je žákům a studentům ve škole předkládáno jako objektivní pravda je mnohdy člověkem vytvořený systém vysvětlující určitý problém, že mnoho věcí, které se žáci a studenti musí naučit, nejsou skutečné objektivní pravdy, ale

konvencemi dohodnuté pojmosloví a vysvětlení, např. český pravopis je plný takových konvencí, jejichž cílem je zajistit srozumitelnost psaného jazyka.²

Pokud tedy přijmeme výše zmíněnou ideu existence tří světů a z toho vyplývající důsledky, musíme svou pozornost obrátit i k dalšímu problému – tedy jakým způsobem mysl vytváří obraz vnějšího světa a jak přijímá předávané poznatky lidské vědy a kultury, tj. jak lze zajistit přenos informací z jednoho světa, konkrétně ze světa vědeckého poznání, do mentálního světa žáka nebo studenta. Pro zodpovězení této otázky nám mohou být nápomocna zjištění kognitivní psychologie, která se od 60. let minulého století zajímala o poznávací procesy a o znázornění okolní i vnitřní reality v mysli člověka. Nutně nás tak dostává k problematice *mentální reprezentace*.

1.2 Kognitivní psychologie, informační paradigma, mentální reprezentace

1.1.1 Kognitivní psychologie

Kognitivní psychologie se v 60. letech ustavila jako obor psychologie, který se po letech behaviorismu zaměřeného na výzkum chování začal zajímat o poznávací procesy, a to především o vyšší poznávací procesy. K tomuto obratu přispěly nově se rozvíjející obory informatika, kybernetika, počítačové vědy, ve kterých kognitivní psychologie nacházela inspiraci a podle nichž začala pojímat poznávací procesy jako procesy zpracování informací, vytvořilo se tzv. *informační paradigma*. (Sedláková, 2004)

Právě velký rozvoj výpočetní techniky vedl k rozšíření názoru, že mysl pracuje jako počítačové programy sestávající z datových struktur a z algoritmů (Thagard, 2001), tudíž že lidské myšlení je možné simulovat na počítačích. Tak byl přijat tzv. komputačně-reprezentační model mysli, jak jej popisuje např. Thagard (tamtéž, s. 25): „Myšlení lze nejlépe pochopit v pojmosloví reprezentujících struktur v mysli a v pojmosloví výpočetních procedur, která na těchto strukturách operují.“ Jinými slovy v mysli existují mentální reprezentace (analogické datovým strukturám v počítači) a probíhají v ní myšlenkové procesy uskutečňované s těmito reprezentacemi, které jsou zase analogické algoritmům probíhajícím v počítači. Přijetí této analogie vedlo ke snaze naučit počítače myslet a vědci se začali pokoušet vytvořit takové programy, které by myšlení simulovaly, např. Simon, Newell, Shaw. (Hunt, 2010) Praktickým výsledkem této činnosti pro

² Sama autorka této práce si vzpomíná na chvíli, kdy pochopila, že v mnoha případech se vlastně učí spoustu věcí, na kterých se lidé dohodli, a ne věci, které skutečně existují. Takových témat je plno nejen v humanitních oborech, jako je dějepis, sociologie, psychologie, ale i v oborech přírodovědných – vzpomeňme jen na učení značek prvků periodické tabulky nebo názvů chemických látek.

kognitivní psychologie bylo přijetí modelu lidské mysli jako počítače a přijetí reprezentace jako ústředního pojmu při úvahách o zpracování informací, kdy „reprezentace je použitím symbolů jako zástupců pro jiné objekty nebo děje“ (Hunt, 2010, s. 489).

1.1.2 Mentální reprezentace

Pojem mentální reprezentace je ústředním pojmem současné kognitivní psychologie, konkrétně tzv. informačního paradigmatu, které definuje poznávací procesy jako procesy zpracování informací. V rámci tohoto paradigmatu probíhá spor o mentální reprezentaci, resp. její podobu (Sedláková, 2004). Tak se vyděluje směr *reprezentacionismus*, který považuje mentální reprezentaci za finální podobu kódování informace v mentálním prostoru lidské mysli³ a za základní pojem a předpoklad dalších úvah. Reprezentace má v tomto pojetí kvalitu znaku, proto je označována jako symbolická reprezentace. Naproti tomu *prezentacionismus* odmítá existenci reprezentace, resp. její symbolickou (sémantickou) povahou, a proto bývá někdy označována jako reprezentace subsymbolická nebo subsémantická. Takovéto pojetí reprezentace můžeme najít v konekcionismu (viz dále) (Sedláková, 2004).

Reprezentacionismus

Tento směr předpokládá, že objekty reálného světa nejsou v lidské mysli zachyceny takové, jaké jsou, ale jsou znázorňovány a zpracovávány psychickými procesy. Mentální reprezentace je pak finální podobou kódování informace. Historicky a filozoficky tento směr odkazuje k *Descartovu* učení o ideách jako o „duchovních odlitcích“ vnějších předmětů a k jeho rozlišení předmětů, počitků a představ (Sedláková, 2004), k *Lockově* rozlišení primárních a sekundárních vlastností vnímaných předmětů, kdy sekundární vlastnosti vznikají až v naší mysli vlivem působení určitých vlastností těchto objektů (jsou jimi např. barva, zvuk, bolest apod.), a k rozlišení dvou druhů zkušenosti – smyslového vnímání a reflexe (Plháková, 2003); dále také k *Hobbesovu* rozlišení tří druhů představ – představ založených na podobnosti nebo zpodobnění něčeho viditelného, představ jako fikcí, představ jako reprezentací jedné věci druhou (Sedláková, 2004) – a ke *Kantovu* rozlišení světa věcí (noumenálního) a světa jevů (fenomenálního), kdy „věc o sobě je nepoznatelná právě proto, že je vždy již nazírána a myšlena pomocí apriorních forem, které

³ Vedle vnitřní neboli mentální reprezentace se popisují i externí reprezentace, které jsou vnějším symbolickým vyjádřením různých fenoménů. Mohou mít podobu verbální nebo obrazovou, případně mohou být smíšené, tedy kombinovat slovní a obrazovou reprezentaci.

nám svět ukazují jen jakým je ‚pro nás‘ a ne jakým je ‚bez nás‘, tedy ‚o sobě‘“ (Špür, 2007, s. 36). Psychologickému rozpracování reprezentace se věnovali *Bühler*, pro nějž je reprezentace součástí jeho pojetí znaku a funkcí řeči, a *Piaget* ve své genetické epistemologii, která „připisuje reprezentaci, reprezentačním procesům, jež jsou realizovány prostřednictvím symbolů, nezastupitelnou funkci a zásadní význam pro ustavení vnitřního světa“ (Sedláková, 2004, s. 48).

Vymezení pojmu mentální reprezentace

U nás se problematikou mentální reprezentace detailně zabývala Sedláková, proto uvedeme její definici.

Mentální reprezentace je „finální výsledek kódování informací, který je buď uložený v paměti (v případě dispoziční mentální reprezentace), nebo je součástí proudu uvědomovaných informací (v případě aktuální reprezentace) ... je to proces i jeho výsledek, jímž se uskutečňuje zastupovací („odkazovací“) funkce určitého znaku i znaková funkce těch psychických obsahů, prostřednictvím nichž subjekt odkazuje na určitou vnější nebo vnitřní danost, znamená reflektovat funkci symbolických procesů, na nichž je především mentální reprezentace ustavena.“ (Sedláková, 2004, s. 50).

Lidská mysl při mentálních procesech tedy neoperuje s konkrétními předměty a jevy v jejich plném významu a obrazu, ale používá jejich mentální zastoupení, jejich reprezentaci přítomnou v mentálním prostoru člověka. Toto zastoupení se může týkat objektů a jevů vnějšího světa, ale též světa vnitřního, jeho mentálního dění, takovými jsou např. mentální reprezentace tělesných pochodů, emocí, konfliktů, citových vztahů. Mysl si také vytváří reprezentace reflexí svého vnitřního světa (reprezentace 2. řádu, někdy nazývané sekundární), ale i reflexe psychického života druhých lidí (reprezentace 3. řádu) atd. (Plháková, 2003; Sedláková, 2002).

Pro přesnější pochopení a vymezení pojmu mentální reprezentace lze použít Goodmanovu koncepci reprezentace, vytvořenou v 70. letech 20. století, která vznikla jako protívaha k teoriím uvažujícím o nutnosti podobnosti reprezentovaného a reprezentujícího. Goodman (in Sedláková, 2004, s. 50) tak definuje reprezentaci podle nutných vlastností reprezentujícího vztahu, což je vztah mezi reprezentovaným a reprezentujícím:

„V závislosti na přístupu můžeme o reprezentaci hovořit teprve tehdy, splňuje-li reprezentační (reprezentující) relace tyto vlastnosti:

- zajišťuje-li (splňuje-li) reprezentující (reprezentační) relace asymetričnost mezi reprezentovaným a reprezentujícím;
- zajišťuje-li reprezentující relace jedinečnost reprezentovaného objektu či události;
- umožňuje-li reprezentační relace vytvářet misreprezentační reference;
- umožňuje-li reprezentační relace reprezentaci i neexistujících objektů.“

Co vlastně toto vymezení mentální reprezentace znamená? První bod nás odkazuje k tomu, že mezi reprezentovaným a reprezentujícím nemusí být žádná podobnost, jejich vztah je tedy asymetrický, založený na arbitrárním vymezení, např. proces matematického součtu můžeme reprezentovat znakem „+“. Druhý bod upozorňuje na to, že tento vztah je jedinečný, to znamená, že znak „+“ nepoužijí pro jiný matematický úkon. Třetí bod pak upozorňuje na skutečnost, že v mysli mohou být i chybné nebo neúplné reprezentace. Požadavek ve čtvrtém bodě pak odkazuje k důležité vlastnosti reprezentace, tedy ke schopnosti zastupovat i objekty a jevy neexistující, což by při požadavku na podobnost nebylo splnitelné.

Pro naše úvahy o vzdělávání žáků a studentů a o možnostech, jak ovlivnit jejich poznání, je užitečné obrátit pozornost ke třetímu bodu, který nám říká, že mentální reprezentace a modely v mysli nemusí být vždy správné. Dokonce, jak píše Sedláková (2004, s. 51): „Možnost utvářet misreprezentaci považují někteří autoři dokonce za nejdůležitější vlastnost reprezentace.“ To, že vztah mezi reprezentujícím a reprezentovaným není založen na podobnosti, umožňuje člověku nahlédnout na tuto misreprezentaci, uvědomit si rozdíl mezi chybnou reprezentací a skutečností a nahradit ji jiným modelem. Tato možnost opravit své původní „falešné přesvědčení“ je zajišťováno možností udržet v mysli současně dva modely reality, z nichž jeden odpovídá prvotnímu modelu a druhý nese smysl, jenž se od smyslu prvního modelu podstatně liší.

Druhy a formy mentální reprezentace

Jak vyplývá z výše uvedené definice, mentální reprezentace mohou být specifikovány podle toho, kde se v mysli nacházejí, na aktuální, tedy přítomné ve vědomí, a na dispoziční, přítomné v paměti. Dále je můžeme vymežit podle toho, k čemu se vztahují (např. mentální reprezentace matky, Newtonových zákonů, zákonů genetiky apod.).

Asi nejzásadnější spor, který po několik let probíhal v rámci kognitivní psychologie, se vztahoval k formám mentálních reprezentací. Ten dělil vědce na ty, kteří uznávali existenci reprezentací v propoziční (verbální, digitální) i imagenové (analogové) podobě (např. Paivio, Kosslyn, Shepard), a na ty, kteří imaginaci samostatnost nepřisuzují, ale za její podklad považují propoziční charakter (Pylyshyn, Anderson, Bower). O tzv. teorii dvojího kódu referují např. Clark a Paivio (1991), kteří vysvětlují psychické fenomény jako společnou činnost neverbálního i verbálního mentálního systému, které jsou specializované na zpracování informací v imagenové a lingvistické podobě. Verbální (digitální) mentální reprezentace jsou zastoupeny arbitrárními symboly, které jsou přiřazeny konkrétním věcem nebo jevům, tj. pojmy a propozicemi, což jsou výroky o vztahu mezi pojmy. Imagenové (analogové) reprezentace jsou zastoupeny neverbálními zobrazeními – představami, které mohou nabývat různých druhů podle smyslové modalit (např. vizuální, sluchové ad.). Protikladem k teorii dvojího kódu byla teorie výrokové hypotézy, která předpokládala, že v pozadí představ je reprezentace uložená ve verbálním kódu. Pylyshyn (1973) k tomu dodává, že k této reprezentaci uložené v pojmové nebo propoziční podobě není vědomý přístup. Výzkumy, které se snažily prokázat platnost teorie dvojího kódu, spočívaly ve výzkumech mentální rotace, vzájemného porovnávání představ a jejich prohlížení (Sternberg, 2009; Plháková, 2003).

Pokud uznáme opodstatněnost existence obou forem mentální reprezentace, které jsou označovány jako **jednoduché** mentální reprezentace, můžeme dále vymezit tzv. **smíšené** a **vyšší formy** mentální reprezentace.

Jednoduché mentální reprezentace jsou kódovány buď v imagenovém, nebo ve verbálním kódu. Imagenový kód může být různých modalit (sluchové, hmatové, kinestetické), ale nejčastěji je spojen se zřetelnými představami. K odlišení vlastností zřetelných představ a propozic nám může pomoci charakteristika odlišných vlastností obrazů a slov (tj. externích reprezentací objektů a skutečností), jak to provedli Eysenck a Keane (2008) nebo Sternberg (2009). Obrázek, a tedy i *obrazová reprezentace* jsou založeny na analogii s reálným objektem, nabývá konkrétní podoby (zachovává např. tvar a proporce předmětu), pro její vyjádření nejsou dostupné žádné zvláštní symboly. Informace obsažené v obrázku nebo představě působí simultánně. Pro manipulaci s obrázky neplatí žádná přesná pravidla, můžeme si prohlížet jeho jednotlivé části, aniž bychom postrádali význam celku. Obrázek také obsahuje prostorové vztahy, ovšem neobsahuje žádnou abstraktní informaci. K ní se

dostaneme tak, že si obrázek spojíme s jeho slovním označením. *Slovní reprezentace* je naproti tomu symbolický druh reprezentace, vztah mezi slovem a tím, co zastupuje, je arbitrární (dohodnutý). Tento druh reprezentace má k dispozici zvláštní symboly, pro vyjádření vztahů mezi symboly, tedy pro vytváření propozic, je nutné použití určitých gramatických pravidel, která je nutné dodržovat, jinak se sdělení stává nejasným. Část této reprezentace sama o sobě nedává smysl, avšak na druhou stranu je spojena s mnoha dalšími abstraktními informacemi.

Smišené mentální reprezentace jsou takové reprezentace, které propojují jednoduché reprezentace do složitějších, relativně samostatných celků. Mezi smíšené formy se řadí scénáře, schémata, mentální modely a kognitivní mapy (Bernstein, 2010; Sedláková, 2004).

Schémata jsou „soubory propojených informací o různých tématech, jež jsou uloženy v paměti a na které spoléháme, když interpretujeme narážkovité a útržkovité informace, z jakých se skládá běžná konverzace – a dokonce většina psaných příběhů“. (Hunt, 2000, s. 503–504) Schéma tedy můžeme považovat za určitý celek propojených informací vztahujících se k určitému tématu, který se aktivuje v jemu odpovídající situaci a usnadňuje vybavování z paměti. Bernstein (2010) je vymezuje jako sadu propozic, které vytvářejí zobecnění a očekávání o kategoriích objektů, situací, událostí nebo lidech (např. všechny babičky jsou starší, šedivé a pečou buchty).

Scénáře jsou podle Baddeleyho (1998, s. 153) „ucelené soubory informací, které je možno použít při interpretaci chápání některé události“, určují, jak postupovat nebo jak se chovat v určité typické situaci. Sternberg (2009) je vymezuje jako pořadí událostí nebo činností ve specifickém kontextu a Bernstein (2010) jako schémata týkající se každodenních aktivit a situací a určujících chování v těchto situacích. Žáci a studenti ve škole běžně spoléhají na svá naučená schémata a scénáře, např. v hodině matematiky se spoléhají na své schéma „trojúhelník“, kdy se jim při tomto pojmu začnou vybavovat jeho základní vlastnosti (má tři strany a tři vrcholy, součet délek dvou stran je vždy větší délka třetí strany, součet úhlů se rovná 180 stupňů atd.), zároveň si vybaví i konstrukční postupy trojúhelníku, zná-li všechny tři strany, dvě strany a jeden úhel nebo dva úhly a jednu stranu.

Kognitivní mapy v mysli znázorňují určitý prostor, jsou považovány za zobrazení určité známé geografické části světa a slouží k prostorové orientaci ve světě a k plánování

tras. Jsou tedy vnitřní reprezentací fyzikálního prostředí, která postihuje především prostorové vztahy. Jako první použil tento termín Tolman při popisu výsledků experimentů s krysami, které si při hledání potravy v bludišti spíše než přesný popis cesty vytvářely a pamatovaly mapu bludiště a umístění potravy v této mapě. Následně se tento pojem začal používat k označení mentální reprezentace jakéhokoli prostoru. Každý člověk si tedy vytváří kognitivní mapu svého bytu, města, vlasti i světa. Jejich podoba se neshoduje s realitou, není její kopií, pouze se jí více či méně přibližuje. Kognitivní mapa obsahuje především dominanty neboli mezníky, tj. informace o důležitých bodech určitého místa, určení cesty, což jsou směry a trasy přesunu z jednoho místa na druhé, a zaměření neboli vzdálenosti mezi mezníky. Přesnost kognitivních map je dána také tím, do jaké míry je člověk závislý na jejich přesnosti – jiné kognitivní mapy světa mají např. námořníci, cestovatelé, piloti, jiné mapy pak lidé, kteří žijí na jednom místě. (Plháková, 2003; Sternberg, 2009).

Mentálním modelům jako smíšeným reprezentacím se budeme věnovat ve zvláštní kapitole.

Přehled *vyšších forem mentálních reprezentací* podává např. Sedláková (2004), řadí mezi ně myšlení, při kterém se uplatňují asociace mezi představami, prostřednictvím nichž se řeší určité problémy, dále „jazyk myšlení“ a příbuzný termín metalíza.

Prezentacionismus

Tento druhý směr v rámci informačního paradigmatu buď odmítá reprezentaci jako takovou a tvrdí, že mysl nedisponuje žádnými mentálními prostředky a mechanismy, které by zpracovávaly přijaté informace [toto tvrzení vychází např. z teorie přímého vnímání Jamese Gibsona, podle které jsou v předmětech vnímání již přítomny všechny informace potřebné pro správné vnímání (viz Plháková, 2003; Sedláková, 2004; Sternberg, 2009)], nebo vymezuje reprezentaci na zcela jiné kvalitativní – subsymbolické – úrovni, kterou jsou konekcionistické sítě.

Konekcionismus

Teorie, které vycházejí z modelu mysli jako počítače, předpokládají sériový průběh procesů, které se v ní odehrávají. Oproti tomu konekcionistické modely (někdy nazývané také PDP) se inspirovaly poznatky z neurověd. Ty vycházejí ze skutečnosti, že každý neuron

nervového systému je vzájemně propojen s mnoha dalšími neurony. Toto široké propojení neuronů vytváří neuronovou síť, ve které probíhá současně mnoho procesů. Konekcionistické modely tak předpokládají i paralelní zpracování informací, při kterém probíhá mnoho kognitivních operací současně a díky tomu je člověk schopen zpracovávat informace velmi výkonně a účinně. Všechny informace a znalosti jsou reprezentovány v síťovité struktuře, která obsahuje uzly a spojení mezi nimi. Tyto uzly však nemají povahu symbolů, výroků, pojmů, jako je tomu v modelu reprezentacionismu, ale nabývají subsymbolické hodnoty, jež je výsledkem povahy vzájemných spojení. Teprve propojení těchto uzlů a povaha jejich spojení vytvoří určitý význam, generuje určitou znalost. Tento typ reprezentace se nazývá také distribuovaná, protože její význam je distribuován přes velký soubor struktur. Vědci zabývající se tímto modelem často poukazují na paralelu s neuronovými sítěmi, kde neurony jsou uzly sítě a mohou nabývat tří kvalit – inaktivace, excitace a inhibice. Toto pojetí reprezentace poznatků se jeví jako mnohem variabilnější, dynamičtější, a tedy i pružnější (viz např. Plháková, 2003; Sedláková, 2004; Sternberg, 2009; Thagard, 2001; Hunt, 2010).

2 Teorie mentálních modelů

Jak jsme uvedli v předchozí kapitole, mentální modely jsou druhem smíšené mentální reprezentace. První použití tohoto pojmu je připisováno skotskému psychologovi Kennethu Craikovi, který je pokládal za zjednodušené modely zevní reality vytvořené v mysli, jež lidem pomáhají poznávat svět a zároveň zpracovávat informace o něm. Sám Craik je však nazýval „interní modely“ a říkal, že vznikají na základě schopnosti člověka zpracovávat („překládat“) zevní podněty do podoby vnitřního modelu; že poznávání světa a další zpracování informací o něm, příp. vykonávání činností jsou lidé schopni díky manipulaci s těmito symbolickými reprezentacemi a také schopnosti převádět reprezentaci vnitřní zpět v externí. Modely fyzikálních a chemických systémů reálného světa, které touto reprezentační činností vznikají, si zachovávají strukturu vztahů analogickou ke struktuře vztahů v reálném světě. (Craik, 1943; Johnson-Laird, 1983).

Následně byla myšlenka mentálních modelů kognitivní vědou i kognitivní psychologii dále rozpracována, mnoho vědců se začalo tomuto tématu věnovat. Jak uvádí Sedláková (2004), mentální modely umožnily při výzkumu kognice věnovat se novým oblastem, přinesly tak do kognitivní psychologie novou dimenzi. Mentální modely se totiž nevztahují k analýze pouze jednoho psychického procesu, ale je to naopak téma, které bere v úvahu účast několika procesů a rovněž jejich vzájemnou podmíněnost při mentálním zpracování určité části vnějšího či vnitřního světa. Sedláková tak považuje (2004, s. 147) „za hlavní přednost (mentálních modelů) snahu vysvětlit funkci a průběh vyšších poznávacích procesů při zpracování informací, analýzu operací se složkami znakových relací a zejména pak důraz na dosud ve výzkumu opomíjené inference a mentální logiku vůbec“.

Ovšem skutečnost, že mentální model je poměrně složitou vnitřní reprezentací určitého systému/výseku reality (nebo i vnitřního světa) a že se při jeho tvorbě a manipulaci s ním uplatňují různé psychické procesy, způsobila, že se na mentální modely lze dívat z různých úhlů pohledu, lze je popisovat a zkoumat různými dílčími způsoby. To se projevilo například v roce 1983, kdy pod stejným názvem „*Mental Models*“ vyšly dvě publikace od různých autorů, kteří také k problematice mentálních modelů různě přistupují (Sedláková, 2004). Obecně můžeme říci, že jejich odlišné pojetí je založeno především na tom, v kterém mentálním prostoru jsou modely vytvořeny. První pojetí (popisované v monografii editované Gentnerovou a Stevensem, 1983) se zabývá mentálními modely

znalostí a vědomostí o reálném světě vytvořenými v dlouhodobé paměti. Druhé pojetí zpracované v monografii Johnsona-Lairda (1983) se pak zaměřilo na mentální modely vytvářené v pracovní paměti při reprezentaci konkrétní problémové situace a sloužící k jejímu řešení a na mentální modely vytvářené k pochopení textu nebo jazyka. Snaží se tedy o poznání toho, jaké mentální modely si lidé vytvářejí při myšlenkových procesech, jako je usuzování, předvídání, řešení problému nebo chápání textu.

2.1 Mentální modely jako struktury poznatků uložené v dlouhodobé paměti

První pojetí mentálních modelů je chápáno jako modely, jejichž předlohou je reálně existující svět, jeho výseky, vztahy mezi nimi a to jak ve statické, tak i v dynamické podobě.

Jak uvádí Rickheit a Habel (1999), oproti dočasné reprezentaci situací v pracovní paměti je tento druh mentálních modelů reprezentací znalostí o světě jako o fyzikálních fenoménech, jsou trvalou reprezentací lidských znalostí o reálném světě. Jako příklad těchto modelů si můžeme uvést třeba model stavby atomů, struktury DNA, model působení odstředivé síly apod. Tyto modely jsou vytvořeny v **dlouhodobé paměti** – jsou to tedy **struktury paměťových obsahů** (znalostí). Tyto modely mají několik důležitých vlastností, na které je třeba upozornit:

1. Tyto modely *nemusí být správné*, tj. nemusí odpovídat současnému stupni vědeckého poznání. Vznikají totiž na základě informací z různých zdrojů a různých zkušeností, které člověk získává během celého svého života, jsou ovlivněny předávanými poznatky v rodině, výukou ve škole, informacemi ze sdělovacích prostředků. Mohou být tedy i naprosto nevědecké, obsahovat iracionální závěry, pověry, mystická nebo intuitivní vysvětlení. (Gentner, 2002; Norman, 1983; Sedláková, 2004)
2. Vždy jsou *závislé na stupni společenského a vědeckého poznání*, tradici i na historické době, ve které vznikají. I mentální modely, které popřely dosavadní vědění, platné do určitého historického okamžiku (např. v minulosti změna geocentrického modelu vesmíru v heliocentrický), vznikly v určité době díky nahromadění informací a vědomostí, které změnu umožnily (jak odpovídá Kuhnově teorii vědeckého vývoje). (Sedláková, 2004)
3. Jsou to modely *neúplné a nestabilní*, protože lidé mohou jejich části nebo detaily zapomínat, pokud je nebo i celý systém mentálního modelu nepoužívají. Na druhou

stranu mohou být stále měněny a rozvíjeny např. vlivem vzdělávání a nových informací. (Norman, 1983)

4. Od určitého stupně se však mohou stávat *velmi trvalými*, a to především v okamžiku, kdy poskytují komplexní vysvětlení určitého jevu nebo kdy by nová informace vedla k nutnosti celý mentální model přepracovat. (Norman, 1983)
5. Důležitou vlastností mentálních modelů je jejich *použitelnost a funkčnost* – tyto vlastnosti jsou rozhodující pro to, aby byl mentální model tím, kdo si jej vytvořil, uznán za správný. Jinými slovy mentální modely jsou používány v každodenním životě k různým mentálním procesům, a pokud nevzniká rozpor mezi mentálním modelem a jevy v okolním světě (mentální model „funguje“), pak je pokládán za správný. (Gentner, 2002)
6. Jejich složitost a správnost také *závisí na stupni kognitivního vývoje* toho, kdo si jej vytváří. Jiné mentální modely vytvářejí děti v předškolním věku a jiné děti v mladším nebo starším školním věku, v adolescenci a pak v dospělosti. Jejich složitost závisí na rozvoji paměti i na schopnosti provádět určité mentální operace. (Sedláková, 2004)
7. Model uložený v dlouhodobé paměti může být *ovlivňován dalšími paměťovými obsahy* a dále nevědomě zpracováván, podléhá inferencím jiného mentálního modelu apod. (Sedláková, 2004)
8. Lidé mohou mít ve své dlouhodobé paměti *dva i více vzájemně nekonzistentních modelů* týkajících se jednoho jevu. V takovém případě jsou ale modely útržkovité, kusé, mohou být i vzájemně si odporující. Takovou podobu mívají především modely nováčků v daném oboru, naopak zkušení odborníci vytvářejí modely globální, celistvé, jejichž části si vzájemně neodporují. (Gentner, 2002)

Z uvedených vlastností mentálních modelů vyplývá i souhrnná definice mentálních modelů, kterou podává např. Sedláková.

„Mentální model se utváří v závislosti na prostých, někdy i naivních vědomostech, do nichž se promítá příslušná kulturně a historicky podmíněná předloha předmětu poznání, přenášená tradicí; mentální model obsahuje kognitivní zpracování informací o daném předmětu (nebo jevu) na příslušné vývojové úrovni kognitivní výbavy jedince...; zprvu jde i o bezděčné a posléze záměrně osvojované relevantní vědomosti a poznatky, zprostředkované nejčastěji výukou, případně i hromadnými sdělovacími prostředky“ Sedláková (2004, s. 124).

Pro přesnější vymezení a odlišení mentálního modelu od ostatních modelů reality je nutné si uvědomit, že **mentální model je subjektivní konstrukt**, tedy člověk si jej sám vytváří. Norman pak vedle mentálního modelu rozlišuje další modely, které se vztahují k určitému jevu nebo objektu reálného světa, ale nelze je označit za mentální (Norman, 1983):

- a) Je to **předmět poznání**, který existuje reálně ve světě a který si má ten, kdo se učí, osvojit, je to předloha odpovídajícího mentálního modelu. Může to být např. nějaký fyzikální jev, třeba vlastnosti elektřiny.
- b) **Konceptuální model**, který vytváří vědci/výzkumníci a pedagogové a který je vědecky správnou, konzistentní a kompletní reprezentací předmětu poznání, je předáván ve výuce, kulturou i hromadnými sdělovacími prostředky.
- c) **Vědecký model, vědecké vysvětlení daného jevu**, je závislý na dosaženém stupni vědeckého poznání, konceptuální model by měl z něho vycházet a neměly by si vzájemně odporovat. Transformace vědeckého vysvětlení jevu do konceptuálního modelu je závislé na kvalitě jeho zpracování v učebnicích nebo vědeckých publikacích, příp. na způsobu jeho předávání ve výuce učitelem.
- d) **Vědecká konceptualizace mentálních modelů** – v tomto případě je předmětem poznání samotný mentální model, jeho vlastnosti, tvorba.

Z uvedeného vyplývá, že k předmětu poznání se váže několik různých modelů. Ale ani mentální modely určitého konkrétního jevu vytvořené různými lidmi nebudou shodné. Zajímavé je např. porovnání mentálních modelů **expertů** v určitém oboru s mentálními modely **nováčků**, kteří tento obor teprve začínají studovat. Např. Schlomske a Pirnay-Dummer (2009) porovnávali znalosti nováčků určitého oboru, kteří s tímto předmětem neměli zatím žádné zkušenosti, a odborníků v dané oblasti. Rozdíl byl nejen v množství vědomostí, ale i ve vědomostní struktuře – jejich mentální modely byly uspořádané a daleko více propracované. Nováčci pak setrvávají u svých dříve vytvořených „nesprávných“ modelů tak dlouho, dokud ještě dokážou vysvětlit jevy okolní reality. Pokud tuto schopnost ztratí, změní své nesprávné vědomosti. Laické modely se tedy mění v modely odborníku vzděláváním.

2.2 Mentální modely jako modely zpracování informací v pracovní paměti

Druhý možný přístup k výzkumu mentálních modelů je zastoupen prací psychologa Johnson-Lairda, který mentální modely také považuje za strukturní analogii světa⁴, ale ve svém výzkumu se zaměřuje především na mentální modely aktuálních situací, které vznikají v pracovní paměti při řešení nějakého úkolu nebo problému, a jsou tedy dočasnou reprezentací (Rickheit, Habel, 1999). I tyto modely charakterizuje jako nekompletní a jednodušší než entity, které reprezentují, protože při snaze je napodobit některé aspekty reálného světa opomíjejí (Johnson-Laird, 1983). V tomto pojetí je mentální model především pomyslným prostorem pro průběh mentálních operací a pro utváření inferencí.

To, že si lidé vytvářejí mentální modely aktuálních situací a spoléhají se na ně při řešení různých problémů, dokázal Johnson-Laird a Mani (Mani, Johnson-Laird, 1982) následujícím pokusem: skupině respondentů předložili dva popisy prostorového uspořádání předmětů – jeden popis obsahoval přesné vyjádření prostorových vztahů, druhý popis obsahoval neurčité vyjádření. Na základě prvního – určitého – popisu lidé celkem snadno vyvozovali další prostorové vztahy, na které byli dotázáni, ale nepamatovali si přesně slovní instrukce, které jim byly zadány. V druhém případě s neurčitým popisem neuměli vyvodit další prostorové vztahy, zato si pamatovali slovní popis instrukcí. Z uvedeného bylo možné vyvodit závěr, že v prvním případě si pokusné osoby na základě určitého popisu vytvořily mentální model situace, který jim umožnil odvodit i jiné prostorové vztahy a který nevyžadoval, aby byla v paměti uložena přesná instrukce jeho popisu, proto si ji nepamatovaly. Tento model si mohly vytvořit proto, že z daného přesného popisu mohly vytvořit právě jeden model. Ve druhém případě neurčitý popis nedovolil vytvořit žádný mentální model, resp. bylo by možné jich vytvořit velké množství. Proto pokusné osoby nemohly odvodit žádné další prostorové vztahy, za to si ale pamatovaly slovní vyjádření popisu.

Hlavním ohniskem výzkumného zájmu Johnsona-Lairda byla především role mentálních modelů při deduktivním usuzování a také při psychickém zpracování informací nesených verbálně – zprostředkovaných jazykem (tedy porozumění psanému textu i mluvenému slovu). Podobné vymezení mentálního modelu nacházíme např. i u Halforda

⁴ Johnson-Laird (1983, s. 397) o mentálních modelech říká, že hrají centrální a jedinečnou roli při reprezentování objektů, jevů, situací, průběhu událostí, okolního světa i sociálních a psychických činností každodenního života. Umožňují člověku přemýšlet, předvídat, porozumět různým jevům, rozhodovat se k činnosti a kontrolovat i její provedení, dokonce umožňují poznávat *by proxy* (v zastoupení, v mysli, nikoli v realitě), dále umožňují, aby byl jazyk používán k vytváření reprezentací srovnatelných s tím, co vzniká při přímé zkušenosti se světem, a prostřednictvím vjemů a pojmů také propojují slova a svět.

(1993), který je definuje jako reprezentace, jež se účastní řešení určitého problému a poskytují prostor pro inferenci a mentální operace; mohou být ovlivňovány dalšími znalostmi (i když je nutně nezahrnují) a mohou se skládat z kombinace propoziční a imagenové reprezentace. V následující části bychom stručně zmínili některé závěry plynoucí z těchto výzkumů mentálních modelů.

2.2.1 Mentální modely a deduktivní usuzování

Výzkumy zaměřené na pochopení úlohy mentálních modelů při deduktivním usuzování, které prováděl Johnson-Laird, ukazují zajímavé výsledky (Johnson-Laird, 1983):

1. Prvním zajímavým výsledkem je skutečnost, že deduktivní usuzování u lidí neprobíhá vždy podle pravidel formální logiky, jak bychom mohli předpokládat. Johnson-Laird zjistil, že lidé se při usuzování opírají spíše o význam než o pravidla, včetně pravidel formální logiky. Jinými slovy místo aby se snažili aplikovat nějaká pravidla, vytvoří si mentální model, který odpovídá významu premis. Například řešení následujícího sylogismu pod vlivem zkušenosti z reálného světa často vede k formálně chybnému závěru – ten je ovlivněn významem celého sylogismu, nikoli pravidly logiky.

Všechny věci, které mají motor, potřebují olej.

Automobil potřebuje olej.

Závěr (logicky nesprávný): Automobil má motor.

Toto zjištění vysvětluje, proč lidé při usuzování tak často chybují a proč vyvozují špatné závěry, které by nenacházeli, kdyby se řídili pravidly formální logiky. Shodné zjištění uvádí také Henleová (1978, s. XVIII), která říká, že „chyby v usuzování nevznikají špatným uvažováním, ale tím, že lidé nerozumí nebo si nezapamatují premisy nebo že si do usuzování přidají dodatečné nebo nepodstatné předpoklady“.

2. Úspěšnost deduktivního usuzování také závisí na tom, kolik mentálních modelů je možné si sestavit. Pokud existuje pouze jeden mentální model, lidé řeší situace přesně a rychle. Pokud ze zadání vyplývá více mentálních modelů, obtížnost řešení se stupňuje s jejich rostoucím počtem, protože je nutné udržet současně více mentálních modelů v pracovní paměti, jejíž kapacita je omezená. V případě, kdy existuje více mentálních modelů situace, může být příčinou chybného usuzování i neschopnost vytvořit všechny správné mentální modely – lidé vytvoří jeden model a podle něj vyvodí závěr,

opomenou, že je možné vytvořit i další model, který popře ten první, případně třetí, ještě složitější, model, který vyvrátí ten druhý.

Příkladem jednoduchého sylogismu, ze kterého plyne pouze jeden mentální model, je známý sylogismus o Sokratovi.

Všichni lidé jsou smrtelní.

Sokrates je člověk.

Závěr: Sokrates je smrtelný.

Příkladem sylogismu vyžadujícího vytvoření více mentálních modelů je následující:

Žádný z autorů není biolog.

Všichni biologové jsou šachisté.

Jediný správný závěr: Někteří šachisté nejsou autoři.

3. Z předchozího příkladu sylogismu také vyplývá, že lidé snadno řeší jednoduché úlohy, např. „všechna A jsou B – všechna B jsou C“. Ovšem pokud mají zadání, ve kterých se vyskytují kvantifikátory jako „někteří“ – „všichni“ – „žádní“ apod., řešení není snadné. Je to proto, že takové případy vyžadují složitější typ modelu. Johnson-Laird se domnívá, že značné potíže při různých typech usuzování jsou přímo úměrné složitosti modelů, které k tomu musí být vypracovány. (Johnson-Laird, 1983; Thagard, 2001)
4. Dále se ukazuje, že deduktivní postupy jsou ovlivněny i obsahy premis. Pokud jsou uvedeny konkrétní údaje, které jsou srozumitelné a odpovídají reálnému světu, lidé snadněji vyvozují závěry než v případě, kdy jsou v premisách obsaženy jen symboly.
5. Johnson-Laird (1983) dále považuje mentální modely za formu reprezentace, která může reprezentovat obsah jakýchkoli vět, jejichž obsah je pravdivý.

Několikaletý intenzivní výzkum mentálních modelů přinesl, jak píše Sedláková, (2004, s. 145) „shodu v tom, že jádrem systematického studia mentálních modelů je inferování a analýza jednotlivých typů inferencí, jež mentální modely obsahují a provokují. Tato analýza je nástrojem zjištění, probíhá-li usuzování či vyvozování nových informací podle běžně známé formální logiky, nebo je-li nástrojem zpracování informací logika odlišná, specificky lidská, která se obvykle vymezuje jako logika přirozená nebo logika mentální“.

Stoupenci tohoto pojetí výzkumu mentálních modelů ze svých výsledků vyvozují, že lidé mají vrozený logický systém nebo vrozené předpoklady pro přirozenou logiku, které se však ne vždy řídí pravidly formální logiky. Ta se uplatňují jenom v určitých specifických případech, ovšem v případech složitějšího usuzování (např. s použitím výrazů „všichni“, „někteří“, „žádní“) je potřeba složitější reprezentace (např. mentálních modelů). Tato přirozená mentální logika obsahuje inferenční schémata, která se řídí účelovostí v přírodě, lidském životě i životě společnosti. Opodstatněnost těchto schémat je dokládána častou přítomností chyb v usuzování, které neplynou z nedostatečného osvojení logických pravidel. (Sedláková, 2004; Thagard, 2001)

Druhým velkým přínosem tohoto pojetí výzkumu mentálních modelů bylo, že jejich výklad zdůraznil sémantické struktury textu (založené na významu jazykových jednotek). Například v současných transkulturních výzkumech sylogistického uvažování se prokázalo, že jejich řešení je založeno na operaci s významy, a nikoli se syntaktickými strukturami (gramatickými pravidly větné stavby), které byly do té doby zdůrazněny pod vlivem teorie Chomského. (Sedláková, 2004)

2.2.2 Mentální modely a zpracování informací zprostředkovaných jazykem

Specifickou problematikou mentálních modelů je jejich vytváření na základě informace zprostředkované jazykem (mluveným slovem nebo psaným textem). Jak uvádí Johnson-Laird (1983), experimenty bylo zjištěno, že lidé si nepamatují přesnou podobu vět textu nebo řeči, ani jejich syntaktickou strukturu, ale že si z významu vět vytvářejí mnohem kratší a nikoli lingvistický model skutečnosti a že vybavování této skutečnosti je aktivní rekonstrukcí dané situace na základě toho, co zůstalo uchováno v tomto modelu. Je-li tento model nekompletní, může být vybavování z paměti bezděčně doplňováno tak, aby vybavená podoba skutečnosti byla smysluplná.

Podle Johnson-Lairda (1983) si člověk vytváří mentální model přečteného textu nebo sděleného proslovu. Ovšem určitý text nebo skupina výroků mohou zpočátku vytvářet více než jeden mentální model. Mentální modelování při zpracování takto zprostředkovaných informací je velmi aktivní a pružnou mentální činností, kdy prvotně vytvořený mentální model může vyžadovat modifikaci podle toho, jaká věta (informace) následuje. Proto porozumění sdělovaným informacím mnohdy závisí na schopnosti vytvořit jejich mentální model a na schopnosti tento model stále modifikovat, rozšiřovat, případně i opustit a vytvořit nový. Jsou-li informace zpočátku nejasné nebo mnohoznačné

(tj. bylo by možné vytvořit více mentálních modelů), člověk si nevytváří mentální modely, nebo jen velmi jednoduché, vytváří si spíše jen zkusmé úsudky, předběžné závěry nebo soudy o tom, co bylo míněno, nikoli však řečeno. Z toho také vyplývá, že jednoznačné textové pasáže vedoucí k jedinému mentálnímu modelu jsou snadněji pochopitelné než pasáže vedoucí k mnohočetným mentálním modelům.

Vytváření mentálních modelů pro pochopení textu Johnson-Laird (1983, s. 246–247) dále zpřesňuje v následujících bodech:

1. Procesy, které umožňují porozumění smyšleným textům (zde je myšleno např. románovým příběhům nebo beletrii obecně), nejsou v zásadě odlišné od těch, které se podílejí na pochopení pravdivých, reálných tvrzení. Způsob, jakým čtenář porozumí románu, např. *Vojna a mír*, není odlišný od způsobu, kterým chápe běžné texty, např. v denních novinách.
2. Při porozumění textu si čtenář vytváří zjednodušený model čteného/posluchač čteného.
3. Interpretace textu závisí jak na vytvořeném modelu, tak i na procesech, které ho konstruují, rozšiřují a hodnotí. Model vytvořený zpočátku je značně zjednodušeným modelem, který dovoluje vznik mnoha dalších modelů a který je neustále modifikován podle nových informací a zároveň je stále zpětně hodnocen, zda v něm nevznikají rozpory.
4. Činnosti, které konstruují, rozšiřují, hodnotí a revidují mentální modely, spolu úzce souvisí, a nemohou být proto probírány odděleně. Mezi postupy, které probíhají při konstruování mentálních modelů textu nebo řeči, patří:
 - Postup, který začne s konstruováním nového mentálního modelu, pokud nové tvrzení nesouvisí – přímo ani nepřímo – s dosavadním modelem textu.
 - Postup, který nastává ve chvíli, kdy nové tvrzení souvisí aspoň jedním prvkem s dosavadním modelem; v takové situaci se do již vytvořeného mentálního modelu vhodným způsobem připojují další prvky, vlastnosti nebo vztahy.
 - Postup, který integruje dva nebo více dosud samostatných modelů, pokud nové tvrzení uvede jejich prvky do vzájemného vztahu.
 - Postup, který ověřuje, zda vlastnosti a vztahy nového tvrzení, jež mají být zahrnuty do stávajícího modelu, tomuto modelu vyhovují. Jsou to postupy, které ověřují platnost nového tvrzení a jeho přínos pro mentální model, zda tedy přinášejí pro model něco nového; příp. postupy, které umožňují přepracování mentálního modelu do takové

podoby, která by umožnila začlenit do mentálního modelu nové tvrzení, které se zpočátku jevílo jako nesprávné nebo nekompatibilní s modelem.

5. Čtený text je považován za pravdivý, pokud má aspoň jeden mentální model, který vyhovuje pravdivým předpokladům obsaženým v textu. Pravdivost těchto předpokladů však musí být reálná, odpovídat tedy i pravdivosti v modelech korespondujících s reálným světem.

Základním předpokladem pro pochopení textu a řeči je to, že všechny mentální činnosti a postupy, které umožní pochopení textu, se spoléhají na znalost významů slov a vět.

Ovšem i procesy probíhající v pracovní paměti jsou závislé na pamětních obsazích uložených v dlouhodobé paměti. Jejich vydělení je, jak už jsme uvedli na začátku kapitoly, umělé. Proto se v následující kapitole pokusíme o syntézu obou pojetí.

2.3 Syntéza obou pojetí mentálních modelů

V úvodní části této kapitoly jsme uvedli, že složitost mentálních modelů umožňuje jejich výzkum z různých pohledů. Jak uvádí Jonassen a Cho (2008), mentální modely jsou zkoumány vědci různých oborů (kognitivní věda, psychologie, pedagogika) a každý si vytváří jejich vlastní interpretaci. Někteří je popisují jako strukturní analogie světa, které si člověk vytváří, aby mu umožnily porozumět jevům okolního světa a předvídat je, pomohly mu rozhodovat se a kontrolovat činnost a chování (např. Johnson-Laird, 1983; Halford, 1993). Jiní se na ně dívají jako na modely, které obsahují lidské znalosti o světě a o tom, jak tyto jevy v reálném světě fungují (např. Gentner, Stevens, 1983; Norman, 1983), nebo je definují jako druh mentální reprezentace, kterou si člověk konstruuje, když přemýšlí o reálném světě, nebo jako dynamické struktury obvykle vytvořené ve chvíli, kdy je potřeba řešit určitou problémovou situaci (Vosniadou, Brewer, 1992).

Na skutečnost různého přístupu k výzkumu mentálních modelů upozorňuje i Sedláková (2004), která podává přehled všech tematických oblastí, kterým je při výzkumu mentálních modelů věnována pozornost (výzkum mentálních modelů užívání jazyka; deduktivního usuzování; v oblasti chápání matematických, fyzikálních, chemických a biologických jevů; v oblasti chápání společenských jevů; chápání kauzality; výzkumy směřující ke zjištění interkulturních rozdílů při vytváření modelů ad.).

Domníváme se však, že toto rozdílné pojetí modelů mělo umožnit jejich snazší popis a výzkum a že v reálném životě není možné jejich oddělování, že neexistují dva druhy modelů (spíše jsme si vytvořili dva modely mentálních modelů).

Jak píše Brien a Eastman (1994, s. 61): „Kdykoli chceme provést nějakou činnost, aktivujeme celý systém, který obsahuje několik subsystémů. Míjíme tím tu skutečnost, že všechny druhy reprezentace jsou používány komplexně. Reprezentace, kterými si člověk znázorňuje různé fenomény reality, a různé změny, které se mezi těmito fenomény odehrávají, vedou k tomu, že si lidé vytvářejí vlastní mentální model skutečnosti. Mentální model je tvořen deklarativními i procedurálními znalostmi, které lidé mají k určitému jevu reality.“ Ve stejném smyslu definují mentální model i Jonassen a Cho:

„Mentální model je reprezentace nebo strukturní analogie světa, která je vytvořena a ovládána člověkem a která je základem pro kognitivní činnosti, jako porozumění, predikce, usuzování, jež jsou důležité pro plnění úkolů.“ Jonassen a Cho (2008, s. 146)

Podobný syntaktický přístup je zřetelný i ve vymezení funkce mentálních modelů, které podává Vosniadou (in Hakkarainen, Ahtee, 2005): „mentální modely jsou prospěšné v situacích, kdy je potřeba využít uchované vědomosti k zodpovězení otázek, řešení problémů nebo pro porozumění přicházejících informací.“

Každý člověk zpracovává znalosti a informace o různých fyzikálních, biologických i společenských jevech, vypracovává si jejich modely, které někdy přesněji, někdy ne příliš přesně, odpovídají reálné skutečnosti. Člověk si na jejich základě umí vysvětlit mnohé jevy reálného světa a také předvídat jeho změny. Tyto modely obsahují *deklarativní znalosti*, tedy faktické znalosti o světě uložené v podobě verbálního kódování, ale i obrazového znázornění, a *procedurální znalosti*, tedy zautomatizované kognitivní operace a postupy. Uchovává si je v dlouhodobé paměti, odkud mohou být celé nebo jejich části vybaveny do pracovní paměti, kde slouží jako podklad pro další myšlenkové operace, tedy vyvozování závěrů, řešení problémy, rozhodování. Těmito myšlenkovými procesy se mohou modely modifikovat, rozšiřovat, opravovat a poté zase v nové podobě ukládat do dlouhodobé paměti.

Mentální modely jsou tedy smíšenou mentální reprezentací, která se snaží reprezentovat nejen určité objekty hmotného světa, vytvořit modely pro poznání okolní reality, ale také se snaží vytvořit mentální reprezentace pro psychické procesy probíhající

při zpracování informací, tedy pro usuzování a řešení problémů, kdy pomáhají vydělit důležité komponenty systému a určit jejich vzájemné vztahy (příčiny, důsledky, účinky apod.), a pro chápání a porozumění informace nesené jazykem.

2.4 Funkce mentálních modelů

Budeme-li chtít využít teorii mentálních modelů v praxi, je dobré vědět, jaké funkce mohou mentální modely plnit. Jejich přehled podává např. Edwards-Leisová (2012):

1. *Funkce explanační (vysvětlující)*: mentální modely umožňují kognitivní a fyzickou interakci s prostředím, umožňují porozumění světu pochopením příčin i důsledků jevů, jak jsou jevy kontrolovány, jak se vzájemně ovlivňují nebo jak jim lze předcházet.
2. *Funkce prediktivní*: mentální modely umožňují řešení problémů v nových situacích. Tím, že obsahují mentální představy, výroky, analogie, vztahy, abstrakce, pověry i přesvědčení a také konceptuální, deklarativní, vědomosti a procedurální znalosti, umožňující předpovídat, jak bude systém pracovat, a také řešit problémy vztahující se k danému systému. Tato funkce odlišuje mentální modely od jiných kognitivních struktur, na které se člověk nemůže v nových situacích spolehnout. Pokud jsou mentální modely přesné a kompletní, jejich prediktivní hodnota je velká a člověk je schopen řešit problémy úspěšně.
3. *Kontrolní funkce*: lidé si mohou být vědomi přítomnosti mentálních modelů, ale také mohou jejich mentální modely pracovat automaticky a nevědomě. Například při výuce by si učitel měl uvědomit, že při výkladu nového učiva žáci ve snaze o jeho pochopení aktivují mentální modely obsahující myšlenky, pojmy nebo strategie z minulých lekcí, které se ukázaly jako úspěšné. Pokud si toho bude vědom, může tyto již existující mentální modely kontrolovat a přizpůsobovat požadavkům nové látky. Již zmíněná funkce mentálních modelů, tedy že mohou řešit nové situace, umožňuje i kontrolu mentálních modelů a jejich změnu, a tedy i kontrolu osvojených vědomostí a jejich modifikaci, když se ukážou jako nesprávné.
4. *Diagnostická funkce*: mentální modely umožňují vytvořit si metakognitivní dovednosti. Žák při snaze začlenit nové informace do již existujících modelů někdy prožívá zmatek nebo chaos ve své mysli, pokud tyto informace do tohoto modelu „nezapadají“. Zároveň mysl se vždy snaží tento zmatek odstranit, tudíž nutí žáka k dalšímu zpracování informace a modifikaci modelu. Diagnostická funkce mentálního modelu spočívá v tom, že žák porozumí, že může pracovat s mentálním modelem, který mu nedovoluje

včlenit do něj novou informaci nebo pojem, i bez cizí pomoci a že správnost modelu je pro něj dána jeho funkčností, tedy že se mu podaří odstranit onen chaos.

5. *Komunikační funkce*: mentální modely umožňují lidem sdělovat si své poznatky a předávat si je v psané/čtené, mluvené/slyšené formě. Jazyk je tak nástrojem pro externalizaci („zvnějšnění“ jako opak „zvnitřnění“) individuálních mentálních modelů. Pokud bychom neměli vědomosti symbolicky zakódovány a uspořádány ve vzájemných vztazích, neměli bychom způsob, jak je vyjádřit.
6. *Pamětní funkce*: mentální modely existují jak v pracovní, tak i v dlouhodobé paměti. Z výzkumů krátkodobé paměti je známo, že kapacita krátkodobé paměti se pohybuje v rozmezí 7 ± 2 položky, těmito položkami mohou být čísla, písmena, slova i smysluplné celky (angl. chunks). Zpracování informací do mentálních modelů právě vytváří takové smysluplné jednotky. Stejně tak vybavování požadovaných informací z dlouhodobé paměti závisí na efektivitě jejich vštípení a uchování, které je úspěšnější ve formě paměťových schémat. (Plháková, 2003)

Z uvedených funkcí mentálních modelů vyplývá, že je smysluplné se mentálními modely zabývat i v rámci výuky, protože mohou informovat o tom, jak žáci a studenti myslí, jak si osvojují a pamatují poznatky, mohou pomoci žákům a studentům sdělovat své vědomosti a také mohou být nápomocny při rozvoji metakognitivních znalostí.

2.5 Vývoj mentálního modelu odpovídajícího vědeckému modelu

Mohou-li mentální modely plnit tolik funkcí, jistě je také důležité klást si otázku, jak vzniká v mysli žáka mentální model, který by odpovídal vědeckému modelu. Hakkarainen a Ahtee (2005) ve svém článku popisují, jak si žáci tvoří vědecky správný mentální model. Upozorňují na to, že ještě před zahájením výuky daného předmětu mají žáci v mnoha případech spontánně vytvořené tzv. *iniciální mentální modely*, které jsou ovlivněny dřívějšími zkušenostmi a znalostmi, informacemi získanými v rodině a někdy i pověrami. Následně během výuky tyto iniciální mentální modely procházejí buď spontánně, nebo i záměrně změnami – žák si vytváří tzv. *syntetický model*, ve kterém se pokouší zkombinovat vědecké vysvětlení jevu, získané ve vyučování, se svým iniciálním modelem založeným na zkušenosti. V tuto chvíli v závislosti na kvalitě výuky mohou proběhnout dva rozdílné mentální procesy – aktivace již existujících vědomostí, neboť vždy při setkání s novými informacemi se obecně žáci pokoušejí aplikovat staré a ověřené modely

k vysvětlení nových jevů, nebo vytvoření alternativního modelu. Zde bychom chtěli upozornit na již zmíněnou vlastnost mentálních modelů, že je možné v mysli podržet více modelů téže skutečnosti. V případě žáka tak může mít jeden vlastní mentální model, na který se spoléhá při vysvětlení odpovídajících jevů, a pak druhý model vytvořený na základě výuky, na který se spoléhá při zkoušení nebo písemných testech. Přejít od syntetického modelu k vědeckému vede přes stav „chaosu“, kdy oba modely jsou v takovém rozporu, že nutí žáka k vytvoření nového modelu odpovídajícího současnému vědeckému poznání. Podle Edwards-Leisové (2012) má při tomto vytvoření nového mentálního modelu důležitou roli učitel, který by měl pro výuku vytvořit prostředí bohaté na problémové situace, jež v sobě obsahují potenciál pro přetvoření mentálních modelů a jež zahrnují jak rozvoj usuzování, tak i představivosti. Poskytování vhodných příležitostí k rozvoji strategií pro řešení problémových situací ve výuce se zdá být klíčové pro úspěšné učení a změnu původních mentálních modelů.

Hejný a Kuřina (2009) pak popisují vznik určitých obecných znalostí v případě, kdy žák nemá žádnou původní znalost. Prvním stupněm v poznání jsou pak tzv. *izolované modely*, které vznikají na základě první konkrétní zkušenosti s určitým pojmem nebo poznatkem. V mysli pak vzniká více takových izolovaných modelů týkajících se určitého pojmu nebo poznatku a dochází k poznání nebo spíše jen tušení vzájemné souvislosti těchto modelů – vytváří se tak komunita těchto izolovaných modelů s více či méně uvědoměným poznáním jejich podstaty. Příkladem může být např. pochopení sčítání na základě manipulace s konkrétními předměty (sčítání kusů dřevěných kostek, kuliček na počítadle, autíček – to vše jsou izolované modely). Druhým stupněm je pak stupeň *univerzálního modelu*, při kterém žák nalézá společné podstaty komunity izolovaných modelů a jejich vzájemných souvislostí. Univerzální model již není tak konkrétní, jako byl model izolovaný, má již obecnější charakter. Univerzálním modelem při pochopení sčítání může být použití prstů jako zástupného prvku pro konkrétní věci ke znázornění myšlenkového postupu sčítání. Přejít od izolovaného modelu k univerzálnímu nazývají Kuřina a Hejný prvním abstrakčním zdvihem (dochází k prvnímu zobecnění). Druhý abstrakční zdvih pak dává vzniknout *abstraktní znalosti* z univerzálního modelu a dochází při něm k oproštění od předmětných představ. Například při sčítání je to vznik abstraktní znalosti, že součet určitých čísel, která nahrazují množství konkrétních věcí, je vždy stejný.

2.6 Závěr

Teorie mentálních modelů nás informuje o tom, jak lidé v mnoha situacích přemýšlejí, jak si vysvětlují jevy okolního světa, jak si budují a stále přeměňují mentální struktury vlastního poznání, které jim pomáhají si osvojené lépe zapamatovat a pak i následně vybavit. Teorie mentálních modelů je tedy úzce spojena s poznáváním okolní i vnitřní reality člověka. O poznávání jde také při vyučování, proto se v následující kapitole chceme zaměřit na možnost využití mentálních modelů ve vyučovacím procesu s cílem zkvalitnit učení žáků a studentů.

3 Učení

Učení v nejširším pojetí je „tou formou činnosti, při které jedinec mění své chování a své vlastnosti pod vlivem vnějších podmínek a v závislosti na výsledcích svého jednání“. (Linhart, 1967, s. 12). Toto široké pojetí vystihuje podstatu učení, kterou je schopnost přizpůsobovat se měnícím podmínkám, vyvodit důsledky pro své chování z minulé zkušenosti a podle této zkušenosti své chování i své prostředí modifikovat. Tato schopnost adaptability a učení umožnila člověku – i přes jeho chudou instinktivní výbavu – vyrovnat se s požadavky okolního světa a přežít v proměnlivém světě. Značná část tohoto učení probíhá neuvědoměle již od narození až do stáří a smrti člověka.

Specifickou oblastí problematiky učení je **učení záměrné**, které probíhá uvědoměle a s cílem osvojit si určité znalosti. Tento typ učení je i centrem pozornosti naší práce, protože se zamýšlíme nad tím, jak může teorie mentálních modelů podpořit učení znalostem osvojovaným během vyučovacího procesu. Ovšem na učení probíhající ve vyučování je možné se dívat z různých pohledů a různé mohou být i jeho cíle. V následujících podkapitolách bychom chtěli přiblížit náš pohled na učení, vymezit cíle, kterých bychom chtěli při učení dosáhnout, a také pojetí kognitivního vývoje, které s učením úzce souvisí.

3.1 Hlubkový přístup k učení a význam paměti pro učení

Již v úvodu naší práce jsme zmínili, že bychom se chtěli zamyslet především nad možnostmi, jak zkvalitnit učení žáků a studentů, aby jejich poznání bylo založeno na pochopení učiva, jež usnadňuje jeho následné využití. Chceme se tedy pokusit využít teorie mentálních modelů k podpoře tzv. **hlubkového přístupu** k učení, při kterém se žáci a studenti snaží o porozumění učivu i světu kolem sebe, o postižení smyslu učiva i o jeho začlenění do vlastního již vytvořeného systému vědomostí. Chceme tedy podporovat přístup, který se snaží poznat nejen obsah, ale i strukturu učiva, protože pochopení významu, podstatných vztahů a souvislostí, a tedy i struktury vědomostí pak usnadňuje jejich zapamatování i využití. (Vágnerová, 2002; Mareš, 1998; Hejný, Kuřina, 2009)

Protikladem k hlubkovému přístupu je přístup **povrchový** (Mareš, 1998) nebo také přístup založený na **mechanickém zapamatování** (Vágnerová, 2002). Při tomto přístupu se žáci a studenti opírají především o pamětní učení a o rozšiřování poznatků bez snahy pochopit jejich smysl. Poznatky jsou tak pouze formální, jejich osvojení není

spojeno s dalším zpracováním informací, pochopením vzájemných vztahů a souvislostí k dřívějším znalostem. Žák nerozlišuje mezi podstatným a nepodstatným, jeho učení je založeno jen na tzv. memorování nebo „biflování“. Zapamatování je závislé především na opakování a paměťových schopnostech. Nevýhodou tohoto přístupu je tedy nebezpečí zapominání, protože chybí opora v logických souvislostech, a také nemožnost aplikovat tyto poznatky a tvořivě je využívat.

Zde bychom chtěli zdůraznit, že u obou přístupů k učení hraje důležitou roli paměť (nejen v přístupu povrchové). Bez paměti bychom nebyli schopni naučené uchovávat a v potřebné době si vybavovat a s paměťovými obsahy pak pracovat. Jak upozorňuje Krejčová (2013), paměť, učení a myšlení jsou spolu úzce provázané: paměť potřebujeme k tomu, abychom si zapamatovali důležité informace – fakta, názvy, události apod.; při učení si osvojujeme znalosti a dovednosti, které dokážeme reprodukovat, znovu předvést nebo využít v podobné situaci, v jaké jsme se je naučili; myšlení pak umožňuje vše, co si pamatujeme a co jsme se naučili, kombinovat, využít v nových situacích, použít při řešení problémů. Krejčová píše (2013, s. 84): „Na nejnižší úrovni stojí paměť. Pokud používáme jen ji, pouze memorujeme nebo si vybavujeme informace (*přístup povrchový – pozn. autora*), které však nemusejí být v danou chvíli adekvátní. O něco výše stojí učení, při němž si osvojujeme návyky a dále je využíváme v podobných situacích. Nejvýše na imaginárním žebříčku stojí myšlení, které vyžaduje kombinaci zapamatovaného a naučeného.“

Pamětní učení je tedy součástí i hloubkového přístupu – pokud však žáci nebo studenti ustrnou pouze na úrovni mechanického zapamatování, jejich poznání je pouze povrchové, a jak uvidíme dále, vede k osvojení pouze faktů, definic pojmů (s problematickým pochopením jejich významů) a k osvojení pracovních postupů, jež jsou vykonávány mechanicky, bez možnosti přizpůsobení pozměněným podmínkám. Z toho také vyplývá, že s tímto přístupem k poznávání bychom nevystačili. Jak říká Piaget (in Bertrand, 1998, s. 85): „Padesát let experimentování nás poučilo, že neexistuje žádné poznání, které by bylo výsledkem pouhého zaznamenávání pozorovaného a jež by nebylo strukturováno aktivitou subjektu.“ Na otázku, co je tedy vedle paměti důležité pro vytváření znalostí, se snaží odpovědět především teorie **kognitivního konstruktivismu a smysluplného učení**.

3.2 Kognitivní konstruktivismus a smysluplné učení

Tradiční pojetí poznání předpokládá, že svět existuje nezávisle na nás, člověk do něj přichází jako objevitel a v jeho mysli se vytváří kopie reality. Teorie **kognitivního konstruktivismu** oproti tomu vychází ze základní myšlenky, že poznatky jsou konstruované v mysli žáků, která každodenně přijímá a přetváří nové informace tak, aby byly v souladu s dřívějšími znalostmi a již vytvořenými mentálními strukturami – tato činnost je vedena především snahou o nalezení smyslu toho, co člověk poznává, z hlediska toho, co už o určité oblasti ví. (Pasch et al., 1998) Vytváření smyslu, neboli pochopení významu, se podle Lima et al. (2009) děje dvěma způsoby: a) rozdílné části zevní informace jsou spojovány do smysluplného celku, b) zevní informace a předchozí systém vědomostí toho, kdo se učí, jsou integrovány a vytvářejí tak znalost. Rovněž Kinchin a Hay (2000) uvádějí, že kognitivní konstruktivismus zdůrazňuje skutečnost, že lidé si významy událostí a věcí spíše konstruují a rekonstruují, a znalosti jsou tedy spíše tvořeny a konstruovány, než že by byly odhalovány a zapamatovány. Stejně píše Hejný a Kuřina (2009), kteří tvrdí, že poznatky jsou nepřenosné, přenosné jsou pouze informace (z knih, přednášek apod.), poznatky vznikají v mysli člověka, jsou to jeho individuální konstrukty. Toto konstruování poznání je navíc vždy ovlivněno předchozími znalostmi a představami o věcech nebo jevech, jichž se konkrétní poznání týká, i když tyto nemusí být vždy správné, někdy jsou naopak nezralé nebo jednoduché.

Jinými slovy můžeme říci, že nové informace se mohou stát novými poznatky žáka (tedy jeho kognitivním vlastnictvím) až tehdy, kdy je on sám aktivně začleněn do svých stávajících poznatkových struktur. Pokud nové informace neodporují dřívějším znalostem a je možné je do nich zařadit, dochází k asimilaci nového poznatku. Dojde jen ke kvantitativní změně v poznatkové struktuře, která se projeví obohacením a rozšířením znalostí, nemění se však způsob interpretace a chápání problémů v dané oblasti poznání. Pokud však nové informace není možné zařadit do již existujících poznatkových struktur, aniž by vznikl rozpor, musí dojít k jejich restrukturalizaci a vytvoření nového modelu – dochází k akomodaci poznatků, a změna je tudíž i kvalitativní a vede k novému způsobu uvažování, řešení problémů i interpretace dané oblasti. (Pasch et al., 1998; Pupula a Osuská, 1997; Vágnerová, 2002)

Na tuto skutečnost upozornil i Ausubel ve své teorii **smysluplného učení**, která zdůrazňuje vliv předchozích znalostí žáka na následné učení. Učení je nejúčinnější, když vědomě a zřetelně propojuje nové poznatky s příslušnými pojmy, které již žák nebo student

ovládá. Při smysluplném učení se tak mění celé struktury poznání úpravou existujících pojmů a vytvářením nových propojení mezi pojmy. Proto je smysluplné učení účinné a trvalé. (Bílek, 2001) Ausubel (1968, s. 44) je sám charakterizoval jako „nearbitrární (nelibovolné, nenáhodné), podstatné vztahování nových myšlenek nebo propozic do kognitivních struktur. Pro smysluplné učení, aby mohlo nastat, musí mít nová myšlenka potenciální význam a žák musí vlastnit relevantní pojmy, které umožní ukotvení nových myšlenek. Žák musí také vědomě vztáhnout nové myšlenky a propozice k odpovídajícím aspektům jeho struktury vědomostí vědomým způsobem.“

Znamená to tedy, že učitel by si během vyučování měl být vědom toho, že žáci a studenti mají o mnoha věcech a jevech své vlastní představy – mají vytvořeny tzv. prekoncepce, měl by se snažit je poznat, společně s žákem nebo studentem odhalit rozpor prekonceptí a učiva předkládaného během vyučování a těchto rozporů využít k odhalení chybných předpokladů a závěrů v prekonceptích, k začlenění nových poznatků do struktury původních vědomostí, a dosáhnout tedy jakéhosi sjednocení obou modelů. (Zouharová, 2006)

3.3 Kognitivní cíle učení – typy znalostí

Kognitivním cílem učení je osvojení požadovaných znalostí. Jaké typy znalostí si žáci a studenti během vyučovacího procesu mají osvojit? Podle Mareše (2011) to jsou znalosti deklarativní, procedurální, strukturální, kontextové a metakognitivní. Znalosti **deklarativní** zahrnují vědomosti konkrétních faktů a informací i znalosti pojmů, **procedurální** znalosti pak zahrnují znalosti, jak vykonávat určité činnosti, provádět potřebné postupy. **Strukturální** znalosti pak zahrnují takové vědomosti, které zajišťují vzájemnou provázanost deklarativních i procedurálních znalostí, vytvářejí tak celek z jednotlivých znalostí a jsou základem pro porozumění a pak i zapamatování poznatků. **Kontextové** znalosti zahrnují informace, kdy určitou strukturu vědomostí je vhodné použít a kdy naopak je tato struktura nevhodná. **Metakognitivní** znalosti pak tvoří zvláštní skupinu vědomostí, které vztahují ke znalosti vlastních poznávacích schopností a procesů.

Z uvedeného vyplývá, že pro dobré pochopení a zapamatování učiva není důležité jen osvojení a uchování izolovaných vědomostí v paměti, ale i pochopení a zapamatování celé jeho struktury, poznání vzájemných vztahů a souvislostí.

3.3.1 Osvojování deklarativních znalostí

Nejprve se podívejme, co patří mezi deklarativní znalosti (neboli co tvoří obsah učiva při vyučování). Například Jerome Bruner (in Pasch et al., 1998) tvrdil, že každé učivo má svou strukturu a ta se skládá ze tří prvků – jsou to fakta, pojmy a generalizace (zobecnění). Fakta tvoří základ, z něj se vytvářejí pojmy a nalézáním vztahů mezi pojmy se tvoří generalizace. Mareš (2011) vymezuje deklarativní znalosti velmi podobně – sestávají ze čtyř složek, kterými jsou fakta, pojmy, propozice a principy.

Fakta

Fakta jsou informace, data nebo prohlášení o konkrétních objektech (lidech, věcech, místech, událostech), která je možné si ověřit pozorováním, provedením pokusu, dotazem u autority, vyhledáním v historických záznamech nebo vlastní zkušeností. Fakta jsou tedy základem našeho poznání, ale sama o sobě nevedou k pochopení dané oblasti poznání. K tomu jsou potřebné další úrovně znalostí.

Pojmy

Pojmy jsou zobecňující označení pro celou třídu věcí a jevů, které mají společné znaky nebo nejdůležitější vlastnosti. Jsou to kategorie, do kterých mysl zařazuje věci a jevy, aby tak usnadnila orientaci ve vnějším i vnitřním světě. Na rozdíl od faktů, která jakoby leží mimo mysl člověka a on je pouze uchopí a zapamatuje si je, jsou pojmy verbální mentální reprezentací určité kategorie věcí a jevů, umožňují tedy zpracovávat nové informace na základě předchozí zkušenosti tím, že mysl nové přiřadí do již známé kategorie, tedy pojmu. Jejich vznik předpokládá určitou mentální aktivitu, která dává vzniknout nové mentální struktuře. Význam kategorizace neboli utváření pojmů a následného přiřazování věcí, jevů, situací do vytvořených kategorií pojmů popsal přehledně Bruner (1956). Utváření pojmů je prostředek, který:

- redukuje složitost okolního prostředí,
- identifikuje objekty světa kolem nás,
- redukuje nutnost stálého učení (znovu objevování toho, co již bylo objevené),
- umožňuje činnost (zařazením objektu do určité kategorie víme, jaké má tento objekt vlastnosti, aniž bychom je museli stále znovu ověřovat, proto víme, jak se k němu chovat, příp. k čemu jej můžeme použít),

– umožňuje zařazením objektu do určité kategorie odvodit jeho vztahy následnosti nebo kauzality, které vyplývají ze vztahu této kategorie k jiným.

Z těchto funkcí je zřetelné, jak důležité je pojmové učení. Mohlo by se však zdát, že zde existuje rozpor – vždyť je známo, že každý vědní obor má své pojmy, jejichž význam je důležité si osvojit, aby bylo možné porozumět výuce, vědeckým publikacím, statím, přednáškám.⁵ Tedy zdá se, že pojmy naopak leží mimo mysl člověka a že je nutné se naučit jejich význam. Ovšem vytváření pojmu není pouze pamětní proces, tedy zapamatování si definice, ale vyžaduje i mentální činnost, určitý stupeň abstrakce a zjednodušení. U některých pojmů je tento proces poměrně jednoduchý, u některých pojmů je naopak proces vytváření pojmu velmi náročný a obsáhlý.⁶ Můžeme říci, že vytváření pojmu v lidské mysli je proces postupného přibližování k jeho co nejpřesnějšímu vymezení a k jeho obvyklým významům, jeho jemnějšího rozlišování a rozšiřování.

Jak uvádí Fischer (2011, s. 73) „uspořádáváme si svět tím, že převádíme své vjemy (to, co vidíme, slyšíme, cítíme atd.) na pojmy (slova a myšlenky). ... Pojem je myšlenka, která vnáší řád; je to abstrakce, která spojuje řadu faktů a pokouší se vysvětlit je tím, že je pořádá do kategorií nebo tříd. Pojmy nám pomáhají třídit a uspořádat myšlenky a prožitky; poskytují nám označení, která těmto uskupením myšlenek dáváme.“

Propozice

Propozice jsou tvrzení, výroky o vztahu mezi dvěma nebo více pojmy, mají podobu jednoduché věty. Propozice v paměti nejsou izolované, ale seskupují se do struktur – propojení těchto struktur je více méně hierarchické a vytváří složitější schémata. (Bílek, 2001)

Principy

Jsou to ještě obecnější entity, které postihují složitější vztahy mezi pojmy a propozicemi. Tak pak vznikají vědecké teorie, zákony a hypotézy. Principy vznikají značnou mírou zobecnění – tedy jsou tím, co Bruner nazýval generalizací (Mareš, 2011; Pasch et al., 1998).

⁵ V mnoha učebnicích odborných předmětů autoři na konec knihy připojují „Slovníček pojmů“, aby studentům usnadnili jejich pochopení.

⁶ Tématem této práce jsou mentální modely, což je vlastně pojem kognitivní psychologie. K jeho přesnějšímu vymezení jsme potřebovali několik stránek textu.

Deklarativní znalosti se ukládají v dlouhodobé paměti do tzv. sémantické paměti⁷. Ta na rozdíl od epizodické paměti opomíjí časoprostorové souvislosti a poznatky, které člověk získává, organizuje **na základě jejich významu a vzájemných vztahů**. Sémantická paměť tak nemusí uchovávat všechny informace v přesné podobě, ve které byly prezentovány (tak by bylo zapamatování velmi obtížné), v paměti jsou uchovávány především klíčová slova a klíčové pojmy, které jsou zařazeny do struktury znalostí. Při vybavování znalostí si pak stačí vzpomenout na tyto klíčové myšlenky, slova, pojmy nebo představy a to, co si pamatujeme, z nich dokážeme pak zrekonstruovat. (Fischer, 2011)⁸

Jak jsme uvedli na začátku této kapitoly, rozhodující jsou i již existující struktury znalostí, do kterých je nová informace zařazována – vytváří se tedy vztahy nejen mezi poznatky, které se žák v určitý okamžik chce naučit, ale i mezi poznatky, které již ve své paměti má uložené. Na základě těchto dřívějších znalostí si vytváří určitá očekávání a hypotézy, jak nové informace nebo jevy souvisí s dříve osvojeným. Pokud jsou očekávání ověřena, nové informace jsou asimilovány do již existující mentální struktury. Pokud se však očekávání neověří, vzniká nerovnováha a je potřeba tzv. akomodace. Důsledkem akomodace je vytváření alternativních mentálních struktur vyplývajících z nerovnováhy, dokud není dosaženo rovnováhy mezi očekávanými a skutečnými výsledky. Propojováním nových a již uložených poznatků se vytváří nové formy porozumění danému jevu. Schopnost vytvářet deklarativní znalosti závisí tedy i na procedurálních znalostech, které jsou závislé na schopnosti vytvářet a testovat hypotézy. (Odom, Kelly, 2001).

3.3.2 Osvojování procedurálních znalostí

Na rozdíl od deklarativních znalostí, které jsou znalostmi typu „*vědět, že...*“, jsou procedurální znalosti typem „*vědět, jak...*“. (Odom, Kelly, 2001) Jsou to znalosti umožňující vykonávat konkrétní činnosti, používat určité postupy založené na zapamatování někdy jednoduchého, jindy značně složitého sledu jednotlivých kroků. Patří sem i znalosti myšlenkových operací. Procedurální znalosti se projevují především ve výkonu a v jeho kvalitě. Jsou uloženy v implicitní paměti, jejich utváření je často založené na nevědomém zapamatování a jsou vykonávány automaticky, bez účasti vědomí. (Hartl,

⁷ Další částí dlouhodobé paměti je paměť epizodická, která uchovává informace o událostech a dějích, které se odehrávají v určitém čase a prostoru, pracuje tedy v časoprostorových souvislostech. Její součástí je paměť autobiografická. (Plhánková, 2003)

⁸ Uchování znalostí v dlouhodobé paměti samozřejmě není závislé jen na způsobu jejich organizace, ale, jak upozorňuje např. Vágnerová (2002), i na tom, zda jsou tyto znalosti využívány, příp. zda mají nějaký emoční význam. My pro tuto práci od těchto faktorů odhlédneme, neboť tím by se práce značně rozšířovala a problematika rozrůstala.

Hartlová, 2010; Odom, Kelly, 2001). Nevědomé zapamatování však platí jen pro některé procedurální znalosti (např. chůzi není nutné dětem vysvětlovat), avšak i velká část procedurálních znalostí nejdříve prochází uvědomělým osvojováním a je nejprve uložena v deklarativní paměti, postupným nácvikem doprovázeným detailní sebekontrolou se činnost automatizuje a přesouvá do paměti implicitní. Osvojování takových dovedností probíhá podle Čápa (2001) ve třech fázích – první je fáze převážně kognitivní, druhá fáze je fáze počátečního vykonávání požadované činnosti s detailní sebekontrolou, třetí fází pak fáze opakování činnosti, její zdokonalování a automatizace. Společnou vlastností těchto znalostí je spíše to, že k jejich osvojení je důležité jejich aktivní provádění a nácvik, kdy je pro jejich zapamatování důležité i zpracování počitků a vjemů přicházejících z těla (uchování enaktické reprezentace – podle klasifikace reprezentací J. Brunera).

Tento typ znalostí zahrnuje znalosti provedení nějakého pohybového vzorce (např. chůze, jízdy na lyžích, na kole; pletení, šití na šicím stroji; řízení automobilu ve smyslu ovládnutí volantu, pedálů, řadicí páky; provedení aplikace injekce nebo zavedení infuze apod.), určitých postupů (např. upletení svetrů, ušití konkrétní části oděvu; u zřízení automobilu ve smyslu postupu při rozjíždění, odbočování vlevo apod.; u zdravotní sestry příprava pacienta k infuzi a příprava infuze, provádění resuscitace) i vykonávání složitých činností (např. řízení automobilu ve smyslu přizpůsobení jízdy stavu vozovky, povětrnostním podmínkám, provozu, nečekaným situacím apod.; u zdravotní sestry celkový plán ošetrovatelské péče o pacienta, u lékaře pak plán léčby pacienta). Mezi procedurální patří i znalosti myšlenkových operací.

3.3.3 Osvojování strukturálních znalostí

Strukturální znalosti zahrnují takové vědomosti, které zajišťují vzájemnou provázanost deklarativních i procedurálních znalostí, vytvářejí tak celek z jednotlivých znalostí a jsou základem pro porozumění a pak i zapamatování poznatků.

Nacházení vztahů a vzájemných souvislostí mezi jednotlivými poznatky a vytváření provázanosti mezi deklarativními a procedurálními znalostmi a vytváření tak smysluplně propojené struktury je základem pochopení učiva a jeho zapamatování. Na nutnost zabývat se při vyučování strukturou upozornil již Bruner ve své knize *Vzdělávací proces* z roku 1965: „Pochopení struktury učiva záleží v tom, že se mu porozumí takovým způsobem, který dovoluje promyšleně s ním spojovat mnoho jiných věcí. Učit se struktuře znamená, stručně řečeno, učit se poznávat, jaké vztahy jsou mezi věcmi.“ (Bruner, 1965, s. 21) Pro

vyučování pak dále Bruner vyvodil několik zásad: první zásadou je nutnost pochopení základních pojmů, které činí celý předmět srozumitelnějším; druhou zásadou je nutnost uvedení každého dílčího faktu do strukturní souvislosti, jinak se rychle zapomíná, ovšem jednotlivé podrobnosti se uchovávají v paměti tím, že si je představujeme zjednodušené; třetí zásada se týká toho, že pochopení základních principů a pojmů zřejmě zabezpečuje „přenos nácviku“ v podobných situacích, znamená to osvojit si nejen zvláštní, konkrétní jev, nýbrž i model chápání podobných jevů.

3.3.4 Osvojování kontextových znalostí

Kontextové znalosti zahrnují informace o tom, kdy je vhodné použít určitou strukturu vědomostí – spočívá tedy ve schopnosti najít analogie a ve schopnosti rozlišit případy, kdy je naopak tato struktura nevhodná. Vyhledávání analogií v mysli se podle Thagarda (2001) řídí 3 hledisky: podobností, strukturou a účelem – analogie spočívají v povrchové podobnosti i v hlubších strukturálních vztazích a mohou být omezeny i účelem, ke kterému jsou vyhledávány. Kontextové znalosti umožňují žákům a studentům použít naučené učivo ve správných příkladech, například mu umožňují poznat, jaký způsob výpočtu a jaké vzorce použít v konkrétní fyzikální nebo matematické úloze. Kontextové znalosti používá např. i lékař, když na základě symptomů nemocného určuje diagnózu nemoci, pro kterou je určující přítomnost konkrétních symptomů.

3.3.5 Osvojení metakognitivních znalostí

Metakognitivní znalosti jsou zvláštním typem znalostí – jsou to znalosti a zkušenosti spojené s vlastním poznáváním. Podle míry uvědomění těchto znalostí Vágnerová (2002) rozlišuje implicitní a explicitní metakognici. Implicitní metakognice je nevědomá, projevuje se např. tím, že žák nebo student posoudí obtížnost úkolu a odhadne svoji možnost na jeho vyřešení, nebo tím, že žák se zaměří při učení na tu část učiva, kterou ještě dobře nezvládl. Explicitní metakognice je vědomé hodnocení vlastních schopností a porozumění vlastním myšlenkovým procesům. Rozvíjení explicitních metakognitivních znalostí znamená jejich zvědomnění (tedy i verbalizace) a přemýšlení o tom, jak přemýšlíme. Krejčová (2013) uvádí dvě základní operace využívané při metakognitivních procesech, jsou to monitorování a seberegulace.

Jsme si vědomi toho, že takovéto rozdělení a oddělený popis znalostí neodpovídá skutečnému osvojování vědomostí a je zde proveden spíše z důvodu lepšího porozumění učebnímu procesu. Osvojování jednotlivých typů znalostí totiž neprobíhá izolovaně; při tvorbě pojmů, propozic nebo při zobecňování se zároveň uplatňují procedurální znalosti (např. proces abstrakce, kategorizace, porovnávání), díky této činnosti jsou poznávány vztahy mezi jednotlivými fakty, pojmy i propozicemi nebo i již osvojenými znalostmi. Tím se rozvíjí a mění struktura znalostí, strukturální znalosti vždy musí být rozvíjeny na základě manipulace s deklarativními znalostmi, stejně tak nedomyslitelné od deklarativních, procedurálních i strukturních vlastností jsou kontextové vlastnosti. Metakognitivní znalosti pak mohou být rozvíjeny při jakémkoli učení, a to především při zvědomění a monitorování kognitivních činností.

3.4 Vývoj poznávacích (kognitivních) schopností, paměti a metakognitivních znalostí

Pro učení a výuku je důležité mít na paměti, že osvojování výše uvedených kognitivních znalostí, a tedy i kvalita mentálních modelů vytvořených na základě vzdělávání, jsou závislé na věku žáků a studentů a jsou určovány jak vývojem kognitivních schopností, tak vývojem paměti a metakognitivních znalostí.

3.4.1 Vývoj kognitivních schopností

Kognitivní schopnosti se postupně vyvíjejí a proměňují od úrovně, kdy jsou závislé na konkrétní manipulaci s předměty, přes fáze postupného zvětšování prostorové i časové vzdálenosti mezi poznávajícím subjektem a objektem poznání, kdy se myšlení opírá o konkrétní představy a konkrétní pojmy, až k úrovni, kdy je subjekt schopen přemýšlet o hypotetických možnostech a vytvářet úsudky na základě manipulace s výsledky předchozích mentálních operací. Tento vývoj odvodil z empirických pozorování Piaget, který jej rozdělil do čtyř období:

- 1. období sensorimotorické inteligence** (do 18 měsíců), kdy je inteligence závislá na vjemech a pohybech, bez účasti představ a myšlení; poznávání úzce souvisí s činností dítěte, cílem činností není poznání, ale praktické uspokojení nebo dosažení určitého cíle (najít hračku, rozpohybovat zavěšené figurky apod.), jde o inteligenci prožívanou;
- 2. období symbolických funkcí** (od 18 měsíců do 7 let), která je projevem schopnosti dítěte reprezentovat neboli zpřítomnit minulou zkušenost prostřednictvím označujících prvků, jež jsou odlišné od označovaného; činnost, která v předchozím období byla prováděna

reálně, se nyní zvnitřňuje v myšlení, tím dochází ke zvětšení prostorové i časové vzdálenosti mezi subjektem a objektem poznání; myšlení je tedy založené na vyvolání představy nepřítomného předmětu nebo děje;

3. *období konkrétních operací* (od 7 let do 11 až 12 let) se vyznačuje schopností decentrace (myšlení není determinováno zohledněním jen jednoho faktoru situace, při myšlení je dítě schopno zohlednit více aspektů, které ovlivňují danou situaci) a reverzibilitou myšlenkových operací; díky tomu myšlení není již závislé pouze na zkušenosti, ale stále se opírá o konkrétní pojmy, s kterými provádí interiorizované činnosti;
4. *období formálních operací* (od 12 let výše) se vyznačuje schopností hypoteticko-deduktivního usuzování, při kterém úsudek týkající se skutečnosti spočívá v zacházení s operacemi a s jejich výsledky, které mohou být dále výchozími předpoklady pro další myšlení; tak je student schopný uvažovat např. o jen hypotetických jevech nebo o jevech budoucích. (Kratochvíl, 2006; Piaget, 1966; Piaget, Inhelderová, 2007)

Následné experimenty prováděné dalšími výzkumníky některá tvrzení Piagetovy teorie nepotvrdily – např. předpoklad, že kognitivní vývoj probíhá v uvedené posloupnosti nespojitých vývojových fázích najednou pro všechny typy úloh, – nebo zpochybnily správnost odhadů věkových rozmezí, kdy děti zvládnou jednotlivé úkoly, které jim Piaget zadával, a také závěry o tom, co dětem způsobuje problémy v jednotlivých úlohách. (Fontana, 2010; Sternberg, 2009) Dále někteří psychologové doplňují páté stadium myšlení – tzv. *dialektické myšlení*, které připouští, že v mnoha životních situacích neexistuje jedno konečné správné řešení, jiní je nazývají jako *postformální myšlení*, které umožňuje mentálně zpracovávat rozporuplnosti každodenního života. (Sternberg, 2009). Zde jen připomínáme výsledky zjištěné při výzkumu mentálních modelů a které s výše uvedeným souvisí, a to že tyto modely umožňují zpracovávat i situace, při kterých se ne vždy lidé řídí zákonitostmi formální logiky.

3.4.2 Vývoj paměti

Paměťové schopnosti se rozvíjí zráním a učením. Jak uvádí Vágnerová (2002), vývoj dětské paměti se děje:

1. zvyšováním kapacity a rychlosti zpracování informací, které jsou pozitivně ovlivňovány celkovým rozvojem poznávacích schopností, stimulací a požadavky školy;

2. osvojováním paměťových strategií, které se učí používat především žáci druhého stupně, protože již nestačí mechanické memorování, poznají, že zapamatování látky usnadňuje pochopení vztahů a souvislostí i pochopení jejího významu;
3. rozvojem metapaměti, která spočívá v rozvoji znalostí o fungování paměti i o vlastních paměťových schopnostech, např. kolik učební látky se mohou naučit za určitý časový limit, jak je potřeba si rozdělit učivo na části, aby bylo lépe zapamatovatelné, nebo kolik opakování učiva je účelné apod.

Z uvedeného je patrné, že rozvoj paměti i paměťových strategií umožňuje založit poznávání i na jiných principech než na pouhém mechanickém zapamatování, které mnoha žákům na počátku školní docházky stačilo.

3.4.3 Vývoj metakognitivních znalostí

Podle Vágnerové metakognice zahrnuje „znalosti a zkušenosti s poznávacími funkcemi i schopnost o nich uvažovat, je zaměřena jak na orientaci, tj. poznání a porozumění, tak na regulaci a kontrolu poznávacích aktivit“ (Vágnerová, 2002, s. 67).

Aktuální úroveň metakognitivních znalostí dětí závisí:

1. na obecném, vývojově daném rozvoji metakognice, který se projeví schopností dětí určitého věku posuzovat možnosti poznání a jeho omezení;
2. na individuálním rozvoji metakognitivních schopností, který je dán vlastní zkušeností s poznávacími aktivitami a který udává, zda dítě bude schopné odhadnout vlastní porozumění problému, vlastní možnosti pro řešení úlohy nebo čas, za jak dlouho bude schopné úkol splnit.

Pro rozvoj metakognice je důležité získávat vlastní zkušenosti s poznávacími aktivitami, je však také ovlivněn kulturou, požadavky prostředí a zkušenostmi, ale i zráním, kdy se rozvíjí schopnost monitorování vlastních myšlenek – kognitivní monitorování. Do určité míry však metakognice závisí i na inteligenci dětí, kdy například bylo zjištěno, že děti s vyšší inteligencí věnovaly delší čas přečtení a pochopení úlohy nebo prozkoumání problému. (Sternberg, 2009; Vágnerová, 2002)

V následující kapitole bychom se chtěli věnovat již konkrétním možnostem, jak by teorie mentálních modelů mohla napomoci zkvalitnění učení.

4 Mentální modely jako prostředek k zefektivnění učení

4.1 Mentální mapy jako prostředek externalizace mentálních modelů

Výsledkem procesu učení jsou osvojené znalosti, které mají podobu různě složitě vnitřní reprezentace určitého předmětu, objektu, jevu i činnosti. Jak jsme popsali ve druhé kapitole, ty mohou mít podobu jednoduchých, ale i složitých mentálních reprezentací. Jejich nevýhodou je skutečnost, že jsou vytvořeny ve vnitřním psychickém prostoru žáka nebo studenta a jako takové nejsou přístupné hodnocení nebo posouzení. Chceme-li se zabývat jejich kvalitou a využít je pro další rozvoj poznání, je potřeba, aby nějakým způsobem došlo k jejich znázornění – externalizaci, někdy se hovoří i o re-reprezentaci znalostí. V této souvislosti Fischer (2011) uvádí, že pro zevní vyjádření mentálních reprezentací jsou vhodné **mentální mapy**, které jsou vizuálním znázorněním vzájemných vztahů myšlenek a pojmů – jsou tedy modely mentálních modelů; **mentální modelování** je pak činností, při které interní myšlenky jsou znázorňovány vizuálně, jsou převáděny do grafické podoby. Ve stejném smyslu hovoří i Chang (2007), který také upozorňuje na skutečnost, že je obtížné zkoumat individuální vnitřní mentální modely, avšak jejich poznání je předpokladem pro objasnění individuálního způsobu myšlení. Pokud tedy chceme mentální modely znalostí poznávat a posuzovat, musíme se spolehnout na jejich vyjádření – externalizaci – a jednou z možností, jak vyjádřit mentální modely, je užití mentálních map. Mentální modely jsou tedy vnitřním pojmovým rámcem a mentální mapy jsou vnější a vizuální strukturou umožňující externalizovat důležité vědomosti nebo teorii a vyjádřit myšlenkové postupy.

Zde bychom rádi upozornili na určitou terminologickou nesrovnalost, která se objevuje v různých literárních zdrojích, ve kterých se pro označení vizuálního znázornění vnitřních reprezentací, a tedy i mentálních modelů, používají pojmy vědomostní mapy, pojmové mapy, mentální mapy, kognitivní mapy, myšlenkové mapy, sémantické mapy, mapy myslí, větvené myšlenky, slovní předivo apod. (Meškan, 2011; Fischer, 2011). Pro osvětlení rozdílů mezi těmito jednotlivými pojmy bychom je zde rádi odlišili a definovali, v jakém významu je budeme nadále používat.

Mentální reprezentace a **mentální model** je vnitřní intrapsychická struktura, která jako taková není přístupná zkoumání. Mentální model je smíšená mentální reprezentace, která může být tvořena představami, pojmy, propozicemi vzájemně propojenými do

smysluplné struktury. Jakékoli grafické vyjádření externalizující mentální model, tedy vědomosti, pojmy, myšlenky a myšlenkové postupy, nazýváme **mapami**⁹:

- **Vědomostní mapy** jsou grafickým znázorněním především základních vědomostí ve smyslu faktů a dat, podle Fischera (2011) se mohou dobře osvědčit tehdy, je-li nutno naučit se velkému množství informací a faktických znalostí – jako například v přírodovědě, v zeměpise nebo v dějepise. Vědomostní mapa tak slouží spíše ke znázornění deklarativních znalostí, a to konkrétně faktů.
- **Pojmové mapy** slouží ke znázornění pojmů, vztahů mezi pojmy a jejich vzájemné struktury, jsou častým předmětem zkoumání a jsou pokládány za vhodný prostředek ke znázornění pojmotvorného procesu při vyučování. V české literatuře se využití pojmových map věnuje např. Bílek, (2001), Fischer (2011), Mareš (2011), Zouharová (2006). Jejich přínos vidí v tom, že při snaze vyjádřit svou představu o síti pojmů nutí žáka přesněji uvažovat o těchto pojmech – musí promyšlet a postihnout všechny vztahy, které považuje za důležité, jsou tedy nástrojem zdokonalujícím a zpřesňujícím myšlení.
- **Myšlenkové mapy** zachycují především myšlenkové procesy odehrávající se v mysli např. při plánování postupu složitějších činností, např. plánování postupu při psaní seminární práce, při plánování léčebného plánu pacienta nebo v osobním prostředí pak např. při plánování narozeninové oslavy, svatby nebo dovolené v cizině. O popularitu myšlenkových map jako prostředku pro plánování se postaral americký autor Buzan (2007). V tomto pojetí bychom myšlenkové mapy mohli použít ke znázornění některého typu procedurálních znalostí.
- **Mentální mapy** jsou asi nejkomplexněji pojatou re-reprezentací, kdy zachycují jak pojmy, jejich vzájemné vztahy a strukturu, tak i myšlenky a myšlenkové činnosti. Někdy bývají používány jako nadřazený pojem ostatním typům map, tj. tímto termínem jsou označovány jakákoli grafická znázornění vzájemných vztahů, vazeb mezi znalostmi; jejich základem je klíčové slovo, pojem, téma, okolo kterého pomocí obrazců a spojnic mezi nimi znázorňujeme grafickou strukturu doplněnou slovní informací. Např. Fischer píše (2011, s. 71): „Všechny postupy, které znázorňují myšlení nějakým zobrazením, můžeme nazvat mentálními mapami. Mentální mapy jsou pokusem vizuálně znázornit

⁹ O nejasnosti terminologie v této oblasti svědčí např. i to, že Velký psychologický slovník (Hartl, Hartlová, 2010, s. 294, 295) termínem mapa percepční/kognitivní/mentální označuje odraz vnějšího světa vytvořený v mozku/vnitřní mentální obraz světa ve vnitřním obraz/způsob uložení obrazů okolního světa a vztahů mezi uloženými obrazy v mozku. V zahraničních literárních zdrojích jsme se s termínem mapa pro označení vnitřních (intrapsychických) obrazů světa nesetkali, termín mapa byl vždy používán pro vnější znázornění mentálních reprezentací. Výjimku tvoří pojem kognitivní mapa, který je používán pro mentální reprezentaci konkrétního prostoru (viz kap. 1.1.2).

vzájemné vztahy myšlenek a pojmů. Někdy bývají nazývány pojmovými mapami, protože stanovení klíčových slov a pojmů pak usnadňuje další užívání řeči.“

Domníváme se, že tato terminologická nejasnost vznikla především tím, že v reálných situacích je velmi těžké odlišit a přesně vymezit, jaké operace v mysli jedince probíhají, zda jde jen o modelování vědomostí nebo již o modelování pojmových struktur nebo složitých mentálních struktur spojených s mnoha mentálními operacemi. Ve výše uvedených definicích jsme se snažili vysvětlit nejčastěji používané pojmy, které tak jsou samy o sobě určitou mírou abstrakce.

4.2 Funkce mentálního mapování

Konstruování mentální mapy žáky a studenty během vyučování může plnit vícero funkcí. Podle toho, ve které fázi vyučovacího procesu je mentální mapování použito, rozlišuje Mareš (2011) tři funkce mapování – je to funkce *diagnostická*, funkce prostředku *pro smysluplné učení* a funkce nástroje pro zjišťování účinnosti cílených intervencí (tedy funkce *hodnotící*). Buzan (2007) pak uvádí možnost využít mentální mapy k *plánování činností*, která je použitelná při plnění mnoha úkolů nebo řešení problémů v jakékoli části vyučování. Nyní bychom blíže popsali tyto jednotlivé funkce mentálních map ve vyučování.

Diagnostická funkce

Podle kvality zpracování určitého tématu do podoby mentální mapy je možné zjistit, co o tomto tématu žák již ví, zda jsou jeho znalosti úplné, nebo naopak zda jsou útržkovité, dále v kterých oblastech jsou znalosti správné, a kde naopak odpovídají naivním teoriím (*miskoncepce*¹⁰). Tímto způsobem tedy můžeme zjišťovat žákovy *prekoncepce*¹¹ určitých pojmů ještě před samotnou výukou.

Použijeme-li pojmové mapy až po seznámení žáků s určitým tématem, můžeme pojmovými mapami zjišťovat, jak žák přemýšlí o daném tématu, příp. vhodnou učitelovou intervencí jeho přemýšlení o tématu zpřesnit.

¹⁰ Miskoncepce jsou mylné nebo úplně chybné struktury v chápání pojmů a vztahů mezi nimi. Pokud je učitel neodhalí, mohou značně zkomplikovat nebo znemožnit budoucí učení.

¹¹ Prekoncepce je souhrnný název pro představy o pojmech vytvořené v mysli žáka ještě před započatím výuky, většinou pod vlivem naivních dětských teorií vznikajících vlivem zkušenosti, rodiny nebo informací z knih, časopisů a médií. Nemusí být vždy špatné, ale málokdy zcela odpovídají vědeckým teoriím.

Funkce pro smysluplné učení

Konstruování mentální mapy je vhodné především při osvojování většího množství učiva předloženého v souvislém textu nebo přednášce, chceme-li, aby žák poznal i strukturu vědomostí a pojmů.

Přínos vytváření všech typů map pro učení spočívá především v tom, že převádí velké množství informací vyjádřených slovně (tedy lineární zpracování učiva) do podoby nelineární, ve které je kladen především důraz na význam jednotlivých znázorněných položek a která vyzdvihuje nejdůležitější pojmy, myšlenky a jejich vzájemná propojení, jež je v textu nutné vysvětlovat s použitím dalších slov, která nejdůležitější význam zamlžují. Jsou tedy úspornější, a zároveň poskytují pohled na komplexní vztahy mezi myšlenkami, vedou k pohledu na informace z různých stran a úhlů, ukazují i protiklady a případné neznalosti v dané oblasti a umožňují i reorganizaci dosavadních vědomostních struktur. Vizuální znázornění informace má dále tu výhodu, že aktivuje obě poloviny mozku spojováním myšlení s vizuálními obrazy – propojením levé hemisféry, která je nositelkou logického a exaktního myšlení, s hemisférou pravou, jež dominuje představivosti, snění, umění, prostorovému vidění, dovoluje využít možností a schopností mozku a myšlení. To vše usnadňuje pochopení učiva, tím i jeho zapamatování a vybavování, při učení se novým poznatkům usnadňuje rekonstruování učiva již osvojeného, a tedy i zařazení nových poznatků do již přítomných mentálních struktur (Bílek, 2011; Hubatka, 2010; Mareš, 2011; Vasilová, 1999).

Funkce hodnotící

Třetí možností, jak využít mentální mapy ve vyučování, je jejich použití k hodnocení znalostí žáka po výuce určitého tématu – může mít například podobu porovnání mentální mapy vzniklé před začátkem výuky daného tématu a po jejím ukončení, nebo podobu hodnocení mapy vytvořené po výuce daného předmětu. Tato funkce úzce souvisí se schopností a znalostí, jak mentální mapy hodnotit. Problematice hodnocení mentálních map věnujeme samostatnou kapitolu.

Funkce podporující plánování

Mentální mapy se mohou používat i v situacích, kdy je nutné vymyslet postup činností, nebo naplánovat činnosti, jejíž organizace je složitější. Žáci a studenti je mohou použít např. při plánování postupu vypracování seminární práce, kdy si mohou v mentální mapě

znázornit jak jednotlivé kroky při vlastní činnosti, tak dílčí body obsahu vlastní práce, nebo si mohou v mentální mapě rozpracovat plnění projektových úkolů, které spočívá ve splnění menších úkolů. Zde bychom chtěli jen na okraj připomenout, že mentální mapování může ve své práci využívat i učitel při své přípravě na hodinu nebo při zpracovávání učebního obsahu určitého ročníku a jeho rozvržení během školního roku.

4.3 Charakteristika mentálních map

Každou mentální mapu je možné popsat a charakterizovat z několika různých hledisek. Podle Feuersteina (in Málková, 2009), který v rámci své metody instrumentálního obohacování pracoval i s kognitivními mapami, určuje mapu sedm parametrů. Každý z těchto parametrů umožňuje přiblížit a poznat kognitivní úkony nebo myšlenkové procesy žáka, porozumět jeho myšlení i obtížím, které se objevují při řešení určitých úkolů.

- a) **Obsah** – určuje, co je náplní konkrétní mentální činnosti, příp. k jakému oboru lidské činnosti nebo k jakému školnímu předmětu se obsah vztahuje, tedy i jaký obsah bude náplní mentální mapy. Tento obsah může být pro žáka nebo studenta známý, nebo naopak cizí. Zvládnutí úkolů s neznámým obsahem bude pro žáka obtížné a bude vyžadovat velké úsilí; velmi známý obsah nemusí vyvolat dostatečný zájem.
- b) **Modalita** – každá myšlenková a psychická činnost může být vyjádřena rozličnými formami: např. slovně, číselně, ilustracemi, symboly nebo kombinací těchto forem. Kognitivní úroveň žáka a eventuální přítomnost deficitů v kognitivní oblasti pak mohou omezovat některým žákům dostupnost a ovládnutí určitých modalit. Někteří autoři např. uvádějí, že mentální mapování je možné použít již u dětí v mateřské škole, stačí pouze používat jako prvky mapy obrázky. Čím budou žáci mladší, tím konkrétnější mentální mapy budou muset být, naopak studenti schopní formálních operací budou moci vytvářet mapy s abstraktními pojmy.
- c) **Operace** – podle Feuersteina představují operace zvnitřněné, organizované a koordinované soubory mentálních činností. Tento parametr umožňuje analyzovat mentální úkony člověka podle operací nebo pravidel, kterými lidé informace organizují, mění, manipulují s nimi, aby mohli vytvářet informace nové.
- d) **Fáze** – tento parametr vychází z představy, že každý mentální úkon je možné rozdělit do tří fází: *vstup*, tedy jakási počáteční fáze myšlenkového procesu (např. shromažďování informací), *zpracování*, tedy fáze myšlenkového procesu zodpovědná za realizaci úkolu (např. plánování, nalezení postupu pro řešení), a *výstup*, tedy fáze výkonu (např. sdělení

řešení zadaného úkolu sobě samému nebo druhým). Tyto fáze jsou propojené, jejich členění má velký význam pro odhalení obtíží v procesu myšlení a pro nalezení důvodů neúspěchu žáka v řešení úkolů (např. umožňují odhalit, zda žák již ztroskotává při řešení úkolu ve fázi vstupu, nebo až při zpracování nebo výstupu). Stupeň vypracování mentální mapy může pomoci odhalit problematickou fázi.

- e) **Úroveň složitosti** – tento parametr vyjadřuje složitost dané oblasti, jinými slovy jaká je kvalita (tedy novost a známost) a kvantita (tedy množství) jednotek informací nutných ke zpracování mapy.
- f) **Úroveň abstrakce** – vyjadřuje míru abstrakce, tedy vzdálenosti myšlenkových operací od původně vnímaného objektu nebo události (tato míra abstrakce myšlenkové činnosti se pohybuje od jednoduchých operací, kde mysl pracuje přímo s objekty nebo událostmi, přes operace na vyšší úrovni abstrakce k myšlenkovým procesům, kde se myšlenkové operace budou týkat pouze hypotetických skutečností bez vztahu ke skutečné nebo představované realitě). Tato úroveň souvisí s již uvedeným parametrem modalita.
- g) **Úroveň náročnosti a výkonnosti** – mentální činnost je možné hodnotit i podle zdatnosti či výkonnosti, s jakou je někdo realizuje a jak náročné pro něj jsou. Málková k tomu uvádí (2009, s. 55), že „je třeba rozlišovat mezi výkonností člověka a jeho kapacitou dosahovat určité výkony. Stírání rozdílů mezi těmito dvěma pojmy, resp. tím, co představují, označuje Feuerstein za jeden z nejčastějších zdrojů chyb v psychologické diagnostice. Prognózy dalšího vývoje člověka stanovené jen na základě pozorování jeho výkonnosti, a nikoliv na základě práce s kapacitou jedince produkují podle Feuersteina diagnostické ‚nálepky‘ a fatální diagnózy.“

Zvážení všech uvedených parametrů a zohlednění kognitivní úrovně žáků a studentů umožňuje sestavení vhodné mentální mapy pro výuku, příp. stanovení požadavků, jak by měla vypadat mentální mapa vytvořená žáky a studenty. Je nutné pamatovat na to, že pouze taková mapa, která odpovídá kognitivním schopnostem žáků a jeho dosavadním znalostem, může přispět k dalšímu učení a poznání.

4.4 Postup mentálního mapování

Bude-li učitel chtít použít metodu mentálního mapování při vyučování, je potřeba, aby znal postup vytvoření mentální mapy a aby jej žákům vysvětlil. V literatuře se setkáváme

s různými postupy mentálního mapování, které je možné podle Lima et al. (2009) zcela obecně rozdělit podle dvou hledisek:

1. Prvním hlediskem je skutečnost, kdo je **autorem mapy**. Mapování může provádět učitel, nebo jej provádí žák sám. Provádí-li mapování učitel během vyučování, je tímto způsobem podporováno předávání systému vědomostí vytvořeného odborníky a pro žáky se snižuje jejich kognitivní zátěž. Pokud mentální mapu vytváří žák samostatně, podporuje se tím smysluplné konstruování znalostí a využívají se jeho vlastní kognitivní schopnosti. Meškan k tomuto dodává (2011), že skutečný přínos mapy se projeví především tehdy, když žák tuto mapu vytvoří samostatně. K tomu potřebuje, aby byl seznámen s tvorbou map a od učitele dostal správné příklady takových map.

2. Druhým hlediskem je **činnost**, kterou autor mapy vykonává: buď při mapování mapu samostatně vytváří, nebo doplňuje/vyplňuje vytvořenou hierarchickou strukturu („slepu mapu“), kterou vytvořil učitel.

Mareš (2011) uvádí v přehledu několik metod, které může učitel ve vyučování použít a které vyžadují – někdy menší, někdy větší – aktivitu žáků při mentálním mapování. Jsou to následující možnosti:

- vypsát si pojmy z textu a samostatně je zanést do připravené, ale prázdné („slepé“) pojmové mapy,
- doplňovat chybějící pojmy do předem připravené a částečně předvyplněné pojmové struktury,
- z předložených hotových pojmových map vybrat tu, která se nejvíce blíží žákovu názoru,
- doplňovat chybějící pojmy do předem připravené a částečně předvyplněné pojmové struktury; navíc je žák upozorněn, že některé části mapy jsou vyplněny nesprávně a je na něm, aby chyby odhalil a opravil,
- vypsát si pojmy a samostatně si zkonstruovat kompletní pojmovou mapu,
- smíšený přístup: konstruování mapy na základě dosavadních znalostí (zjištěných brainstormingem) – výuka čtením textu – mapování pojmů textu – porovnání obou map (mapy vzniklé před čtením textu a mapy vytvořené podle pojmů v textu) – vytvoření nové pojmové integrující mapy.

Detailní a konkrétní postup pro *vytváření* mentální mapy popisuje Bílek (2001):

1. krok: **výběr** pojmů nebo vědomostí, které by měly být v mapě zpracovány, pokud již žáci/studenti nemají k dispozici hotový výběr pojmů (např. od učitele); je důležité zaměřit se především na pojmy klíčové pro dané téma.
2. krok: **seřazení** těchto pojmů od nejabstraktnějších a nejobecnějších až po konkrétní, cílem tohoto kroku je vypracovat hierarchii jednotlivých pojmů nebo vědomostí.
3. krok: **shrnutí** – ty pojmy, které jsou na stejné úrovni abstrakce (tj. v hierarchické struktuře budou na stejné úrovni), a ty, které mají úzké vzájemné vztahy, sdružíme.
4. krok: **uspořádání** – podle typu pojmů a jejich vzájemných vztahů vybereme vhodný způsob jejich strukturování a vybrané pojmy zakreslíme.
5. krok: **propojení a charakteristika** – pojmy spojíme čarami a spoje popíšeme stručnou charakteristikou vyznačené souvislosti.

Uvedený postup bývá nejčastěji spojován s vytvářením pojmových map, téměř shodný popis je i v práci Bendla a Voňkové (2010), kteří upozorňují na skutečnost, že pojmové mapy jsou podobné myšlenkovým mapám. V těch je však hlavní pojem umístěn v centrální části mapy, z něj vyrůstají větve do všech stran, čím více je pojem umístěn na konci této větve, tedy dále od středu mapy, tím je konkrétnější, specifitější. Oproti pojmovým mapám nemusí být v myšlenkových mapách popsán vztah mezi pojmy. Při vytváření myšlenkové mapy se doporučuje využívat různých barev k odlišení nebo využívání symbolů, ilustrací, log apod. (Erdogan, 2009)

Vedle metody vytváření mentální mapy je možné použít metody *vyplňování/doplňování*, kdy sám učitel provede zvolení všech vědomostí, pojmů, činností (podle oblasti, ve které mentální modelování chceme provést) a sestaví jejich seznam, dále vytvoří strukturu těchto vědomostí a pojmů, z které vyvodí „slepou mapu“. Dále pak záleží na jeho uvážení, kterou z výše uvedených Marešových metod a modifikací použije.

4.5 Hodnocení mentálních map

Problematika hodnocení mentálních map je poměrně složitá. Prvním důvodem je skutečnost, že mentální mapa odráží mentální model žáka nebo studenta, který má utvořený ve své mysli – proto bychom mohli říci, že mentální mapa není ani správná, ani špatná, vyjadřuje pouze současný stav poznání toho, kdo ji vytvořil. Proto by bylo vhodnější neposuzovat její správnost, ale spíše její shodu s existujícím vědeckým model.

Druhým důvodem je pak náročnost hodnocení, které vyžaduje od toho, kdo jej má provést, určité znalosti; předpokladem je tedy, že sám hodnotitel má vytvořenou vlastní mentální mapu daného tématu, která odpovídá momentálnímu vědeckému poznání a která zároveň respektuje náročnost výuky pro určitý věkový stupeň.

Rozbor mentálních map žáků a studentů může být proveden jednak kvantitativně, jednak kvalitativně.

4.5.1 Kvantitativní hodnocení mentálních map

Pro kvantitativní hodnocení mentálních map se mohou použít například hodnotící kritéria, která shrnuje Bílek (2001, s. 80) a jež vycházejí z prací prvního propagátora pojmových map J. D. Novaka:

- za každé přijatelné slovně vyjádřené spojení mezi dvěma pojmy 1 bod,
- za každou akceptovatelnou hierarchickou úroveň v pojmové mapě 5 bodů,
- za každé přijatelné slovně vyjádřené křížové spojení¹² pojmů 10 bodů, méně významná křížová spojení 2 body,
- za uvedení konkrétních příkladů, tedy odlišení obecných pojmů od konkretizací, 1 bod za každý příklad.

Stanovením kritérií pro kvantitativní posouzení mentálních map vytvořených žákem nebo studentem se zabývali také Kinchin, Hay (2000) a Mareš (2011), jejichž vymezení pro značnou podobnost shrnujeme do následujícího přehledu:

- počet pojmů,
- počet spojnic (hran) v mapě vyjadřujících vztahy mezi pojmy,
- správnost nakreslených vztahů a výstižnost označení vztahů (souvislostí) mezi pojmy, tedy počet spojnic, které svědčí o dobrém pochopení vztahu mezi pojmy – může být doplněno o zjištění poměru mezi počtem správných vztahů k celkovému počtu vztahů vyznačených v mapě,
- počet křížení,
- počet úrovní a hierarchická struktura, tj. zda mapa správně vyjadřuje nadřazenost a podřazenost pojmů.

¹² Křížové spojení je spojení dvou věcně rozdílných pojmů na různé hierarchické úrovni.

Tento způsob hodnocení bývá někdy doplněn i o porovnání žákovy mapy s mapou vytvořenou učitelem (expertem). Výhodné je, že výsledky tohoto způsobu hodnocení jsou čísla, která můžeme dále zpracovávat, porovnávat s výsledky minulých hodnocení nebo s výsledky ostatních žáků. Nevýhodou je však určité zkreslení, ke kterému může dojít tím, že při hodnocení opomíjíme skutečnosti posuzované při kvalitativním hodnocení.

4.5.2 Kvalitativní hodnocení mentálních map

Vůči kvantitativnímu hodnocení mentálních map bývá namítáno, že opomíjí některé důležité skutečnosti, které jsou pro pochopení žákova myšlení důležité. Takovým užitečným ukazatelem jsou především nesprávné vztahy, které mají pro žáka význam a které ovlivňují jeho další myšlení a učení (Kinchin, Hay, 2000). Rovněž Mareš (Mareš, 2011; Mareš, 2013) uvádí některá hlediska, která je při hodnocení mentálních map dobré zvážit a jejichž akceptování umožní bližší poznání žákova pohledu na dané téma. Těmito hledisky jsou:

- *neznalost některých pojmů*: v mapě chybí klíčový pojem, který by tam měl být uveden, protože je pokládán za základní pojem daného tématu, v důsledku toho nejsou v mapě vyznačeny ani jeho vztahy;
- *nedostatečné porozumění vztahům*: některé vztahy v mapě chybí, některé vztahy jsou sice vyznačeny, ale v mapě experta je jim přiřazen důležitější/významnější vztah než v mapě žáka;
- *chybné názory*: v mapě jsou uvedeny nadbytečné vztahy, tj. je vyznačen vztah mezi pojmy, který mezi nimi neexistuje; vztah mezi pojmy je označen chybným vztahem; vztah z pojmu A je označen k chybnému pojmu C (měl být vyznačen k pojmu D); v mapě je nadbytečný pojem, který by neměl být uveden; vyznačené propozice nejsou úplně z důvodu toho, že žák některé pojmy vůbec neuvedl – žákova struktura je tedy neúplná.

Tento přístup sice neumožňuje porovnávat žáky mezi sebou, ale poskytuje přesnější informaci o mentálním modelu žáka, a tudíž i učitelé napoví, jakým způsobem upravit učení, aby se mentální model žáka více přiblížil požadovanému vědeckému modelu.

4.6 Nevýhody mapování

Jako první nevýhodu mentálních map bychom chtěli uvést především nezvyk pro žáky a studenty vypracovávat vlastní mapy, pro některé z nich může být tato metoda zpočátku náročná, protože nejsou zvyklí např. uvažovat o vztazích mezi pojmy, může pro ně být i časově náročnější než pouhé pamětní učení. Pokud by se metoda měla zredukovat na pouhou prezentaci mentálních map učitelem, který je také sám vytvořil, hrozí nebezpečí, že nedojde k mentální aktivitě žáků, ti ji prostě jen okopírují, naučí se pojmy bez pochopení jejich vztahů, a výhody metody se tak eliminují (navíc může dojít k jejímu odmítnutí jako k neefektivnímu a navíc obtěžujícímu nástroji výuky).

Druhým problematickým bodem mentálních map je již zmíněná skutečnost, že učitel se musí vypořádat s hodnocením map, které – jak jsme uvedli výše – není jednoduché a vyžaduje od učitele jisté schopnosti a dovednosti. Především zpočátku může být pro učitele hodnocení mentálních map časově náročné a problematické, protože od něj vyžaduje přesně si definovat a uvědomit strukturu pojmů a jejich vztahů.

Další nevýhoda se týká žáků s převažující sluchovou nebo pohybovou pamětí, pro které je při použití metody mentálního mapování hlavním kanálem přinášejícím informace zrak, což může být pro ně problematické.

4.7 Závěr

I přes uvedené možné nevýhody pokládáme mentální mapování za vhodnou metodu k přehlednému prostorovému zobrazení obsahu učiva, k podpoře smysluplného učení a pochopení struktury vědomostí a znalostí. Jejich využitelnost je možná ve všech předmětech a to jak ke zpracování vědomostí, tak i pojmové struktury učiva nebo myšlenkových postupů. Tato metoda umožňuje znázornit ve sdělitelné podobě vnitřní (mentální) strukturu znalostí neboli mentálních modelů. Stejně jako mentální modely, tak i mentální mapy se mohou stále proměňovat, upravovat, rozšiřovat a reorganizovat. Jejich podoba tedy není nikdy definitivní a stále se vyvíjí.

Využití metody mentálního mapování pro zdokonalení učení jsme chtěli ověřit i experimentálně. Nejprve jsme však zjišťovali, zda tento problém byl již předmětem výzkumu.

5 Přehled výzkumů využití mentálních map při učení

Před vlastní experimentální činností jsme se snažili vyhledat informace o již provedených výzkumech, které by se věnovaly využití mentálních map ve výuce s cílem doložit jejich přínos pro zlepšení výsledků učení. Zajímalo nás, zda takové experimenty byly prováděny a jaký design výzkumu byl použit.

V české odborné literatuře jsme našli dostatek teoretických informací o mentálních, pojmových nebo myšlenkových mapách. Jednotliví autoři popisovali své zkušenosti s jejich aplikací ve vyučování (např. Bílek, 2001; Hubatka, 2010; Meškan, 2011; Vasilová, 1999), ale ty nebyly doplněny statisticky podloženým šetřením, které by formulovalo jednoznačné závěry. Můžeme tedy shodně s Bendlem a Voňkovou (2010) konstatovat, že v české literatuře není výzkumům zaměřeným na pojmové mapování věnována systematictější pozornost. Tito autoři pak v citovaném článku, věnovaném využití pojmových map ve výuce pedagogiky, uvádějí výsledky svého kvalitativního výzkumu, který uskutečnili na Katedře školní a sociální pedagogiky PedF UK. Výzkumu se zúčastnili studenti nepovinného kurzu „Autorita ve výchově“. Cílem šetření bylo porovnání pojmových map vytvořených na téma „autorita učitele“, které studenti sestavili na počátku tohoto kurzu a pak na jeho konci. Vytvořené mapy byly analyzovány podle 4 kritérií: a) úroveň abstrakce (mapa měla zahrnovat pojmy seřazené hierarchicky); b) úplnost (mapa měla zahrnovat všechny relevantní pojmy); c) vyjádření vztahů mezi pojmy (včetně jejich pojmenování); d) grafická čitelnost (přehlednost). Výsledkem této studie bylo zjištění, že mezi počáteční mapou a mapou z konce kurzu je patrný posun, který spočívá ve větší přehlednosti, ujasnění klíčových pojmů, v přidání relevantních pojmů, v lepším popisu vztahů mezi pojmy a větším množstvím křížových spojení. V závěru kurzu byli studenti tázáni, co jim dělalo největší problémy při tvorbě mapy, jaká jsou podle nich pozitiva a jaká negativa této metody. Většina studentů se shodla, že nejobtížnější bylo uvědomit si hierarchickou úroveň pojmů, mezi nimiž chtějí v mapě vyznačit vztah, a tento vztah pojmenovat. Za pozitiva metody uvedli uspořádání myšlenek, nalezení vztahů, které předtím nevnímali, uvědomění si souvislostí a celkového problému a vhled do dané problematiky. Jako negativum této metody vyplynula časová náročnost tvorby mapy.

Zahraniční zdroje nám poskytly více informací o výzkumech provedených na toto téma. Provedené studie zahraničních autorů byly jak kvantitativní, tak kvalitativní. V následující části přiblížíme výsledky některých z nich.

5.1 Kvantitativní výzkumy využití mentálních map při učení

Lim, Lee, Grabowski (2009) prováděli výzkum, ve kterém se snažili zjistit vliv činnosti, kterou žák při tvorbě mapy vykonával, na výsledek učení, přičemž rozlišili tři stupně činnosti – jedna skupina vytvářela svou mapu, druhá skupina doplňovala pojmy do slepé mapy vytvořené odborníky daného oboru, třetí skupina měla k dispozici mapu vytvořenou a již vyplněnou pojmy od odborníků. Další faktor, který sledovali, byla schopnost seberegulace učení, kam řadili například metakognitivní strategie pro plánování, monitorování a přizpůsobování vlastního poznávacího procesu; řízení svého úsilí při plnění úkolů; aktuální kognitivní strategie používané při učení. Tématem, které se všechny tři skupiny (rozdělené podle činnosti vykonávané při tvorbě mapy) měly učit, byla fyziologie činnosti srdce. Výsledky učení byly ověřovány testem. Výzkum zjistil, že respondenti vytvářející svou vlastní mapu měli statisticky významně lepší výsledky v testu než respondenti, kteří měli k dispozici již hotovou vyplněnou mapu expertů. Mezi respondenty s hotovou vyplněnou mapou expertů a doplňujícími mapu o chybějící pojmy nebyl signifikantní rozdíl, stejně jako mezi respondenty tvořícími mapu a doplňujícímu mapu o chybějící pojmy. Dále byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi studenty s vysokými a s nízkými schopnostmi seberegulace učení. Nebyl zjištěn žádný signifikantní vztah mezi stupněm tvoření mapy a schopnostmi seberegulace učení, avšak u skupiny studentů s nízkými schopnostmi seberegulace učení byly skóry ve všech skupinách tvoření mapy přibližně stejné, zatímco u skupiny s vysokými schopnostmi seberegulace učení se ve skupině tvořící mapu skór významně, i když ne signifikantně zvyšoval.

Ze svého výzkumu pak vyvodili tyto závěry:

1. Strategie tvoření pojmové mapy byla pro osvojení poznatků daleko více efektivní než strategie použití mapy odborníka.
2. Studenti, kteří doplňovali pojmy do existující mapy, nebyli lepší než ti, kteří měli k použití vyplněnou mapu odborníka.
3. Studentovy schopnosti seberegulace učení se ukázaly jako kritický faktor pro získávání vědomostí. Studenti s vysokými schopnostmi seberegulace měli sklon překonat ostatní studenty napříč všemi skupinami. To znamená, že vyšší stupeň vytváření mapy nemusí zvyšovat osvojování vědomostí u studentů s nízkými schopnostmi seberegulace učení. (Lim et al., 2009).

Zajímavý výzkum provedli Schlomske a Pirnay-Dummer (2009), kteří se zaměřili na postupný vývoj mentálních modelů v průběhu výuky odborného předmětu, konkrétně statistiky, a na pokrok studentů v čase, kteří do kurzu statistiky vstupovali jako nováčci. Mentální modely v tomto výzkumu byly používány k hodnocení výsledků učení. Do výzkumu byli zařazeni studenti, kteří byli na začátku svého studia tohoto předmětu a neměli žádné zkušenosti ani teoretické základy. Během 7měsíční doby trvání kurzu studenti 5x vytvořili grafické znázornění svého mentálního modelu oboru, ten byl po každém vytvoření porovnáván s mentálními modely dvou referenčních skupin studentů, kteří již dříve kurzem prošli: první skupina studentů vytvořila model na začátku kurzu (jako nováčci), druhá skupina na jeho konci (jako odborníci). Výzkumníci očekávali změnu ve struktuře modelů studentů během postupu výuky od modelů první referenční skupiny (bývalí nováčci) k modelům skupiny pokročilejších studentů.

Výsledky studie ukázaly, že statisticky významné korelace výsledků výzkumného souboru s výsledky kontrolního souboru předchozích nováčků byly zjištěny při 2. a 5. měření, korelace s výsledky souboru pokročilejších studentů byly zjištěny při 3. i 4. měření. Výsledky naznačují, že lze odhadnout změnu modelu, která je podmíněna výukou. Studenti v této studii vykazovali viditelné změny ve svých strukturách modelů během pokroku od nováčků k pokročilým studentům. Překvapivý výsledek poskytlo poslední měření – může dokládat to, že vědomosti jednou osvojené a prokázané v předchozím hodnocení nemusí být trvalé a že předchozí vědomosti a modely nemohou být tak úplně jednoduše korigovány učením a instrukcemi. Vědomost, která je reprezentována před učením, se může objevit a ovlivnit výsledek učení. To potvrzuje hypotézu, že špatné modely není snadné změnit. (Schlomske, Pirnay-Dummer, 2009)

Abdolah se svými spolupracovníky (2011) použili metodu mentálního modelování při výuce anatomie, kdy jedna skupina studentů se při přednášce učila s použitím diapozitivů znázorňujících mentální modely probírané anatomické oblasti, druhá skupina pak s použitím tradičních diapozitivů. Dalším posuzovaným faktorem bylo pohlaví studentů. Na závěr semestru byly obě skupiny testovány 40položkovým testem s výběrovými otázkami. Skóry žen ve skupině s mentálním mapováním byly statisticky signifikantně vyšší než skóry žen ve skupině s tradiční metodou, ale nebyl signifikantní rozdíl ve skórech mužů obou skupin. Skóry žen byly statisticky signifikantně vyšší než skóry mužů v rámci skupiny mentálního modelování, skóry žen ve skupině s tradiční metodou byly

také vyšší, ale ne signifikantně. Výsledky studie ukazují, že skupina s užitím mentálních modelů získala signifikantně vyšší skóry než skupina s tradičním výkladem. To ukazuje na zdokonalení výuky použitím této metody. Analýza dat ukázala, že výuka s využitím mentálních modelů byla rozdílně efektivní podle pohlaví. Je pravděpodobně, že zpracování informace u žen a mužů je rozdílné a pro dosažení stejného výsledku mohou být použity různé postupy. Studie ukázala závislost výsledku způsobu výuky na pohlaví a ukázala efektivitu použití mentálního modelování jako výukové pomůcky, i když její použití bylo limitováno prostou expozicí této metodě (tj. studenti mapu nevytvářeli).

Farrand, Hussain, Hennessy (2002) ve svém výzkumu porovnávali výsledky učení u dvou skupin, přičemž studenti první skupiny se učili libovolnou metodou, kterou si sami zvolili, studenti druhé skupiny prošli instruktáží o použití mentálních map. Další proměnnou, kterou sledovali, byla motivace studentů k učení této učební látce. Jejich vědomosti v dané oblasti byly hodnoceny třikrát, poprvé před použitím metody mentálních map (nebo libovolné metody), po jejím použití a v odstupe 1 týdne po učení. Výsledky zjistily, že u obou skupin došlo ke zlepšení výkonu, u skupiny s mentálními mapami bylo zlepšení větší, avšak nikoli signifikantně. Zajímavý vztah byl zjištěn k motivaci, kdy ve skupině s mentálními mapami byla zjištěna nižší motivace než u skupiny, která si mohla vybrat libovolnou metodu. Výzkumníci ze své studie vyvodili závěry, že mentální mapování může zvýšit efektivitu učení, ale je dobré pracovat i s motivací studentů osvojit si tuto metodu.

5.2 Kvalitativní výzkumy využití mentálních map při učení

Chang (2007) ve své kvalitativní studii použil pojmové mapy k vyjádření mentálního modelu homeostázy krevního cukru u žáků v 7. a 9. třídě. S každým žákem byl veden 45minutový semistrukturovaný rozhovor na dané téma, při kterém měli zkonstruovat svoji pojmovou mapu k tématu. Měli k dispozici malé kartičky, na kterých byly napsané pojmy vztahující se k hlavnímu tématu, a byli i vyzváni, aby si během rozhovoru zapisovali další pojmy, které se jim budou zdát jako klíčové. Vytvořené pojmové mapy pak byly individuálně posuzovány a porovnávány s mapou, kterou vytvořil výzkumník, sám vzdělaný v oboru biologie. Při tomto srovnání zjistil, že v mapách žáků chybí některé pojmy nebo celé pojmové systémy (např. endokrinní systém, nervový systém) apod. Ze souboru vytvořených map bylo možné rozlišit dva typy map: první typ map odpovídal

počátečnímu (naivnímu) modelu založenému jen na vlastní životní zkušenosti, nebyly zde zahrnuty žádné pojmové systémy, druhý typ map byl syntetický model, který zahrnoval jak pojmový systém, tak i životní zkušenosti, avšak v jejich pojmovém systému chyběly některé části (viz výše).

Analýza výsledků a rozhovory s žáky odhalily, že studenti při výkladu této odborné problematiky stále preferují použití vlastní životní zkušenosti nebo ji vysvětlují popisem vnějšího chování (např. hladina cukru se sníží, když půjdu cvičit) před vysvětlením na úrovni znalostí pojmů z biologie a pochopení jejich vzájemných vztahů. Bylo patrné, že u studentů přetrvávaly prekoncepce k danému tématu. Z výzkumu je možné vyvodit závěr, že učební materiál musí být pojmově jasný a prezentován takovým způsobem, který by odpovídal předchozím znalostem žáka, a že pojmové mapy jsou užitečné pro jejich zjištění ještě před započatím výuky daného tématu. Učitelé by měli znát prekoncepce žáků a měli by zdůrazňovat vzájemné vztahy mezi pojmy. (Chang, 2007)

Kinchin a Hay (2000) ve své studii podali kvalitativní rozbor tří struktur pojmových map, které žáci nejčastěji vytvářeli. Odlišili tak svůj způsob hodnocení pojmových map od dosavadního kvantitativního hodnocení, které se soustředilo na zjišťování počtu vztahů, větví, křížových spojení a posuzování hierarchické struktury, ale které pomíjelo nesprávné vztahy, které mohou mít pro studenta význam a které jsou zahrnuty do struktury znalostí určitého předmětu, a jsou dokonce i základem pro další učení. Ve své práci posuzovali tři struktury pojmové mapy, které se liší mírou pochopení znázorněné problematiky. Byly to struktury *paprsek*, *řetězec* a *síť*. Ty pak hodnotili z pohledu jejich komplexnosti – jak jsou odolné při dodatečném doplnění dalších informací, jak vytváří kontext pro klíčové pojmy, jaký je stupeň pochopení širšího pohledu a jaký je vztah s expertním pohledem. Pokud děti použijí strukturu *paprsku*, potom připojení nové vědomosti nezpůsobí žádný problém, jednoduše bude přidána ke klíčovému pojmu, ale bez jakéhokoli spojení s ostatními pojmy. Výsledkem bude to, že vědomost bude připojena rychle, ale jen ke klíčovému pojmu, ale bez spojení s ostatními pojmy. Použijí-li děti struktury *řetězce*, přidání nové vědomosti nemusí být problém, pokud se hodí ji zařadit na konec řetězce nebo na nějaké místo mezi dva pojmy v řetězci, kde není nutné, aby po sobě následovali, a ona se tam hodí, v jiných případech je zařazení nové informace problém. Potřebujeme-li ji ale zařadit blízko k začátku celého řetězce, může být toto zařazení pro celý řetězec níže tak rušivé, že zabudování nové informace je odmítnuto. Dalšího nevýhodou je, že pochopení pojmu

uprostřed řetězce je obtížné bez postupu od začátku řetězce. Studenti se *sítovou* strukturou mají daleko flexibilnější systém znalostí, i když to vyžaduje porozumění připojeným pojmům a jejich vztahům ke klíčovému pojmu, ale také to implikuje širší porozumění. Typ mapy paprsek odpovídá struktuře učiva, která je často přednášena v klasické hodině a ve které je klíčový pojem následován popisem k němu se vztahujících pojmů, přitom vztahy mezi podřízenými pojmy nejsou při výkladu explicitně vyjádřeny. Žák při tomto výkladu nebo popisu učiva v učebnici bude mít sklon převést si toto učivo do podoby řetězce, který bude mít takový sled, v jakém bylo probíráno.

Výsledkem studie je konstatování, že se zvyšující se mírou propracování pojmového rámce se mění struktura mapy od struktury paprsku ke struktuře sítě (Kinchin, Hay, 2000).

VÝZKUMNÁ ČÁST

6 Metodologický rámec práce

6.1 Přehled základních teoretických a praktických výzkumných problémů práce

K výzkumu zaměřenému na možnost využití mentálních modelů a jejich externích reprezentací – mentálních map – nás přivedl zájem zjistit, zda by metoda mentálního mapování mohla napomoci ke zlepšení výsledků učení a zefektivnění vyučovacího procesu. K této myšlence nás přivedla paralela mezi mentálními modely a mentálními mapami. Položili jsme si tyto základní otázky:

- Pokud si člověk při poznávání okolní reality vytváří její mentální modely (ať už v podobě jejich imagenových kopií, pojmových systémů, nebo smíšených reprezentací), které v sobě zahrnují i informace o vztazích a struktuře daného fenoménu, nebylo by prospěšné nabídnout žákům a studentům takové zpracování učební látky, které by již samo o sobě tyto vztahy a strukturu znázorňovalo?
- Případně nebylo by prospěšné nabídnout jim takovou metodu, jejíž osvojení by jim umožňovalo vytvářet si samostatně takové schematické a strukturované zobrazení učiva, a tedy i lépe poznat, pochopit a zapamatovat si vzájemné souvislosti mezi jednotlivými částmi učiva, pojmy nebo postupy?
- Byla by tato metoda vhodná jak pro dívky, tak i pro chlapce?
- Jak by tato metoda ovlivnila dlouhodobé výsledky učení? Došlo by po uplynutí určité doby k úbytku znalostí i při použití této metody?

Nejprve jsme se zamýšleli nad problémem, zda svůj výzkum zaměříme na kvalitativní rozbor a hodnocení mentálních map, kdy nás bude především zajímat úroveň jejich zpracování, z které bychom mohli usuzovat na pochopení a osvojení učební látky, nebo zda se pokusíme zjistit, zda použití této metody při vyučování povede ke zlepšení procesu učení a k lepšímu osvojení vědomostí, které se prokáže lepšími výsledky při hodnocení žáků v testech zadaných po ukončení výuky dané učební látky, tedy zvolíme kvantitativní přístup k danému problému. Při výběru vhodného designu výzkumu jsme se inspirovali zahraničními výzkumy a zvolili jsme druhý – kvantitativní – přístup, abychom ověřili využitelnost této metody pro zdokonalení učení.

Dále jsme se zamýšleli nad tím, které funkce mentálního mapování využijeme. Jak jsme uvedli v teoretické části naší práce, mentální mapování můžeme ve vyučovacím procesu použít pro zjišťování tzv. žakových prekonceptů vztahujících se k danému učivu,

pro podporu smysluplného učení, pro hodnocení výsledků předchozího učení, tj. pro hodnocení osvojených vědomostí, a pro plánování různých činností. Protože však celá naše práce je zaměřena na problematiku zefektivnění učení, zvolili jsme užití této metody pro podporu učení.

Další otázkou byl výběr vhodného výzkumného souboru, o kterém blíže referujeme v samostatné kapitole. Zde bychom jenom chtěli zmínit skutečnost, že ač jsou mentální mapy použitelné ve všech věkových kategoriích, našim výzkumným záměrem bylo ověřit jejich přínos pro osvojení většího rozsahu vzájemně propojených vědomostí tvořících určitou strukturu a vyžadujících schopnost určitého zobecnění a abstrakce. Proto jsme si jako podmínku pro výběr souboru stanovili věkovou kategorií od 12 let výše, tj. 2. stupeň základní školy. Další nezbytnou podmínkou pak bylo vybrat takovou třídu, ve které vyučuje pedagog, který učí daný předmět v paralelní třídě stejného ročníku a probírá v ní stejné učivo. Tím jsme získali dvě skupiny – experimentální, ve které se k výuce použila metoda mentálního mapování, a kontrolní, ve které učitel použil svůj obvyklý způsob výuky (výklad).

Rovněž důležitým problémem byla volba činnosti, kterou žáci budou při tvorbě mentální mapy vykonávat. Uvážili jsme skutečnost, že tato metoda bude pro ně nová a že s ní nebudou mít žádné zkušenosti, a proto jsme se rozhodli připravit jako materiál k výuce podklady slepých map, ve kterých na správných místech bude doplněno několik pojmů. K tomu sestavíme seznam pojmů, které mají žáci do mapy doplnit. Vzhledem k tomu, že je velmi obtížné správně vystihnout vztah mezi pojmy, rozhodli jsme se s vyučujícím, že vzhledem k charakteru učiva nebudeme tyto vztahy do mapy vyznačovat. Po zpracování mentálních map žáky bude následovat jejich kontrola s mapou, kterou jim promítne učitel, a diskuze o jejich podobě.

Úspěšnost metody mentálního mapování chceme ověřit testy, proto sestavíme dva testy se shodným počtem otázek a úkolů a se shodným bodovým ohodnocením. První test zadáme první vyučovací hodinu, která bude následovat po ukončení výuky dané učební látky, druhý test pak žáci dostanou 14 dní po prvním testu.

Proto, abychom se vyhnuli případnému poškození žáků, kteří nemají s mentálním mapováním zkušenost, a tudíž nebylo jisté, zda si učivo správně osvojí, bude s vyučujícím daného předmětu domluveno, že výsledky testů experimentální skupiny nezapočítá do celkové kvalifikace, pokud výsledky jejich testů budou pro ně nepříznivé, a pouze je použije jako informaci, do jaké míry žáci dané učivo pochopili, nebo zda je nutné mu

věnovat opakovanou pozornost. Výsledky obou skupin budou předávány anonymně, každý žák kontrolní i experimentální třídy bude označen číslem a k němu budou přiřazena bodová hodnocení obou testů. Jedinou informací, kterou o žácích zachováme, je jejich pohlaví, abychom mohli zjistit, zda mají z metody mentálního mapování větší prospěch chlapci, nebo dívky, nebo zda mezi pohlavími není rozdíl.

6.2 Výzkumné problémy, cíle a hypotézy

Předmětem našeho výzkumu je ověření možnosti využití metody mentálního mapování pro usnadnění učení, zjistit výsledky učení při použití této metody, a to jak bezprostředně po ukončení výuky určitého tématu, tak i po uplynutí časového intervalu, a porovnat je s výsledky učení žáků, kteří se učivo učili obvyklými metodami. Zaměříme se konkrétně na žáky druhého stupně základní školy, pro které vypracujeme mentální mapy k probíranému učivu, jež budou použity při výkladu nového učiva. Výsledky učení budou ověřeny dvěma testy – první bude zadán následující hodinu po ukončení tématu, druhý za 14 dní prvním testu.

6.2.1 Výzkumné problémy

Pro náš výzkum jsme formulovali následující výzkumné problémy:

Výzkumný problém 1: Pomůže metoda mentálního mapování ke zlepšení učení bezprostředně po ukončení výuky určité učební látky?

Výzkumný problém 2: Pomůže metoda mentálního mapování ke zlepšení učení i po uplynutí určitého časového období (14 dní) od ukončení výuky určité učební látky?

Výzkumný problém 3: Budou mít z použití této metody stejný užitek dívky i chlapci?

Výzkumný problém 4: Bude při použití metody mentálního mapování velký rozdíl mezi osvojenými znalostmi žáků bezprostředně po výuce a znalostmi po uplynutí určitého časového období?

6.2.2 Výzkumné cíle

Výše stanovené výzkumné problémy jsme převedli v následující cíle.

Cíl 1: Prokázat, že použití metody mentálního mapování ve výuce povede k lepším výsledkům učení.

Cíl 2: Po ukončení výuky určitého tématu porovnat výsledky učení žáků ze skupiny používající metodu mentálního mapování a žáků ze skupiny, ve které výuka probíhá obvyklými metodami.

Cíl 3: Po uplynutí určitého časového období porovnat výsledky učení žáků ze skupiny používající metodu mentálního mapování a žáků ze skupiny, ve které výuka probíhá obvyklými metodami.

Cíl 4: Porovnat výsledky učení chlapců a dívek ve skupině, která používá metodu mentálního mapování.

Cíl 5: Zjistit, zda ve skupině používající obvyklé metody výuky je rozdíl mezi výsledky učení chlapců a dívek.

Cíl 6: Porovnat výsledky učení žáků získané bezprostředně po ukončení výuky s výsledky získanými po uplynutí určitého časového období.

6.2.3 Hypotézy

V našem výzkumu jsme ověřovali následující hypotézy:

Hypotéza 1: Bodové výsledky testu zadaného následující vyučovací hodinu po ukončení výuky dané učební látky budou u žáků experimentální skupiny statisticky významně vyšší než výsledky stejného testu u žáků kontrolní skupiny.

Hypotéza 2: Bodové výsledky testu zadaného 14 dní po prvním testu budou u žáků experimentální skupiny statisticky významně vyšší než výsledky stejného testu u žáků kontrolní skupiny.

Hypotéza 3: Mezi bodovými výsledky testu zadaného následující vyučovací hodinu po ukončení výuky dané učební látky u dívek experimentální skupiny a výsledky stejného testu u chlapců experimentální skupiny nebude statisticky významný rozdíl.

Hypotéza 4: Mezi bodovými výsledky testu zadaného 14 dní po prvním testu u dívek experimentální skupiny a výsledky stejného testu u chlapců experimentální skupiny nebude statisticky významný rozdíl.

Hypotéza 5: Mezi bodovými výsledky testu zadaného následující vyučovací hodinu po ukončení výuky dané učební látky u dívek kontrolní skupiny a výsledky stejného testu u chlapců kontrolní skupiny nebude statisticky významný rozdíl.

Hypotéza 6: Mezi bodovými výsledky testu zadaného 14 dní po prvním testu u dívek kontrolní skupiny a výsledky stejného testu u chlapců kontrolní skupiny nebude statisticky významný rozdíl.

Hypotéza 7: Bodové výsledky žáků experimentální skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky testu zadaného 14 dní po prvním testu.

Hypotéza 8: Bodové výsledky dívek experimentální skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Hypotéza 9: Bodové výsledky chlapců experimentální skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Hypotéza 10: Bodové výsledky žáků kontrolní skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Hypotéza 11: Bodové výsledky dívek kontrolní skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Hypotéza 12: Bodové výsledky chlapců kontrolní skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

6.3 Metody výzkumu

Pro ověřování výše uvedených hypotéz jsme zvolili metodu **experimentu**, při kterém jsme porovnávali výsledky učení dvou skupin.

První skupinu tvořila experimentální třída, ve které výuka učební látky probíhala s využitím mentálních map. Pro výuku bylo vytvořeno pět mentálních map (viz str. 72–76), které byly použity během 12 vyučovacích hodin v předmětu biologie při výuce tématu základy mineralogie – minerály – jejich vlastnosti – skupiny nerostů.

Druhou skupinu tvořila kontrolní třída, ve které stejný učitel probíral stejnou učební látku ve stejném rozsahu, ovšem za použití obvyklého způsobu výuku.

Pro ověření znalostí byly vytvořeny dva písemné testy se shodným počtem a strukturou otázek a se stejným maximálním počtem bodů (viz str. 77–78). První test byl oběma třídám zadáván následující vyučovací hodinu po ukončení výuky celého tématu. Druhý test pak byl oběma třídám zadán 14 dní po prvním testu.

Pro vyhodnocení výsledků obou testů u obou tříd byly použity **metody popisné statistiky** (určeny aritmetické průměry, směrodatné odchylky, rozptyly). Nejdříve jsme provedli ověření normální distribuce porovnáním očekávaných a pozorovaných četností (Reiterová, 2005), abychom mohli rozhodnout, zda pro **statistickou analýzu** dat zvolíme parametrické, nebo neparametrické testy. Pro porovnání výsledků žáků experimentální třídy a kontrolní třídy jsme pak použili Fischerův test pro hodnocení rovnosti rozptylu. Na základě jeho výsledků jsme pak použili odpovídající Studentovy t-testy. Pokud jsme chtěli porovnat výsledky žáků v prvním a druhém testu – ať už v experimentální třídě, nebo v kontrolní –, použili jsme párový t-test. Tento test se používá tehdy, když posuzujeme výsledky jednoho subjektu ve dvou měřeních, a test hodnotí statistickou významnost rozdílu mezi prvním a druhým měřením.

6.4 Postup výzkumu

Pro ověření výše uvedených hypotéz jsme si stanovili následující postup:

1. *Realizovat v experimentální skupině výuku určité učební látky s využitím metody mentálního mapování*

Experiment probíhal v září a říjnu 2013 na osmiletém pražském gymnáziu. Nejprve byly učitelé poskytnuty základní informace o výzkumu, jeho účelu, průběhu i zvolených metodách. Byla stručně popsána metoda mentálního mapování a zdůrazněny její výhody i možná negativa.

Následně bylo domluveno, jaká učební látka bude v experimentu použita – touto učební látkou byly základy mineralogie, které učitel věnuje celkem 12 vyučovacích hodin. Toto téma bylo zpracováno do podoby mentálních map ve vzájemné spolupráci s učitelem tak, aby obsahovaly nezbytné znalosti, které si žáci mají osvojit. Bylo vytvořeno celkem pět mentálních map:

- Mentální mapa 1: Mineralogie – úvod
- Mentální mapa 2: Krystal a krystalové soustavy
- Mentální mapa 3: Vlastnosti nerostů

- Mentální mapa 4: Skupiny nerostů 1 – prvky, halogenidy, sulfidy, oxidy
- Mentální mapa 5: Skupiny nerostů 2 – uhličitany, dusičnany, sírany, křemičitany, fosforečnany, organolity

Každá z uvedených map byla vytvořena ve dvou podobách:

- a) *v podobě pro učitele*, kde byly všechny pojmy a informace vyplněny, tato mapa byla zpracována nejprve na papíře, poté převedena i do elektronické podoby, aby bylo možno ji při vyučování promítnout na stěnu. Tuto podobu mapy jsme pak měli v papírové podobě připravenou i pro každého žáka pro případ, že by se mu nepodařilo jeho vlastní mapu sestavit, příp. pro kontrolu jeho mapy;
- b) *v podobě pro žáky* jako výchozí materiál pro použití ve vyučovací hodině, kde byly doplněny jen některé pojmy jako vodítka, jiné buňky mapy zůstaly prázdné pro doplnění během vyučovací hodiny nebo samostatné práce v rámci domácího úkolu, v mapě nebyly žádné úmyslné chyby, které by žáci měli zjistit; žáci dostávali mapy postupně v papírové podobě společně se seznamem pojmů, které mají do mapy doplnit. Pokud by se některému žákovi nedařilo její vyplnění a potřeboval další exemplář mapy, byly připraveny další kopie neúplné mapy.

Samotný experiment probíhal tak, že nejprve byla náhodně ze dvou tříd vybrána třída experimentální (viz dále). Následně byly ve vyučování experimentální třídy použity připravené mentální mapy:

- Mentální mapa 1 – ve druhé hodině probíraného tématu
- Mentální mapy 2 – ve čtvrté hodině probíraného tématu
- Mentální mapa 3 – v šesté hodině probíraného tématu
- Mentální mapa 4 – v osmé a deváté hodině probíraného tématu
- Mentální mapa 5 – v desáté a jedenácté hodině probíraného tématu

Během výuky se také lišil stupeň spolupráce učitele při práci s mentální mapou. První mentální mapa byla vyplňována s velkou dopomocí učitele, další dvě mentální mapy byly vyplňovány samostatně v hodině a poslední dvě mapy byly vyplňovány žáky v hodině a částečně i za domácí úkol. Vždy ale po vyplnění mapy byla provedena kontrola s mapou, kterou měl učitel.

2. Realizovat v kontrolní skupině výuku shodné učební látky s využitím obvyklé vyučovací metody.

Výuka v kontrolní skupině probíhala s použitím obvyklých metod. Téma i časový plán vyučování byl shodný s experimentální skupinou.

3. Zjistit testem výsledky učení žáků experimentální i kontrolní skupiny bezprostředně po ukončení výuky.

Následující vyučovací hodinu po uzavření výuky daného tématu byl žákům zadán první test, na jeho vyplnění měli žáci 20 minut. Za stejných podmínek byl test zadán i kontrolní skupině.

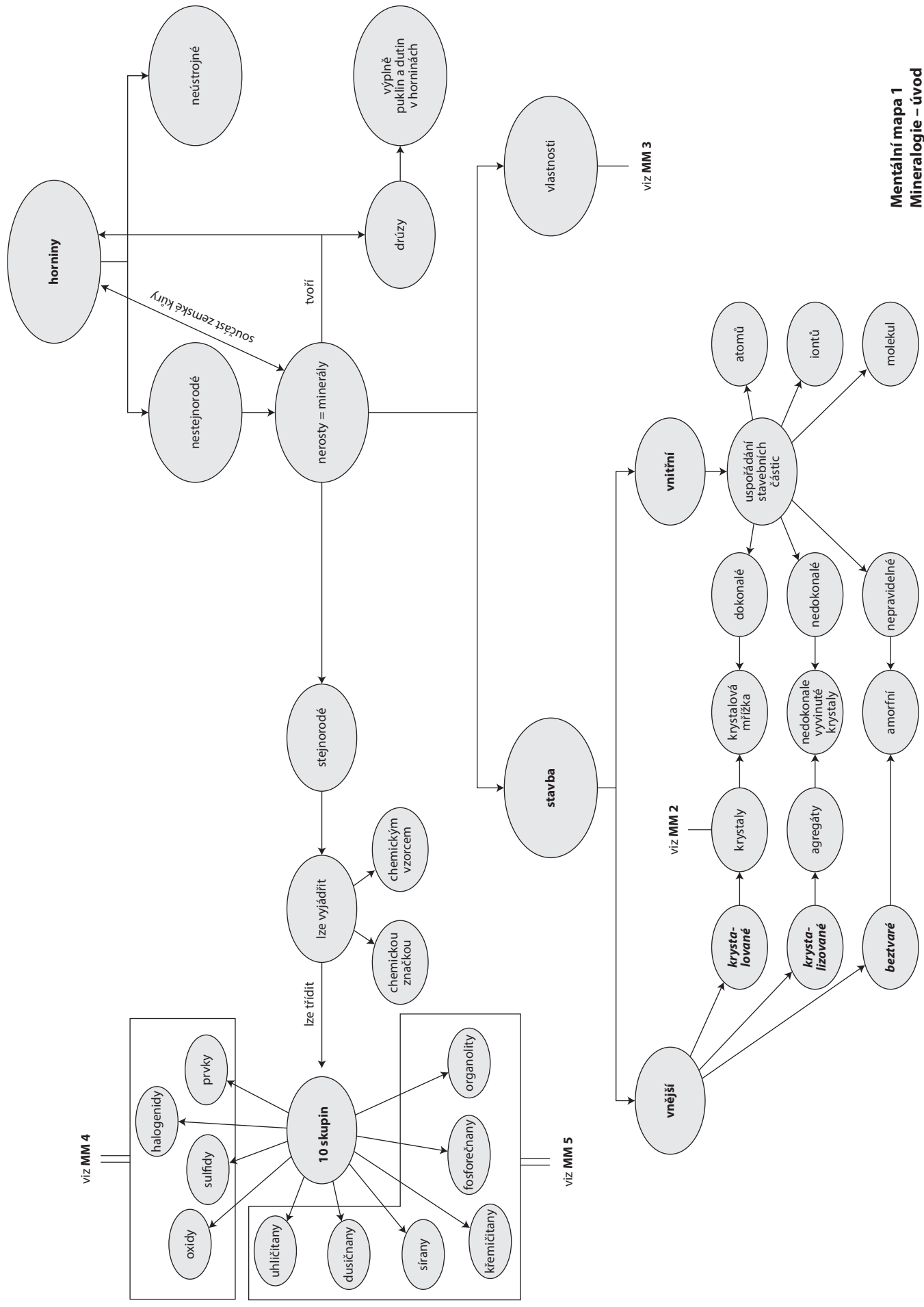
4. Zjistit testem výsledky učení žáků experimentální i kontrolní skupiny 14 dní po ukončení výuky.

Pro ověření dlouhodobého osvojení znalostí byl za 14 dní po prvním testu zadán test další, jehož struktura, bodové ohodnocení i podmínky zadání byly shodné s testem prvním.

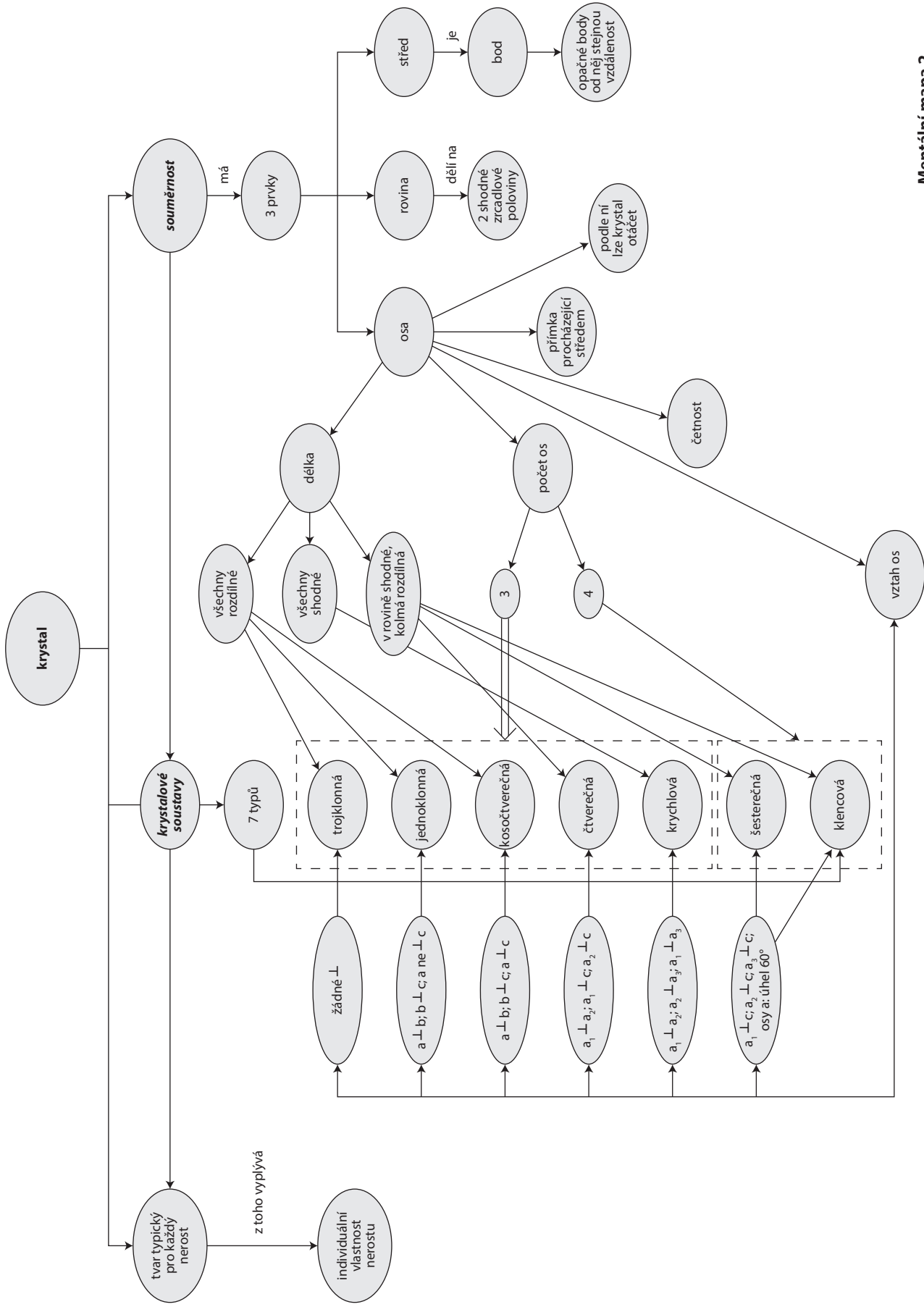
5. Porovnat výsledky učení získané testy:

- bezprostředně po ukončení výuky experimentální skupiny a kontrolní skupiny
- 14 dní po ukončení výuky experimentální a kontrolní skupiny
- bezprostředně po ukončení výuky dívek a chlapců experimentální skupiny
- 14 dní po ukončení výuky dívek a chlapců experimentální skupiny
- bezprostředně po ukončení výuky dívek a chlapců kontrolní skupiny
- 14 dní po ukončení výuky dívek a chlapců kontrolní skupiny
- bezprostředně po ukončení výuky a 14 dní po ukončení výuky:
 - u žáků experimentální skupiny
 - u dívek experimentální skupiny
 - u chlapců experimentální skupiny
 - u žáků kontrolní skupiny
 - u dívek kontrolní skupiny
 - u chlapců kontrolní skupiny

Na následujících stranách uvádíme vzory mentálních map i podobu obou zkušebních testů.

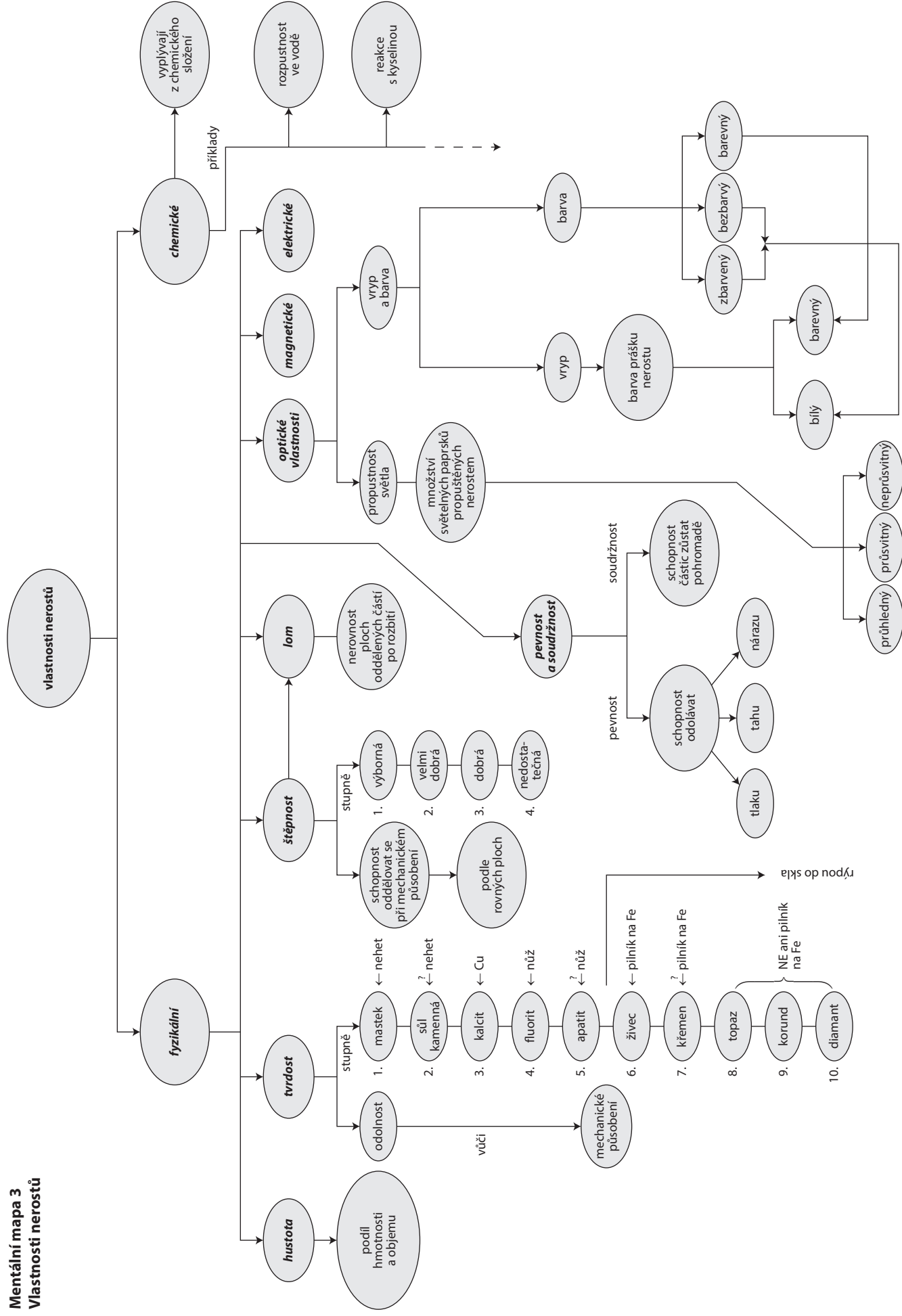


Mentální mapa 1
Mineralogie – úvod

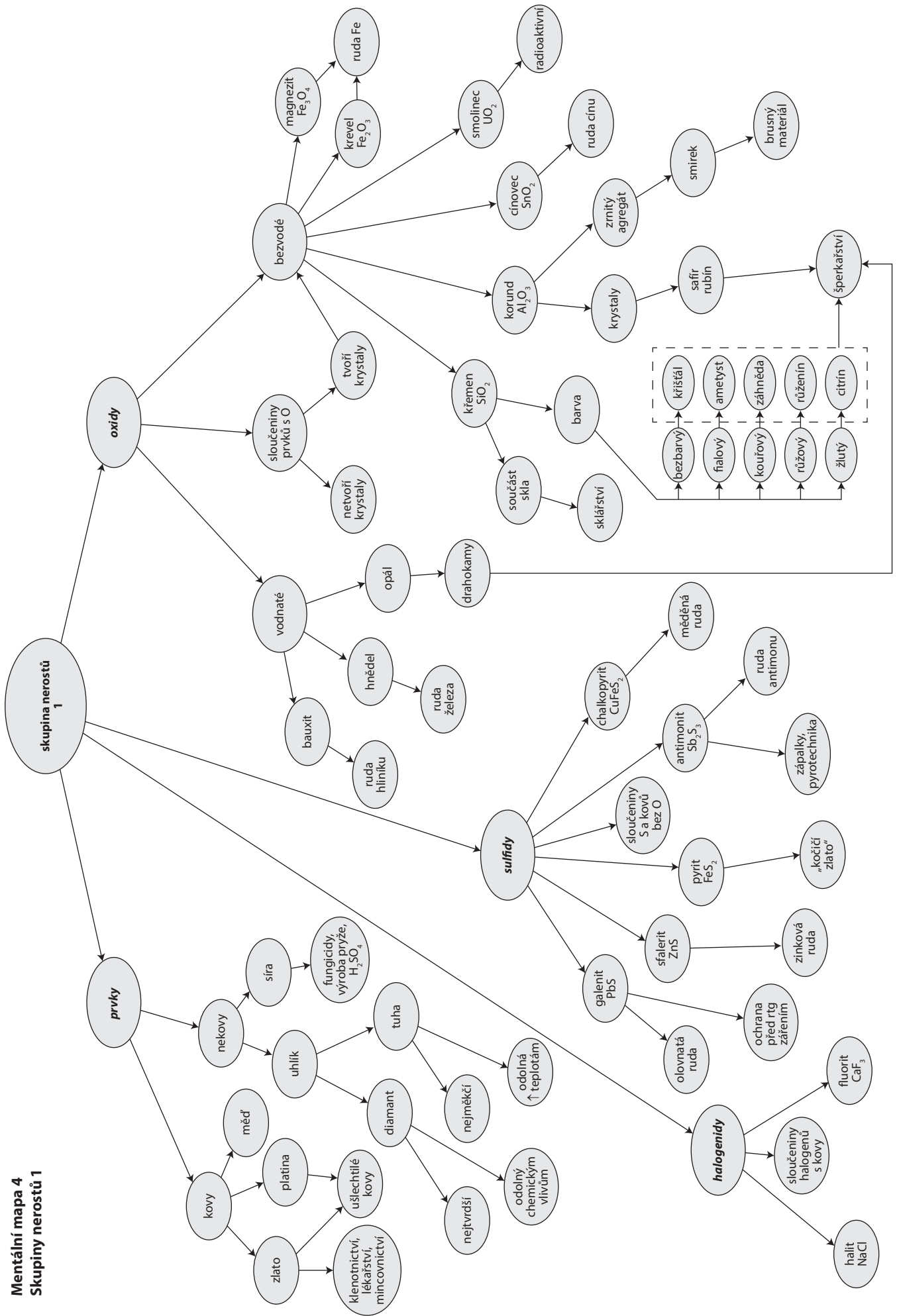


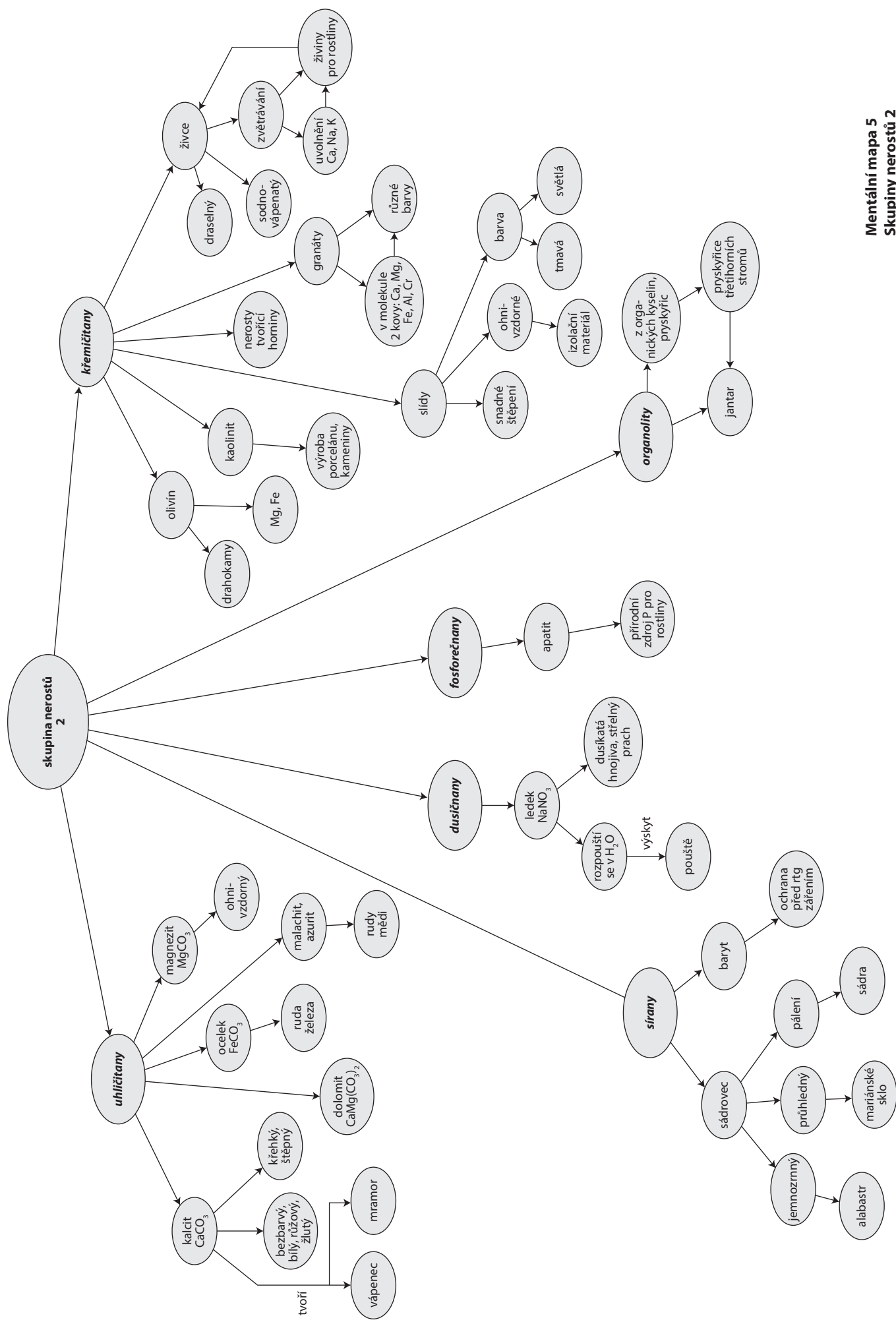
Mentální mapa 2
 Krystal a krystalové soustavy

Mentální mapa 3
Vlastnosti nerostů



Mentální mapa 4
Skupiny nerostů 1





Mentální mapa 5
Skupiny nerostů 2

Test číslo 1

Otázka/odpověď		Body
1.	Jaký je rozdíl mezi nerostem a horninou? Co horniny a nerosty vytvářejí?	2 body
	Složení nerostu je stejnorodé, horniny nestejnorodé (1 bod). Horniny a nerosty vytvářejí zemskou kůru (1 bod).	
2.	Jaká je vnitřní stavba amorfních nerostů? Co znamená výraz amorfní?	2 body
	nepravidelné uspořádání stavebních částic (1 bod) – beztvaré (1 bod)	
3.	Co je osa souměrnosti krystalu?	2 body
	Je to přímka (1 bod), která prochází středem krystalu a lze podle ní krystal otáčet (1 bod).	
4.	Kolik os má šesterečná krystalová soustava? Jaká je vzájemná poloha os nacházejících se v jedné rovině?	2 body
	čtyři osy (1 bod) – osy svírají 60° (1 bod)	
5.	Jmenuj nejměkčí nerost Mohsovy stupnice? Do kterého stupně tvrdosti lze do minerálu rýpat nožem?	2 body
	mastek (1 bod) – do stupně 5 (1 bod)	
6.	Co je soudržnost?	2 body
	Schopnost stavebních částic (1 bod) zůstat pohromadě (1 bod).	
7.	Jak lze rozlišit nerost barevný a zbarvený?	2 body
	Barevný nerost má prášek barevný (1 bod), zbarvený nerost má prášek bílý (1 bod).	
8.	Napiš chemický vzorec grafitu. Jaká je jeho tvrdost?	2 body
	C (1 bod) – stupeň 1 (1 bod)	
9.	Co jsou sulfidy?	2 body
	Sloučeniny síry (1 bod) a kovu (1 bod).	
10.	Jaké jsou dvě velké skupiny oxidů?	2 body
	bezvodé (1 bod) – vodnaté (1 bod)	
11.	Vyjmenuj dvě odrůdy křemene. Čím se liší?	2 body
	křemen, křišťál, amethyst, záhněda, růženín, citrín (kterékoli dva z nich) (1 bod) – liší se barvou (1 bod)	
12.	Který nerost má radioaktivní vlastnosti? Co tato vlastnost znamená?	2 body
	smolnec (uraninit) (1 bod) – schopnost samovolně se rozpadat a vysílat ionizující záření (1 bod)	
13.	Jaký minerál byste potřebovali k výrobě skla? V jakém oboru se tento minerál dále používá?	2 body
	křemen (1 bod) – šperkařství (1 bod)	
14.	Který nerost ze skupiny dusičnanů je nejvýznamnější? K čemu se používá?	2 body
	ledek (1 bod) – výroba dusíkatých hnojiv, součást střelného prachu (jedna odpověď z uvedených) (1 bod)	
15.	Jmenuj dvě vlastnosti slídy.	2 body
	snadno se štěpí v tenkých destičkách (1 bod) – ohnivzdorné (1 bod)	

Test číslo 2

Otázka/odpověď		Body
1.	Popište vnější stavbu nerostu krystalovaného a krystalizovaného.	2 body
	krystalovaný – přítomnost ploch, hran, vrcholů, pravidelné krystaly (1 bod) krystalizovaný – nedokonalé, drobné krystalky (1 bod)	
2.	Jak se nazývá vnitřní stavba krystalu? Co je pro ni typické?	2 body
	krystalová mřížka (1 bod) – souměrnost (1 bod)	
3.	Co je to střed souměrnosti?	2 body
	Je to bod (1 bod), od kterého mají body opačných stran krystalu stejnou vzdálenost (1 bod).	
4.	Kolik os má čtverečná krystalová soustava? Jaká je jejich vzájemná poloha?	2 body
	tři osy (1 bod) – všechny jsou na sebe kolmé (1 bod)	
5.	Jmenuj nejtvrďší nerost Mohsovy stupnice. Od kterého stupně tvrdosti rýpou nerosty do skla?	2 body
	diamant (1 bod) – od stupně 6 (1 bod)	
6.	Co je štěpnost?	2 body
	Schopnost oddělovat se při mechanickém působení (1 bod) podle rovných ploch (1 bod).	
7.	Jaký je rozdíl mezi nerostem průhledným a průsvitným?	2 body
	Průhledný nerost umožňuje přes sebe číst text (1 bod). Průsvitný nerost propouští světelné paprsky, ale text pod ním je nečitelný (1 bod).	
8.	Napiš chemický vzorec diamantu. Jaká je jeho tvrdost?	2 body
	C (1 bod) – stupeň 10 (1 bod)	
9.	Co tvoří halogenidy?	2 body
	Halové prvky (F, Cl, I, Br) (1 bod) a kovy (1 bod).	
10.	Jak se liší struktura bezvodých a vodnatých oxidů?	2 body
	Bezvodé oxidy tvoří krystaly (1 bod), vodnaté jsou amorfní (1 bod).	
11.	Jaké jsou odrůdy korundu? K čemu se využívá zrnitá forma korundu?	2 body
	safír, rubín (1 bod) – využívá se jako brusný materiál (smirek) (1 bod)	
12.	Který nerost má magnetické vlastnosti? Co tato vlastnost znamená?	2 body
	magnetit (magnetovec) (1 bod) – přitažlivost železných předmětů (1 bod)	
13.	Jaký minerál byste potřebovali k výrobě porcelánu? Do jaké skupiny nerostů tento minerál patří?	2 body
	kaolinit (1 bod) – křemičitany (1 bod)	
14.	Z kterého nerostu se získává sádra? Do jaké skupiny nerostů patří?	2 body
	sádrovec (1 bod) – sírany (1 bod)	
15.	Jakého původu je jantar? K čemu se používá?	2 body
	organický původ, z utuhlých pryskyřic jehličnatých stromů (jedna odpověď z uvedených) (1 bod) – výroba šperků (1 bod)	

6.5 Popis výzkumného souboru

Výzkumu se zúčastnili dvě školní třídy čtvrtého ročníku osmiletého gymnázia (tento ročník odpovídá 9. ročníku základní školy), ve kterých daný předmět učí stejný učitel.

Výběr učitele

Tento výběr byl ovlivněn následujícími podmínkami:

- učitel učí na druhém stupni základní školy nebo v odpovídajících třídách osmiletého gymnázia;
- učitel učí daný předmět ve dvou paralelních třídách ročníku;
- učitel před experimentem nepoužíval metodu mentálního mapování ani v jedné třídě, která se experimentu účastní;
- učitel je ochotný se experimentu zúčastnit.

Před experimentem bylo osloveno několik učitelů ústně nebo e-mailem, vybrán byl první učitel, který splňoval výše zmíněné podmínky.

Experimentální skupina

Výběr třídy, která se stane pro náš výzkum třídou experimentální, byl náhodný (losování). Počet žáků v této třídě je 32, do výzkumu však bylo zařazeno 29 žáků (91 %), protože podmínkou jejich zařazení bylo seznámení se všemi pěti mentálními mapami a účast v obou hodinách, kdy žáci psali kontrolní testy. Věkové složení žáků experimentální skupiny bylo 15 let (8 žáků; 28 %) a 14 let (21 žáků; 72 %), průměrný věk byl 14,28 let, tj. 14 let a 3,5 měsíce, směrodatná odchylka byla 0,45 let, tj. 5,5 měsíce; počet dívek v této skupině byl 13 (45 %), počet chlapců 16 (55 %). Na konci předešlého ročníku bylo z biologie 8 žáků ohodnoceno stupněm 1 (28 %), 12 žáků stupněm 2 (41 %), 7 žáků stupněm 3 (24 %) a stupněm 4 pak 2 žáci (7 %). V následujících tabulkách uvádíme tato data v přehledné podobě.

Tab. 6.1 Věkové zastoupení žáků v experimentální skupině

	počet	procentové zastoupení
15 let	8	28 %
14 let	21	72 %

Tab. 6.2 Zastoupení dívek a chlapců v experimentální třídě

	počet	procentové zastoupení
dívky	13	45 %
chlapci	16	55 %

Tab. 6.3 Znamkové hodnocení žáků experimentální skupiny z předmětu biologie na konci předešlého ročníku

známka	počet	procentové zastoupení
1	8	28 %
2	12	41 %
3	7	24 %
4	2	7 %

Žákům experimentální skupiny nebylo sděleno, že použití mentálních map ve výuce i oba kontrolní testy jsou součástí výzkumu z obavy, aby výuce dané učební látky nevěnovali zvýšenou pozornost, která by mohla ovlivnit jejich učení i zkreslit následný výkon v testech. Učitel pouze žákům sdělil, že je chce seznámit s novou metodou, která by jim mohla pomoci si lépe uspořádat učební látku a pomoci jim ve vytváření zápisků z vyučovací hodiny nebo při samostudiu.

Kontrolní skupiny

Počet žáků v kontrolní třídě je také 32, do výzkumu však bylo zařazeno 28 žáků (87,5 %). Podmínkou zařazení byla účast aspoň v 70 % hodin věnovaných výuce daného tématu a účast v obou hodinách, kdy žáci psali kontrolní testy. Věkové složení žáků kontrolní skupiny bylo 15 let (6 žáků; 21 %) a 14 let (22 žáků; 79 %), průměrný věk byl 14,21 let, tj. 14 let a 2,5 měsíce, směrodatná odchylka byla 0,41 let, tj. 5 měsíců; počet dívek byl 15 (54 %), chlapců 13 (46 %). Na konci předešlého ročníku bylo z biologie 7 žáků ohodnoceno stupněm 1 (25 %), 14 žáků stupněm 2 (50 %), 6 žáků stupněm 3 (21 %) a stupněm 4 pak 1 žák (4 %). V následujících tabulkách uvádíme tato data v přehledné podobě.

Tab. 6.4 Věkové zastoupení žáků v kontrolní skupině

	počet	procentové zastoupení
15 let	6	21 %
14 let	22	79 %

Tab. 6.5 Zastoupení dívek a chlapců v kontrolní třídě

	počet	procentové zastoupení
dívky	15	54 %
chlapci	13	46 %

Tab. 6.6 Znamkové hodnocení žáků kontrolní třídy z předmětu biologie na konci předešlého ročníku

známka	počet	procentové zastoupení
1	7	25 %
2	14	50 %
3	6	21 %
4	1	4 %

Rovněž žákům kontrolní třídy nebylo sděleno, že kontrolní testy jsou součástí výzkumu, v obavě, že by učební látce věnovali více pozornosti, a tím by mohlo dojít k ovlivnění učení i ke zkreslení výsledků testů.

6.6 Symbolika výsledkové části

Při hodnocení výsledků experimentu používáme následující zkratky:

ES – experimentální skupina

KS – kontrolní skupiny

dES – dívky experimentální skupiny

chES – chlapci experimentální skupiny

dKS – dívky kontrolní skupiny

chKS – chlapci kontrolní skupiny

T1 – první test zadaný následující hodinu po ukončení výuky daného tématu

T2 – druhý test zadaný 14 dnů po prvním testu

7 Výsledky výzkumu

V této kapitole nejprve provedeme analýzu výsledků obou testů experimentální skupiny i výsledků obou testů kontrolní skupiny pomocí metod popisné statistiky. Poté ověříme, zda tato bodová hodnocení testů odpovídají normálnímu rozložení dat. Na základě tohoto zjištění rozhodneme, zda použijeme neparametrické, nebo parametrické testy pro posouzení statistické významnosti jejich rozdílů.

7.1 Výsledky žáků ve znalostních testech

V tabulce 7.1 uvádíme přehled bodových výsledků žáků experimentální skupiny. Z tabulky jsou patrné i výsledky dívek a chlapců. V tabulce 7.2 jsou uvedeny výsledky žáků kontrolní skupiny v obou testech, opět je zde patrné, jakých výsledků dosáhly dívky a jakých dosáhli chlapci. Tabulka 7.3 uvádí hodnoty aritmetického průměru, směrodatné odchylky a rozptylu bodových výsledků testů ve vybraných skupinách žáků, které budou použity pro výpočty dalších hodnot.

Tab. 7.1 Bodové výsledky obou testů experimentální skupiny

	T1	T2
dES	12	13
	16	16
	25	23
	22	20
	25	24
	19	18
	27	25
	16	18
	18	15
	24	22
	22	20
	26	25
	23	22
chES	29	26
	25	26
	21	19
	19	18
	24	22
	25	23
	15	16
	19	17
	23	20
	18	17
	24	22
	14	13
	19	18
	26	25
	24	22
22	21	

Tab. 7.2 Bodové výsledky obou testů kontrolní skupiny

	T1	T2
dKS	22	20
	21	17
	20	16
	19	17
	22	20
	26	21
	18	18
	18	17
	24	19
	21	18
	23	22
	22	23
	15	13
	16	15
17	14	
chKS	26	25
	22	20
	19	19
	25	23
	22	18
	21	18
	12	12
	15	16
	13	14
	25	23
	12	11
	26	21
	15	13

Tab. 7.3 Hodnoty aritmetického průměru, směrodatné odchylky a rozptylu bodových výsledků testů ve vybraných skupinách žáků

	aritmetický průměr	směrodatná odchylka	rozptyl
ES – T1	21,45	4,17	17,42
ES – T2	20,21	3,67	13,47
KS – T1	19,89	4,19	17,60
KS – T2	17,96	3,58	12,82
dES – T1	21,15	4,40	19,36
dES – T2	20,08	3,73	13,92
chES – T1	21,69	3,96	15,71
chES – T2	20,31	3,62	13,09
dKS – T1	20,27	2,98	8,86
dKS – T2	18,00	2,78	7,73
chKS – T1	19,46	5,23	27,33
chKS – T2	17,92	4,32	18,69

7.2 Ověření normálního rozložení výsledků získaných testy

V následujících tabulkách 7.4–7.7 uvádíme hodnoty získané při ověřování normální distribuce hodnot výsledků získaných jednotlivými testy.

Tab. 7.4 Ověření normálního rozložení hodnot výsledků 1. testu experimentální skupiny

	střed	f_o	X	z	y	f_e
28–30	29	1	7,55	1,81	0,0775	1,62
25–27	26	7	4,55	1,09	0,2203	4,6
22–24	23	9	1,55	0,37	0,3726	7,77
19–21	20	5	-1,45	-0,35	0,3752	7,83
16–18	17	4	-4,45	-1,07	0,2251	4,7
13–15	14	2	-7,45	-1,79	0,0804	1,68
10–12	11	1	-10,45	-2,50	0,0175	0,37
	21,45	29				28,57

Tab. 7.5 Ověření normálního rozložení hodnot výsledků 2. testu experimentální skupiny

	střed	f_o	X	z	y	f_e
25–27	26	5	5,79	1,58	0,1145	2,71
22–24	23	8	2,79	0,76	0,3209	7,61
19–21	20	5	-0,21	0,06	0,3982	9,44
16–18	17	8	-3,21	0,87	0,2732	6,47
13–15	14	3	-6,21	1,69	0,0957	2,27
	19,62	29				28,5

Tab. 7.6 Ověření normálního rozložení hodnot výsledků 1. testu kontrolní skupiny

	střed	f _o	X	z	y	f _e
25–27	26	5	6,11	1,46	0,1374	2,75
22–24	23	7	3,11	0,74	0,3034	6,08
19–21	20	6	0,11	0,03	0,3988	8,00
16–18	17	4	–2,89	–0,69	0,3144	6,3
13–15	14	4	–5,89	–1,41	0,1476	3,00
10–12	11	2	–8,89	–2,12	0,0431	0,9
	19,89	28				27,03

Tab. 7.7 Ověření normálního rozložení hodnot výsledků 2. testu kontrolní skupiny

	střed	f _o	X	z	y	f _e
25–27	26	1	8,04	2,25	0,0317	0,74
22–24	23	4	5,04	1,41	0,1476	3,46
19–21	20	7	2,04	0,57	0,3391	8,00
16–18	17	9	–0,96	0,27	0,3847	9,03
13–15	14	5	–3,96	1,11	0,2155	5,06
10–12	11	2	–6,96	1,94	0,0608	1,43
	17,96	28				27,72

Z uvedených dat je patrné, že zjištěné četnosti se neliší od četností očekávaných, proto můžeme říci, že výsledky získané oběma testy v experimentální i kontrolní skupině mají normální rozložení, proto pro další analýzu dat můžeme použít parametrické testy.

7.3 Statistická analýza získaných dat

V této kapitole se zaměříme na porovnání bodových výsledků, kterých dosáhli v prvním testu a pak i ve druhém testu žáci experimentální skupiny oproti žákům kontrolní skupiny, na porovnání výsledků dívek a chlapců experimentální skupiny v prvním testu i ve druhém testu, stejné porovnání provedeme i u dívek a chlapců kontrolní skupiny. Dále provedeme porovnání výsledků prvního a druhého testu u experimentální skupiny, kontrolní skupiny, dívek experimentální skupiny, chlapců experimentální skupiny, dívek kontrolní skupiny a chlapců kontrolní skupiny.

Porovnání bodových výsledků testů experimentální skupiny a kontrolní skupiny

1. Porovnání výsledků žáků experimentální skupiny a kontrolní skupiny v prvním testu

Nejprve provedeme F-test pro zjištění shody rozptylů obou výběrů, potom příslušný t-test. Vypočítané výsledky jsou v tabulce:

S_1^2	S_2^2	F	F_{0,05}	t	t_{0,05}
17,42	17,60	1,01	1,879	1,378	2,0055

Vypočítaná hodnota pro poměr rozptylů obou souborů $F = 1,01$, tabulková hodnota $F_{0,05}(27,28) = 1,879$. Z toho vyplývá, že $F < F_\alpha$, tudíž přijímáme předpoklad o rovnosti rozptylů a v následujícím výpočtu použijeme dvouvýběrový t-test pro rovnost rozptylů. Vypočítaná hodnota dvouvýběrového t-testu $t = 1,378$, tabulková hodnota $t_{0,05}(55) = 2,0055$, tudíž platí, že $t < t_\alpha$. To znamená, že mezi průměry dvou výběrů není statisticky významný rozdíl neboli že mezi výsledky prvního testu experimentální skupiny a kontrolní skupiny není signifikantní rozdíl.

2. Porovnání výsledků žáků experimentální skupiny a kontrolní skupiny v druhém testu

Nejprve provedeme F-test pro zjištění shody rozptylů obou výběrů, potom příslušný t-test. Vypočítané výsledky jsou v tabulce:

S_1^2	S_2^2	F	F_{0,05}	t	t_{0,05}
13,474	12,82	1,051	1,904	2,2026	2,0055

Vypočítaná hodnota pro poměr rozptylů obou souborů $F = 1,051$, tabulková hodnota $F_{0,05}(28,27) = 1,904$. Z toho vyplývá, že $F < F_\alpha$, tudíž přijímáme předpoklad o rovnosti rozptylů a v následujícím výpočtu použijeme dvouvýběrový t-test pro rovnost rozptylů. Vypočítaná hodnota dvouvýběrového t-testu $t = 2,2026$, tabulková hodnota $t_{0,05}(55) = 2,0055$, tudíž platí, že $t > t_\alpha$. To znamená, že mezi průměry dvou výběrů je statisticky významný rozdíl neboli že mezi výsledky druhého testu experimentální skupiny a kontrolní skupiny je signifikantní rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Porovnání výsledků dívek a chlapců experimentální skupiny

3. Porovnání výsledků dívek a chlapců experimentální skupiny v prvním testu

Nejprve provedeme F-test pro zjištění shody rozptylů obou výběrů, potom příslušný t-test. Vypočítané výsledky jsou v tabulce:

S_1^2	S_2^2	F	F_{0,05}	t	t_{0,05}
19,36	15,71	1,23	2,579	0,331	2,0518

Vypočítaná hodnota pro poměr rozptylů obou výběrů $F = 1,23$, tabulková hodnota $F_{0,05}(12,15) = 2,579$. Z toho vyplývá, že $F < F_{\alpha}$, tudíž přijímáme předpoklad o rovnosti rozptylů a v následujícím výpočtu použijeme dvouvýběrový t-test pro rovnost rozptylů. Vypočítaná hodnota dvouvýběrového t-testu $t = 0,331$, tabulková hodnota $t_{0,05}(27) = 2,0518$, tudíž platí, že $t < t_{\alpha}$. To znamená, že mezi průměry dvou výběrů není statisticky významný rozdíl neboli že mezi výsledky prvního testu dívek a chlapců experimentální skupiny není signifikantní rozdíl.

4. Porovnání výsledků dívek a chlapců experimentální skupiny v druhém testu

Nejprve provedeme F-test pro zjištění shody rozptylů obou souborů, potom příslušný t-test. Vypočítané výsledky jsou v tabulce:

S_1^2	S_2^2	F	F_{0,05}	t	t_{0,05}
13,92	13,09	1,06	2,579	0,166	2,0518

Vypočítaná hodnota pro poměr rozptylů obou výběrů $F = 1,06$, tabulková hodnota $F_{0,05}(12,15) = 2,579$. Z toho vyplývá, že $F < F_{\alpha}$, tudíž přijímáme předpoklad o rovnosti rozptylů a v následujícím výpočtu použijeme dvouvýběrový t-test pro rovnost rozptylů. Vypočítaná hodnota dvouvýběrového t-testu $t = 0,166$, tabulková hodnota $t_{0,05}(27) = 2,0518$, tudíž platí, že $t < t_{\alpha}$. To znamená, že mezi průměry dvou výběrů není statisticky významný rozdíl neboli že mezi výsledky druhého testu dívek a chlapců experimentální skupiny není signifikantní rozdíl.

Porovnání výsledků dívek a chlapců kontrolní skupiny

5. Porovnání výsledků dívek a chlapců kontrolní skupiny v prvním testu

Nejprve provedeme F-test pro zjištění shody rozptylů obou souborů, potom příslušný t-test. Vypočítané výsledky uvádíme v tabulce:

S_1^2	S_2^2	F	F_{0,05}	t	t_{0,05}
27,33	8,86	3,08	2,534	0,47	2,157

Vypočítaná hodnota pro poměr rozptylů obou výběrů $F = 3,08$, tabulková hodnota $F_{0,05}(12,14) = 2,534$. Z toho vyplývá, že $F > F_{\alpha}$, tudíž zamítáme předpoklad o rovnosti

rozptylů a v následujícím výpočtu použijeme dvouvýběrový t-test pro nerovnost rozptylů. Vypočítaná hodnota dvouvýběrového t-testu $t = 0,47$; kritickou hodnotu $t^*_{0,05}$ vypočítáme podle vzorce uvedeného ve skriptech Reiterové (2004, s. 56) pro $t'_{0,05}(15) = 2,1315$ a $t''_{0,05}(13) = 2,1604$. Kritická hodnota $t^*_{0,05} = 2,157$, tudíž platí, že $t < t^*_\alpha$. To znamená, že mezi průměry dvou výběrů není statisticky významný rozdíl neboli že mezi výsledky prvního testu dívek a chlapců kontrolní skupiny není signifikantní rozdíl.

6. Porovnání výsledků dívek a chlapců kontrolní skupiny v druhém testu

Nejprve provedeme F-test pro zjištění shody rozptylů obou souborů, potom příslušný t-test. Vypočítané výsledky jsou v tabulce:

S_1^2	S_2^2	F	F_{0,05}	t	t_{0,05}
18,69	7,73	2,42	2,534	0,054	2,0555

Vypočítaná hodnota pro poměr rozptylů obou výběrů $F = 2,42$, tabulková hodnota $F_{0,05}(12,14) = 2,534$. Z toho vyplývá, že $F < F_\alpha$, tudíž přijímáme předpoklad o rovnosti rozptylů a v následujícím výpočtu použijeme dvouvýběrový t-test pro rovnost rozptylů. Vypočítaná hodnota dvouvýběrového t-testu $t = 0,054$, tabulková hodnota $t_{0,05}(26) = 2,0555$, tudíž platí, že $t < t_\alpha$. To znamená, že mezi průměry dvou výběrů není statisticky významný rozdíl neboli že mezi výsledky druhého testu dívek a chlapců kontrolní skupiny není signifikantní rozdíl.

Porovnání výsledků experimentální skupiny v prvním a druhém testu

Při porovnání výsledků experimentální skupiny získaných v prvním a druhém testu použijeme párový t-test. Protože jde o porovnání výsledků, které jsme získali dvěma měřeními provedenými na jednom výběru, neprovádíme F-test. Párový t-test ověřuje významnost rozdílů mezi výsledky dvou měření.

7. Porovnání výsledků žáků experimentální skupiny získaných v prvním a druhém testu

Výsledek výpočtu párového t-testu je v tabulce:

t	t_{0,01}
5,38	2,763

Vypočítaná hodnota párového t-testu = 5,38, tabulková hodnota $t_{0,01}(28) = 2,763$. Z uvedeného vyplývá, že $t > t_{\alpha}$. To znamená, že mezi průměry dvou měření je statisticky významný rozdíl neboli že rozdíl mezi výsledky žáků experimentální skupiny v prvním a druhém testu je statisticky signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,01$.

8. Porovnání výsledků dívek experimentální skupiny získaných prvním a druhým testem

Výsledek výpočtu párového t-testu je v tabulce:

t	$t_{0,05}$
2,81	2,179

Vypočítaná hodnota párového t-testu = 2,81, tabulková hodnota $t_{0,05}(12) = 2,179$. Z uvedeného vyplývá, že $t > t_{\alpha}$. To znamená, že mezi průměry dvou měření je statisticky významný rozdíl neboli že rozdíl mezi výsledky dívek experimentální skupiny v prvním a druhém testu je statisticky signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

9. Porovnání výsledků chlapců experimentální skupiny získaných prvním a druhým testem

Výsledek výpočtu párového t-testu je v tabulce:

t	$t_{0,01}$
4,79	2,947

Vypočítaná hodnota párového t-testu = 4,79, tabulková hodnota $t_{0,01}(15) = 2,947$. Z toho vyplývá, že $t > t_{\alpha}$. To znamená, že mezi průměry dvou měření je statisticky významný rozdíl neboli že rozdíl mezi výsledky chlapců experimentální skupiny v prvním a druhém testu je statisticky signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,01$.

Porovnání výsledků kontrolní skupiny v prvním a druhém testu

Při porovnání výsledků kontrolní skupiny získaných v prvním a druhém testu použijeme stejný postup jako při porovnávání výsledků u experimentální skupiny, tj. budeme provádět párový t-test.

10. Porovnání výsledků žáků kontrolní skupiny získaných prvním a druhým testem

Výsledek výpočtu párového t-testu je v tabulce:

t	$t_{0,01}$
5,72	2,771

Vypočítaná hodnota párového t-testu = 5,72, tabulková hodnota $t_{0,01}(27) = 2,771$. Z uvedeného vyplývá, že $t > t_{\alpha}$. To znamená, že mezi průměry dvou měření je statisticky signifikantní rozdíl neboli že rozdíl mezi výsledky žáků kontrolní skupiny v prvním a druhém testu je statisticky významný na hladině významnosti $\alpha = 0,01$.

11. Porovnání výsledků dívek kontrolní skupiny získaných prvním a druhým testem

Výsledek výpočtu párového t-testu je v tabulce:

t	$t_{0,01}$
5,013	2,947

Vypočítaná hodnota párového t-testu = 5,013, tabulková hodnota $t_{0,01}(15) = 2,947$. Z uvedeného vyplývá, že $t > t_{\alpha}$. To znamená, že mezi průměry dvou měření je statisticky významný rozdíl neboli že mezi rozdíl mezi výsledky dívek kontrolní skupiny v prvním a druhém testu je statisticky signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,01$.

12. Porovnání výsledků chlapců kontrolní skupiny získaných prvním a druhým testem

Výsledek výpočtu párového t-testu je v tabulce:

t	$t_{0,01}$
3,068	3,055

Vypočítaná hodnota párového t-testu = 3,068, tabulková hodnota $t_{0,01}(12) = 3,055$. Z uvedeného vyplývá, že $t > t_{\alpha}$. To znamená, že mezi průměry dvou výběrů je statisticky velmi významný rozdíl neboli že rozdíl mezi výsledky chlapců kontrolní skupiny v prvním a druhém testu je statisticky signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,01$.

7.4 K platnosti hypotéz

Na základě výsledků uvedených výše můžeme zhodnotit platnost zadaných hypotéz.

K platnosti hypotézy 1: Bodové výsledky testu zadaného následující vyučovací hodinu po ukončení výuky dané učební látky budou u žáků experimentální skupiny statisticky významně vyšší než výsledky stejného testu u žáků kontrolní skupiny.

Na základě výsledku t-testu, kdy hodnota $t(1,378) < t_{0,05}(2,0055)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu v experimentální skupině a výsledky prvního testu v kontrolní skupině není statisticky významný rozdíl, tudíž *hypotézu 1 zamítáme*.

K platnosti hypotézy 2: Bodové výsledky testu zadaného 14 dní po prvním testu budou u žáků experimentální skupiny statisticky významně vyšší než výsledky stejného testu u žáků kontrolní skupiny.

Na základě výsledku t-testu, kdy hodnota $t(2,2026) > t_{0,05}(2,0055)$, zjišťujeme, že mezi výsledky druhého testu v experimentální skupině a výsledky druhého testu v kontrolní skupině je statisticky významný rozdíl. Aritmetický průměr druhého testu experimentální skupiny je roven 20,21; aritmetický průměr druhého testu kontrolní skupiny je 17,96, tudíž bodové výsledky testu experimentální skupiny jsou vyšší – proto *hypotézu 2 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 3: Mezi bodovými výsledky testu zadaného následující vyučovací hodinu po ukončení výuky dané učební látky u dívek experimentální skupiny a výsledky stejného testu u chlapců experimentální skupiny nebude statisticky významný rozdíl.

Na základě výsledku t-testu, kdy hodnota $t(0,331) < t_{0,05}(2,0518)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu u dívek experimentální skupiny a chlapců experimentální skupiny není statisticky významný rozdíl, tudíž *hypotézu 3 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 4: Mezi bodovými výsledky testu zadaného 14 dní po prvním testu u dívek experimentální skupiny a výsledky stejného testu u chlapců experimentální skupiny nebude statisticky významný rozdíl.

Na základě výsledku t-testu, kdy hodnota $t(0,166) < t_{0,05}(2,0518)$, zjišťujeme, že mezi výsledky druhého testu u dívek experimentální skupiny a výsledky druhého testu u chlapců experimentální skupiny není statisticky významný rozdíl, tudíž *hypotézu 4 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 5: Mezi bodovými výsledky testu zadaného následující vyučovací hodinu po ukončení výuky dané učební látky u dívek kontrolní skupiny a výsledky stejného testu u chlapců kontrolní skupiny nebude statisticky významný rozdíl.

Na základě výsledku t-testu, kdy hodnota $t(0,47) < t_{0,05}^*(2,157)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu u dívek kontrolní skupiny a výsledky prvního testu u chlapců kontrolní skupiny není statisticky významný rozdíl, tudíž *hypotézu 5 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 6: Mezi bodovými výsledky testu zadaného 14 dní po prvním testu u dívek kontrolní skupiny a výsledky stejného testu u chlapců kontrolní skupiny nebude statisticky významný rozdíl.

Na základě výsledku t-testu, kdy hodnota $t(0,054) < t_{0,05}(2,0555)$, zjišťujeme, že mezi výsledky druhého testu u dívek kontrolní skupiny a výsledky druhého testu u chlapců kontrolní skupiny není statisticky významný rozdíl, tudíž *hypotézu 6 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 7: Bodové výsledky žáků experimentální skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Na základě výsledku párového t-testu, kdy hodnota $t(5,38) > t_{0,01}(2,763)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu a výsledky druhého testu u žáků experimentální skupiny je statisticky signifikantní rozdíl. Aritmetický průměr prvního testu experimentální skupiny je roven 21,45; aritmetický průměr druhého testu experimentální skupiny je 20,21, tudíž bodové výsledky prvního testu jsou vyšší než výsledky druhého testu – proto *hypotézu 7 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 8: Bodové výsledky dívek experimentální skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Na základě výsledku párového t-testu, kdy hodnota $t(2,81) > t_{0,05}(2,179)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu a výsledky druhého testu u dívek experimentální skupiny je statisticky signifikantní rozdíl. Aritmetický průměr prvního testu dívek experimentální skupiny je roven 21,15; aritmetický průměr druhého testu dívek experimentální skupiny je 20,08, tudíž bodové výsledky prvního testu jsou vyšší než výsledky druhého testu – proto *hypotézu 8 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 9: Bodové výsledky chlapců experimentální skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Na základě výsledku párového t-testu, kdy hodnota $t(4,79) > t_{0,01}(2,947)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu a výsledky druhého testu u chlapců experimentální skupiny je statisticky signifikantní rozdíl. Aritmetický průměr prvního testu chlapců experimentální skupiny je roven 21,69; aritmetický průměr druhého testu chlapců experimentální skupiny je 20,31, tudíž bodové výsledky prvního testu jsou vyšší než výsledky druhého testu – proto *hypotézu 9 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 10: Bodové výsledky žáků kontrolní skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Na základě výsledku párového t-testu, kdy hodnota $t(5,72) > t_{0,01}(2,771)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu a výsledky druhého testu u žáků kontrolní skupiny je statisticky signifikantní rozdíl. Aritmetický průměr prvního testu kontrolní skupiny je roven 19,89; aritmetický průměr druhého testu kontrolní skupiny je 17,96, tudíž bodové výsledky prvního testu jsou vyšší než výsledky druhého testu – proto *hypotézu 10 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 11: Bodové výsledky dívek kontrolní skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Na základě výsledku párového t-testu, kdy hodnota $t(5,013) > t_{0,01}(2,947)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu a výsledky druhého testu u dívek kontrolní skupiny je

statisticky signifikantní rozdíl. Aritmetický průměr prvního testu dívek kontrolní skupiny je roven 20,27; aritmetický průměr druhého testu dívek kontrolní skupiny je 18,00, tudíž bodové výsledky prvního testu jsou vyšší než výsledky druhého testu – proto *hypotézu 11 přijímáme*.

K platnosti hypotézy 12: Bodové výsledky chlapců kontrolní skupiny v testu zadaném následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu budou statisticky významně vyšší než jejich bodové výsledky v testu zadaném 14 dní po prvním testu.

Na základě výsledku párového t-testu, kdy hodnota $t(3,068) > t_{0,01}(3,055)$, zjišťujeme, že mezi výsledky prvního testu a výsledky druhého testu u chlapců kontrolní skupiny je statisticky signifikantní rozdíl. Aritmetický průměr prvního testu chlapců kontrolní skupiny je roven 19,46; aritmetický průměr druhého testu chlapců kontrolní skupiny je 17,92, tudíž bodové výsledky prvního testu jsou vyšší než výsledky druhého testu – proto *hypotézu 12 přijímáme*.

7.5 Splnění cílů

Cíle, které jsme si stanovili na začátku našeho výzkumu, se nám podařilo splnit jen částečně.

Ve svém výzkumu jsme chtěli prokázat, že použití metody mentálního mapování povede k lepším výsledkům učení. Zjistili jsme však, že skupina, která ve výuce použila metodu mentálního mapování, dosáhla lepších výsledků pouze při druhém testu, který byl zadáván až po uplynutí 14 dnů od prvního testu. Výsledek testu zadaného bezprostředně po ukončení výuky nepřinesl žádný statisticky signifikantní rozdíl, který by ukazoval na lepší výsledek učení u experimentální třídy. Jinými slovy můžeme říci, že metoda mentálního mapování nezlepšila významně bezprostřední výsledky učení oproti třídě, která se učila shodné učivo obvyklými výukovými metodami. Její přínos se ukázal až po uplynutí určitého časového intervalu, konkrétně 14 dnů od prvního testu.

Dále jsme chtěli zjistit, zda tato metoda bude mít stejný užitek pro obě pohlaví, tj. že výsledky dívek a chlapců v experimentální třídě se nebudou významně lišit. Abychom vyloučili možnost, že probírané učivo je takového charakteru, že by pro některé pohlaví mohlo být náročnější na osvojení, provedli jsme porovnání výsledků dívek a chlapců i v kontrolní skupině. Při porovnávání výsledků jsme zjistili, že mezi výsledky dívek a

chlapců experimentální třídy nejsou významné rozdíly, a to ani v prvním ani v druhém testu. Metoda mentálního mapování měla stejný užitek pro dívky i chlapce. V kontrolní skupině jsme rovněž ani v prvním ani v druhém testu nezjistili statisticky významné rozdíly mezi výsledky dívek a chlapců. Obsah učiva tedy byl takového charakteru, že jeho osvojení nebylo snadnější ani pro dívky ani pro chlapce.

Dále jsme zjistili, že hodnoty prvního testu jsou v obou skupinách vyšší než hodnoty druhého testu. Toto platí i při rozdělení bodových výsledků testů podle pohlaví, tj. výsledky prvního testu jsou vždy lepší než výsledky druhého testu, a to jak v rámci celé (nerozdělené) skupiny, tak i při rozdělení podle pohlaví. Další statistickou analýzou jsme zjistili, že rozdíl mezi výsledky je vždy statisticky signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,01$ – kromě jediného případu, kdy rozdíl byl signifikantní na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Touto jedinou výjimkou bylo porovnání rozdílu mezi výsledky prvního a druhého testu u dívek experimentální skupiny.

8 Diskuze

Na tomto místě se pokusíme najít odpovědi na výzkumné problémy, které jsme si stanovili na začátku výzkumu.

Cílem našeho výzkumu bylo zjištění, zda použití metody mentálního mapování ve výuce může přispět ke zlepšení učení a osvojení znalostí. Zajímalo nás, zda použití této metody ovlivní výsledky učení ověřované bezprostředně po ukončení výuky i výsledky učení ověřované po uplynutí určitého časového intervalu. Dále jsme zjišťovali, zda větší užitek z použití této metody mohou mít dívky, nebo chlapci, zda tedy zjištěné výsledky učení jsou rozdílné podle pohlaví. A nakonec nás zajímalo, zda se při použití metody mentálního mapování budou lišit výsledky učení bezprostředně po ukončení výuky dané učební látky od výsledků učení, které získáme po uplynutí určitého časového intervalu, v našem případě 14 dní.

Náš předpoklad, že metoda mentálního mapování zlepší učení a osvojení znalostí bezprostředně po ukončení výuky učební látky, se nepotvrdil. Zjistili jsme, že výsledky učení bezprostředně po uzavření určitého tématu se neliší, a jsou tudíž nezávislé na metodě, kterou jsme použili při výuce. Jinými slovy můžeme říci, že mentální mapování nepřispělo ke zkvalitnění učení bezprostředně po výuce daného tématu a míra osvojených znalostí se neliší od míry znalostí, které si žáci osvojili při použití jiné metody. Toto zjištění může být podmíněno tím, že žáci kontrolní skupiny si buď i na základě použití obvyklé metody vytvořili dobře propojenou strukturu vědomostí, takže jejich míra osvojených znalostí se neliší od míry osvojených znalostí experimentální skupiny, nebo si tuto strukturu sice nevytvořili, ale skutečnost, že učební látka se probírala v nedávné době, jim napomohla k tomu, že potřebné informace měli uložené v paměti – i když v izolovaných a vzájemně nepropojených celcích. Jiným možným vysvětlením tohoto jevu je i možnost, že metoda mentálního mapování nebyla pro žáky přínosem. Byla to pro ně metoda nová, které se museli nejprve naučit, tudíž samotné použití metody a její osvojování mohlo žáky odvádět od vlastního učení dané učební látky. Díky novosti metody se také míra jejich samostatné práce při vyplňování mentální mapy různila, zpočátku, při vyplňování první mentální mapy, nešlo o samostatnou práci žáků, nýbrž o spolupráci s učitelem. Teprve při vyplňování druhé a třetí mapy žáci pracovali samostatně ve vyučování a při vypracování čtvrté a páté mapy pak byla práce ve vyučování kombinována se samostatnou prací zadanou jako domácí úkol. A jak dokládají Lim et al. (2009), výsledky učení za použití metody mentálního mapování jsou závislé na činnosti, kterou

učící se vykonává – největším přínosem je samostatné vytvoření mentální mapy, menší přínos přináší vyplnění již hotové mapy a bez efektu je pak studium z již vytvořených map, které připravili učitelé nebo odborníci. My jsme pro novost této metody pro žáky nepoužili způsob samostatného vytváření mentálních map v obavě, že by se žákům nepodařilo jejich vypracování.

Ovšem druhý předpoklad, že metoda mentálního mapování zlepší učení a osvojení znalostí i po uplynutí určitého časového intervalu, se nám potvrdil. Můžeme tedy říci, že námi zvolená metoda oproti tradiční metodě přispěla k dlouhodobému osvojení znalostí. To znamená, že naše výše zmíněná úvaha o neúčinnosti metody mentálního mapování pro její novost nemusí být platná a že nepřítomnost rozdílu ve výsledcích bezprostředně po učení není způsobená použitou metodou. Zároveň můžeme vyvodit i závěr, že žáci kontrolní skupiny si pravděpodobně nevytvořili tak pevnou a propojenou strukturu znalostí, jak jsme se domnívali výše, protože výsledek v druhém testu u kontrolní skupiny již byl významně horší než u experimentální skupiny. Domníváme se tedy, že tato skutečnost může být způsobena právě tím, že metoda mentálního mapování poskytuje žákům i strukturu znalostí, která přispívá k jejich lepšímu zapamatování. Rozpor mezi tím, že v prvním testu nebyl mezi experimentální skupinou a kontrolní skupinou významný rozdíl, zatímco v druhém testu již byl tento rozdíl signifikantní, může být způsoben skutečností, na kterou ve svém výzkumu poukázali i Schlomske a Pirnay-Dummer (2009). Ti ve svých výsledcích výzkumu zjistili, že osvojené vědomosti a prokázané v předchozím hodnocení nemusí být vždy trvalé a že se může objevit vliv předchozích modelů. Případně se může objevit vliv zapomínání, které je tím výraznější, čím méně jsou znalosti propojené do struktury a čím menší význam (smysl)¹³ pro svého nositele mají.

Dalším významným zjištěním našeho výzkumu bylo i prokázání významného rozdílu mezi výsledky učení bezprostředně po výuce a výsledky učení po uplynutí určitého časového intervalu. Tento rozdíl byl doložen signifikantními rozdíly mezi výsledky prvního a druhého testu a ukázal se být nezávislý na použité metodě výuky i na pohlaví. Jinými slovy můžeme říci, že v experimentální skupině i kontrolní skupině došlo po uplynutí časového intervalu ke zhoršení výsledků učení a snížení množství osvojených znalostí. Jak jsme uvedli výše, metoda mentálního mapování sice oproti tradiční metodě zlepšila dlouhodobé osvojení získaných vědomostí, ale nikoli na tolik, aby nedošlo k jejich

¹³ Zde není slovo význam použito ve významu důležitosti a užitečnosti, ale ve významu, jak vše celé dává dohromady význam, poskytuje vysvětlení určitého jevu.

signifikantnímu poklesu. Můžeme tedy říci, že ani metoda mentálního mapování nezabrání k zapomínání určitého objemu osvojených vědomostí. Oproti tradiční metodě je však toto zapomínání statisticky významně nižší.

Dalším zajímavým zjištěním je i skutečnost, že jsme v žádném případě nezjistili rozdílnost výsledků testů v závislosti na pohlaví. Na začátku výzkumu jsme se inspirovali výsledky výzkumu Abdolahiho et al. (2011), kteří zjistili, že při výuce anatomie mají větší užitek z použití metody mentálního mapování studentky. Proto jsme chtěli zjistit, zda budou mít z použití této metody stejný užitek dívky i chlapci. Při statistické analýze výsledků jsme se proto zaměřili na porovnání výsledků dívek a chlapců experimentální skupiny a dívek a chlapců kontrolní skupiny, a to jak v prvním testu, tak i ve druhém. Protože jsme si nebyli jisti platností výsledků výzkumu, které zjistil Abdolahi, a to z důvodu jiné věkové kategorie respondentů, předpokládali jsme, že výsledky dívek i chlapců experimentální skupiny budou stejné. Tento předpoklad se nám také potvrdil, stejně jako předpoklad, že nebude významný rozdíl mezi výsledky dívek a chlapců kontrolní skupiny. Rozpor oproti výsledkům citovaného výzkumu (Abdolahi, 2011) může být způsoben i tím, že v zahraničním výzkumu byli respondenti o 5–6 let starší než žáci v našem výzkumu a že během těchto 5–6 let se myšlení u chlapců a dívek dále diferencuje a vyvíjí.

Náš výzkum částečně potvrdil naše předpoklady. I přesto zůstává mnoho dalších otázek nezodpovězeno. Jistě by bylo přínosné dále sledovat, jak se s postupně dokonalejším osvojením metody mentálního mapování mění výsledky učení žáků a jak se mění jejich postoj k této metodě. Dále by bylo zajímavé zjišťovat, zda tato metoda je stejně přínosná pro všechny žáky, nebo zda se její užitečnost liší v závislosti na učebním stylu žáka, jeho motivaci, věku, pohlaví nebo inteligenci. Také by bylo prospěšné zaměřit se na to, zda je tato metoda vhodná pro všechny vyučovací předměty a všechny druhy učiva, nebo zda je pro některé předměty užitečnější.

9 Závěr

Ve výzkumné části naší práce jsme ověřovali možnost využití mentálních map, které jsou externí reprezentací mentálních modelů, ke zlepšení výsledků učení a zefektivnění vyučovacího procesu. Cílem bylo zjistit, zda použití metody mentálního mapování při výuce určité učební látky povede k lepšímu osvojení požadovaných znalostí, a to jak bezprostředně po ukončení výuky učební látky, tak i v určitém časovém odstupu. Vedle srovnání bezprostředního a dlouhodobého účinku použití této metody jsme chtěli zjistit, zda přínos této metody se bude lišit v závislosti na pohlaví, tj. zda použití této metody bude stejně prospěšné pro dívky i chlapce, nebo zda některé pohlaví z ní bude mít větší prospěch. Shodně jsme prováděli i porovnání výsledků dívek a chlapců kontrolní skupiny, abychom zjistili případný vliv specifické vlastnosti učební látky, která by byla pro jedno pohlaví lépe osvojitelná. Také nás zajímalo, jak velký bude rozdíl mezi výsledky učení bezprostředně po ukončení výuky a výsledky po uplynutí určitého časového odstupu, použijeme-li při výuce metodu mentálního mapování.

Výsledky experimentu ukázaly, že bezprostřední výsledky učení experimentální a kontrolní skupiny měřené testem se významně neliší, tj. že metoda mentálního mapování nepřispěla k lepšímu osvojení znalostí bezprostředně po ukončení výuky učební látky. Při ověřování dlouhodobého efektu použití této metody bylo zjištěno, že výsledky učení experimentální skupiny jsou statisticky významně vyšší než výsledky učení kontrolní skupiny. Použití metody mentálního mapování tedy přispělo ke zlepšení dlouhodobých výsledků učení.

Při porovnání výsledků dívek a chlapců se ukázalo, že ve výsledcích učení nejsou žádné rozdíly podmíněné pohlavím žáků. Dívky i chlapci experimentální skupiny měli stejný užitek z použité metody, tj. jak v prvním, tak i ve druhém testu nedosahovali chlapci ani dívky významně lepších výsledků. Shodný byl i výsledky porovnání výsledků učení dívek a chlapců kontrolní skupiny, ani mezi nimi nebyl zjištěn žádný významný rozdíl.

Dalším výsledkem výzkumné práce bylo zjištění, že ve všech skupinách se statisticky významně lišily výsledky testu zadaného bezprostředně po ukončení výuky tématu a testu zadaného po uplynutí časového intervalu neboli že u všech skupin došlo k zhoršení výkonu v testech, tedy i k úbytku osvojených znalostí.

Naše předpoklady, které jsme si formulovaly v hypotézách, se tedy z větší části splnily. Náš předpoklad, že metoda mentálního mapování zefektivní učení a povede k lepšímu osvojení požadovaných znalostí, se potvrdil jen při testování dlouhodobého uchování znalostí. Při testování znalostí bezprostředně po skončení výuky se tento předpoklad nepotvrdil. Potvrdil se předpoklad, že dívky a chlapci experimentální skupiny budou mít stejný užitek z metody mentálního mapování a rovněž se potvrdil předpoklad, že výsledky prvního testu budou ve všech skupinách významně vyšší než výsledky druhého testu.

Souhrn

Ve své práci jsme se zaměřili na problematiku mentálních modelů a na možnost využití této teorie k zefektivnění procesu učení, které probíhá ve vzdělávacím procesu, a to takovým způsobem, jenž by žákům usnadnil vytvoření poznatkové struktury vzájemně propojených informací. Proto, aby výsledkem učení žáků nebylo pouze formální osvojení informací bez porozumění a schopnosti je využít za různých vhodných situacích, je důležité podpořit využívání takových metod výuky, které by usnadnily pochopení vzájemných vztahů mezi částmi učiva, vytvořily hierarchickou strukturu osvojovaných vědomostí a přehledně zdůraznily nejdůležitější informace a pojmy učební látky. Takovou vhodnou metodou je metoda mentálních map, které chápeme jako externí reprezentaci mentálních modelů, které by si na základě výuky měli žáci vytvořit.

Teoretickým východiskem naší práce byl filozofický předpoklad existence tří oddělených světů, který chápe duševní svět člověka jako oddělený od světa fyzického i světa lidských výtvorů a kultury. Chceme-li se zabývat způsobem, jakým si člověk osvojuje poznatky lidské vědy a kultury, je nutné se zajímat o proces, kterým si vytváří obraz vnějšího světa a přijímá informace z okolní reality do svého mentálního světa. Poznat a vysvětlit tento proces se snaží teorie mentálních reprezentací, která vychází z filozofického pojetí lidské mysli jako aktivního činitele, který informace z vnějšího i vnitřního světa každého člověka zpracovává a znázorňuje v upravené podobě. Lidská mysl tak při mentálních procesech neoperuje s konkrétními předměty a jevy v jejich plném významu a obrazu, ale používá jejich mentální zastoupení – mentální reprezentaci. Ta je tedy finální podobou kódování informací, která je buď uložena v dlouhodobé paměti, nebo může být vytvořena v pracovní paměti nebo do ní vyvolána z dlouhodobé. Podoba mentální reprezentace může být buď jednoduchá, kdy je vytvořena v imagenovém nebo v pojmovém kódu, nebo může mít podobu smíšené reprezentace, ve které se jednoduché reprezentace propojují do složitějších a relativně samostatných celků. Vedle schémat, scénářů a kognitivních map jsou mentální modely právě jednou z forem smíšené reprezentace.

Mentální modely jsou poměrně složitou vnitřní reprezentací určitého objektu nebo jevu zevní reality nebo i vnitřního světa člověka. Mentální modely si člověk vytváří proto, aby porozuměl a vysvětlil si fungování složitých jevů a dokázal s jejich pomocí odhadnout i jejich možné chování nebo změnu. Mentální modely pomáhají zkoumat vyšší mentální

poznávací procesy, a to jak činnosti a procesy tohoto poznávání, tak i jejich výsledky. Díky tomu se problematika mentálních modelů a především jejich výzkum rozdělily na dvě pojetí. První pojetí přistupovalo k mentálním modelům jako k intrapsychické struktuře vytvořené na základě zkušeností s konkrétním jevem a informací, které o něm člověk dosud získal, a uložené v paměti v podobě struktury paměťových obsahů. V tomto pojetí jsou mentální modely značně subjektivní, proměnlivé a závislé na kognitivním vývoji jedince, ale i na stupni vědeckého a kulturní rozvoje. Jejich proměnlivost spočívá v tom, že vždy jsou neúplné (nikdy nemohou postihnout úplný vědecký výklad daného jevu) a v důsledku nových informací a zkušeností jsou stále přepracovávány a měněny. Jejich správnost je ověřována člověkem tak, že poznává jejich funkčnost neboli schopnost vysvětlit daný jev, aniž by vznikl vědomý rozpor s dalšími znalostmi. Druhé pojetí se zaměřilo především na výzkum mentálních modelů, které si člověk vytváří při zpracování informací v pracovní paměti. Pozornost výzkumu byla věnována především vytváření mentálních modelů při deduktivním usuzování a při pochopení obsahu čteného textu nebo slyšeného proslovu. Zajímavým zjištěním výzkumů deduktivního usuzování bylo poznání, že lidé se při usuzování neřídí pravidly formální logiky, ale že se opírají spíše o význam než o pravidla. Dále bylo zjištěno, že úspěšnost deduktivního usuzování také závisí na tom, kolik mentálních modelů z daného zadání je možné sestavit – s jejich rostoucím počtem klesá i úspěšnost usuzování a stoupá jeho chybovost –, a dále na tom, jaký je obsah premis – čím více jsou abstraktní, tím je i náročnější usuzování. Vytváření mentálních modelů na základě chápání obsahu textu nebo řeči je činností značně pružnou a aktivní a spočívá nejen v neustálé schopnosti model doplňovat a rozšiřovat, ale i ve schopnosti vytvořený model opustit a vytvořit nový, pokud se původní ukáže jako nefunkční.

Toto dvojí pojetí mentálních modelů je však důsledkem umělého rozdělení problematiky z důvodu jejího snadnějšího uchopení a následného výzkumu. Mentální modely v lidské mysli jsou používány komplexně, obsahují reprezentace, které znázorňují různé fenomény reality, a zároveň jsou podkladem pro mentální činnosti a inference, které na nich mysl vykonává. Tyto myšlenkové procesy modely dále modifikují, opravují, rozšiřují a v nové podobě ukládají do dlouhodobé paměti, aby odtud v případě potřeby mohly být opět vyvolány.

Jednou z možností, jak ovlivnit podobu mentálních modelů, případně je v lidské mysli vytvořit, je učení – a to i učení záměrné, zprostředkované vyučovacím procesem. Učení pojímáme jako činnost, jejímž cílem má být porozumění předávaným informacím

i světu kolem sebe, postižení smyslu učiva i schopnost jej využít a aplikovat ve vhodných situacích. Dále jej pojmáme jako konstruktivní proces, při kterém nejsou informace jen přejímány a zapamatovány, ale jsou osvojovány aktivně tak, že se propojují s předchozími znalostmi, jsou zpracovávány do určité struktury, která zachycuje jejich vztahy a hierarchické uspořádání, každé části učební látky přiřazuje i její důležitost pro pochopení celého učivu. Z tohoto pojetí učení pak vyplývají i kognitivní cíle učení, kterými je osvojení nejen deklarativních znalostí a z nich především faktů, ale i osvojení a pochopení pojmů, propozic, zobecnění a principů, dále i osvojení procedurálních, strukturálních, kontextových a metakognitivních znalostí.

Osvojení všech uvedených typů znalostí podporuje vytváření mentálních modelů odpovídajících svou podobou vědeckému modelu daného předmětu. Mentální modely jsou ovšem intrapsychické struktury, které samy o sobě nejsou přístupné bližšímu poznávání. Možností, jak je převést do podoby, která je sdělitelná ostatním, je jejich převedení do podoby externí reprezentace, která nejčastěji nabývá podoby mentálních map. Mentální mapy mohou znázorňovat jak systém vědomostí (vědomostní mapy), tak strukturu pojmů vztahující se k určitému tématu (pojmové mapy), tak i procedurální činnosti (myšlenkové mapy), nebo mohou být komplexním znázorněním, bez rozlišení vědomostí, pojmů, strukturálních a kontextových znalostí – takové nazýváme nejobecnějším pojmem mentální mapy. Mentální mapy se mohou ve vyučování využít k zjištění vědomostí, které žáci již mají na začátku výuky konkrétního tématu (tzv. prekoncepce), k podpoře osvojení většího množství učiva nebo k hodnocení již osvojeného. Mohou být také použity k plánování konkrétních činností, jako je např. psaní seminární práce, vypracování projektu apod. Každá mentální mapa je charakterizována obsahem, modalitou, operacemi, které při tvorbě mapy musí mysl vykonávat, složitostí, mírou abstrakce i náročností zpracování tématu. Při tvorbě mentálních map ve vyučování mohou žáci vykonávat různé činnosti – od samostatné tvorby mentální mapy, přes doplňování chybějících výrazů, vyplňování celé slepé mapy, opravování chybně doplněných pojmů až po výběr mentální mapy, která se nejvíce blíží žákovu pohledu na probíranou problematiku. Nevýhodou této metody je poměrně náročné hodnocení vytvořených mentálních map. Toto hodnocení může probíhat buď kvantitativně, kdy se hodnotící soustředí na množství správně doplněných pojmů, jejich vztahů, na správnost hierarchické struktury, uvedení příkladů nebo hodnocení křížových vztahů. Výsledkem je pak číselné ohodnocení, které umožňuje porovnávat výsledky žáků mezi sebou i porovnávat výsledky jednoho žák v čase. Kvalitativní

hodnocení mentální mapy se snaží o pochopení a postižení subjektivního významu jednotlivých pojmů a vztahů pro žáka, důležitou informací jsou v tomto přístupu hodnocení i chybné nebo chybějící pojmy a vztahy, které mají pro žáka určitý význam a přinášejí mu nějaké vysvětlení. Tento přístup sice neumožňuje porovnávat mezi sebou žáky, ale poskytuje přesnější obrázek mentálního modelu žáka a tím i více informací, jakým způsobem upravit učení, aby se jeho mentální model více přiblížil vědeckému modelu.

Před vlastním výzkumem jsme zjišťovali, jaké výzkumy v oblasti mentálního mapování byly provedeny, na jaké proměnné se soustředily a jaké byly jejich výsledky. Zjistili jsme, že v české literatuře není příliš zmínek o provedených výzkumech, seznámili jsme se pouze s jedním kvalitativním výzkumem provedeným vysokoškolskými pedagogy v rámci nepovinného předmětu. Tento výzkum zjistil, že u studentů došlo ke zkvalitnění podoby mentální mapy, kterou tvořili na konci kurzu; tedy vyučováním určité problematiky se i zpřesňuje chápání, a tedy i mentální model daného učiva. V zahraničních výzkumech jsme našli jak kvantitativní, tak i kvalitativní výzkumy. Kvantitativní výzkumy se zaměřily např. na posouzení významu činnosti vykonávané při tvorbě mentální mapy pro následné učení, na přínos této metody pro jednotlivá pohlaví, na význam motivace pro použití této metody nebo na postupnou změnu mentálních map během výuky daného předmětu. Kvalitativní výzkumy se zabývaly především rozbořením podoby mentální mapy, kterou si žáci vytvářeli. Zjištěním těchto výzkumů je skutečnost, že čím více žáci chápou danou problematiku učiva, tím více v mapě vyznačují vzájemné vztahy a obecnější znalosti, struktura mapy se stává složitější a nabývá podobu sítě.

Ve vlastní *výzkumné části* jsme se zaměřili na ověření našeho předpokladu, že použití metody mentálního mapování ve vyučování povede ke zlepšení výsledků učení – a to jak bezprostředně po ukončení výuky dané učební látky, tak i po uplynutí časového období, tedy že dojde k lepšímu osvojení a zapamatování učiva jak krátkodobě, tak i dlouhodobě. Dále jsme chtěli ověřit, že z použití této metody budou mít stejný užitek dívky i chlapci, a že mezi výsledky učení získanými bezprostředně po ukončení výuky daného tématu a získanými po uplynutí určitého časového období bude při použití metody mentálního mapování výrazný pokles.

Pro ověření našich předpokladů jsme zvolili kvantitativní výzkum s použitím metody experimentu. Výzkumu se zúčastnilo 29 žáků experimentální skupiny, ve které probíhala výuka daného tématu s použitím metody mentálního mapování, a 28 žáků

kontrolní skupiny, kde učitel použil obvyklé metody výuky. Výsledky učení jsme ověřovali testy, první byl zadán následující vyučovací hodinu po ukončení výuky daného tématu, druhý za 14 dní po prvním testu. Naše hypotézy se z větší části potvrdily. Ovšem oproti našim předpokladům jsme zjistili, že metoda mentálního mapování nevedla k lepším výsledkům učení v krátkodobém časovém odstupu od výuky, tj. výsledky učení bezprostředně po výuce nebyly u skupiny, která použila mentální mapování, významně lepší než u skupiny, která se učila obvyklými metodami. Významný rozdíl ve výsledcích učení mezi experimentální a kontrolní skupinou jsme zjistili po uplynutí určitého časového dostupu od ukončení výuky. Metoda mentálního mapování tedy podpořila především dlouhodobé osvojení učební látky. Dále se potvrdil náš předpoklad, že z použití metody mentálního mapování měli stejný užitek chlapci i dívky, jinými slovy mezi výsledky učení chlapců a dívek experimentální skupiny nebyl významný rozdíl. Rozdíl nebyl ani mezi dívkami a chlapci ve skupině kontrolní. Také se potvrdil předpoklad, že mezi výsledky učení bezprostředně po výuce a výsledky po uplynutí časového intervalu bude významný rozdíl i při použití metody mentálního mapování. Tedy ani použití této metody nezabrání významnému poklesu množství osvojených znalostí a dojde k zapomínání. Ovšem vzhledem k tomu, že při porovnávání dlouhodobých výsledků učení byly výsledky experimentální skupiny významně vyšší, můžeme říci, že metoda mentálního mapování sice nezabránila zapomínání, ale určitě je zmírnila.

Domníváme se, že metoda mentálního mapování může být vhodným prostředkem pro zkvalitnění a zefektivnění učení, především po jejím patřičném osvojení a zacvičení. Může být pro žáky i studenty metodou, která jim pomůže uspořádat si učivo, zpřehlednit jej a napomoci tak k jeho snadnějšímu osvojení a především dlouhodobějšímu zapamatování.

Seznam použité literatury

- ABDOLAH, M., JAVADNIA, F., BAYAT, P.-D., GHORBANI, R., GHANBARI, A., GHODOOSI, B. (2011). Mind Map Teaching of Gross Anatomy is Sex Dependent. *Int. J. Morphol.*, 29(1), 41–44.
- AUSUBEL, D. (1968). *Educational Psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- BADDELEY, A. (1999). *Vaše paměť*. Brno: Jota.
- BENDL, S., VOŇKOVÁ, H. (2010). Využití pojmových map ve výuce pedagogiky. *Pedagogická orientace*, 20(1), 16–38.
- BERNSTEIN, D. (2010). *Essentials of Psychology*. Wadsworth: Cengage Learning, 251–254.
- BERTRAND, Y. (1998). *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál.
- BÍLEK, M. a kol. (2001). *Psychogenetické aspekty didaktiky chemie*. Hradec Králové: Gaudeamus.
- BRIEN, R., EASTMAN, N. (1994). *Cognitive Science and Instruction*. New Jersey: Educational Technology Publication.
- BRUNER, J. S. (1956). *A Study of Thinking*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- BRUNER, J. S. (1965). *Vzdělávací proces*. Praha: SPN.
- BUZAN, T. (2007). *Mentální mapování*. Praha: Portál.
- CLARK, J. M., PAIVIO, A. (1991). Dual Coding Theory and Education. *Educational Psychological Review*, 3(3), p. 149–210.
- CRAIK, K. (1943). *The Nature of Explanation*. Cambridge: University Press.
- ČÁP, J. (2001). Senzomotorické dovednosti a senzomotorické učení. In ČÁP, J., MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál, s. 373–384.
- EDWARDS-LEIS, CH. (2012). *Challenging learning journeys in the classroom: Using mental model theory to inform how pupils think when they are generating solutions*. PATT 26 Conference, Technology Education in 21st century, 26–30 June 2012, Stockholm.
- ERDOGAN, Y. (2009). Paper-based and computer-based concept mappings: The effects in computer achievement, computer anxiety and computer attitude. *British Journal of Educational Technology*, 40, 821–836.
- EYSENCK, M. W., KEANE, M. T. (2008). *Kognitivní psychologie*. Praha: Aademia.

- FARRAND, P., HUSSAIN, F., HENNESSY, E. (2002). The efficacy of the 'mind map' study technique. *Medical Education*, 36, 426–431.
- FIALA, P. (25. května 2013). Zakázat biflování ve školách nemohu. Rozhovor s ministrem školství Petrem Fialou. *MF DNES*.
- FISCHER, R. (2011). *Učíme děti myslet a učit se*. Praktický průvodce strategiemi vyučování. 3. vyd. Praha: Portál.
- FONTANA, D. (2010). *Psychologie ve školní praxi*. Praha: Portál.
- GENTNER, D. (2002). Mental Models, Psychology of. In SMELSER, N. J., BATES, P. B. (Eds.). *International Encyclopedia of the Social and Behaviour Sciences*. Amsterdam: Elsevier Science, p. 9683–9687.
- GENTNER, D., STEVENS, A. L. (Eds.). (1983). *Mental Models*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- HAKKARAINEN, O., AHTEE, M. (2005). Pupils' Mental Models of a Pulley in Balance. *Journal of Baltic Science Education*, 2(8), 26–34.
- HALFORD, G. S. (1993). *Children's Understanding. The development of Mental Models*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- HARTL, P., HARTLOVÁ, H. (2010). *Velký psychologický slovník*. Praha: Portál.
- HEJNÝ, M., KUŘINA, F. (2009). *Dítě, škola a matematika. Konstruktivistické přístupy k vyučování*. Druhé, aktualizované vydání. Praha: Portál.
- HENLE, M. (1978). Foreword to R. Revlin and R. E. Mayer. In REVLIN, R., MAYER, R. E. (Eds.). *Human Reasoning*. Washington, DC: Winston.
- HUBATKA, M. (2010). Myšlenkové mapy – příklady z praxe. *Moderní vyučování*, 16(1), 12–14.
- HUNT, M. (2010). *Dějiny psychologie*. Praha: Portál.
- CHANG, S. N. (2007). Externalising student' mental models through concept maps. *Journal of Biological Education*, 41, 107–112.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. (1983). *Mental Models*. Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- JONASSEN, D. H., CHO, Y. H. (2008). Externalizing mental models with mindtools. In IFENTHALER, D., PIRNAY-DUMMER, P., SPECTOR, M. (Eds.). *Understanding models for learning and instructions: Essays in honor of Norbert M. Seel*. New York: Springer, 145–159.

- KINCHIN, I. M., HAY, D. B. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational Research*, 42(1), 43–57.
- KOLEKTIV AUTORŮ (1998). *Přírodopis pro 9. ročník základní školy*. Mineralogie a geologie se základy ekologie. Praha: SPN.
- KRATOCHVÍL, M. (2006). *Jean Piaget – filosof a psycholog*. Praha: Triton.
- KREJČOVÁ, L. (2013). *Žáci potřebují přemýšlet*. Co pro to mohou udělat jejich učitelé. Praha: Portál.
- LIM, K. Y., LEE, H. W., GRABOWSKI, B. (2009). Does concept-mapping strategy work for everyone? The levels generativity and learner' self-regulated learning skills. *British Journal of Educational Technology*, 40, 606–618.
- LINHART, J. (1967). *Psychologie učení*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- MÁLKOVÁ, G. (2009). *Umění zprostředkovaného učení*. Teoretická východiska a výzkum instrumentálního obohacování Reuvena Feuersteina. Praha: Togga.
- MANI, K., JOHNSON-LAIRD, P. N. (1982). The mental representation of spatial descriptions. *Memory & Cognition*, 10(2), 181–187.
- MAREŠ, J. (1998). *Styly učení žáků a studentů*. Praha: Portál.
- MAREŠ, J. (2011). Učení a subjektivní mapy pojmů. *Pedagogika*, 61, 215–247.
- MAREŠ, J. (2013). *Pedagogická psychologie*. Praha: Portál.
- MEŠKAN, V. (2011). Využití pojmových a myšlenkových map ve výuce fyziky. *Matematika, fyzika, informatika. Časopis pro výuku na základních a středních školách*, 20, 469–477.
- NORMAN, D. (1983). Some observations on Mental Models. In GENTNER, D., STEVENS, A. L. (Eds.). *Mental Models*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- ODOM, A. L., KELLY, P. V. (2001). Integrating Concept Mapping and the Learning Cycle to Teach Diffusion and Osmosis Concepts to High School Biology Students. *Sci Ed*, 85, 615–635.
- PASCH, M., GARDNER, T. G., LANGEROVÁ, G. M., STARKOVÁ, A. J., MOODYOVÁ, CH. D. (1998). *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině*. Jak pracovat s kurikulem. Praha: Portál.
- PIAGET, J. (1966). *Psychologie inteligence*. Praha: SPN.
- PIAGET, J., INHELDEROVÁ, B. (2007). *Psychologie dítěte*. 4. vydání. Praha: Portál.
- PLHÁKOVÁ, A. (2003). *Učebnice obecné psychologie*. Praha: Academia.

- POPPER, K. R. (1994). *Život je řešení problémů. O poznání, dějinách a politice*. Praha: Mladá fronta.
- PUPULA, B., OSUSKÁ, L. (1997). Stimulácia učenia detí pomocou pojmového mapovania. *Pedagogická revue SK*, 49, 210–218.
- PYLYSHYN, Z. W. (1973). What the Mind's Eye tells the Mind's Brain: A Critique of Mental Imagery. *Psychological Bulletin*, 80(1), 1–12.
- REITEROVÁ, E. (2004). *Statistické metody pro studenty kombinovaného studia psychologie*. Studijní texty pro distanční studium. Olomouc: UPOL.
- REITEROVÁ, E. (2008). *Psychometrie*. Studijní texty pro kombinované studium. Olomouc: UPOL.
- RICKHEIT, G., HABEL, CH. (Eds.) (1999). *Mental Models in Discourse, Processing and Reasoning*. Amsterdam: Elsevier Science.
- SEDLÁKOVÁ, M. (2002). Kognitivní hnutí v americké psychologii. In HOSKOVEC, J., NAKONEČNÝ, M., SEDLÁKOVÁ, M. *Psychologie XX. století, některé významné směry a školy*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 219–233.
- SEDLÁKOVÁ, M. (2004). *Vybrané kapitoly z kognitivní psychologie*. Mentální reprezentace a mentální modely. Praha: Grada Publishing.
- SCHLOMSKE, N., PIRNAY-DUMMER, P. (2009). Model based assessment of learning dependent change within a two semester class. *Education Tech Research Dev*, 57, 753–765.
- STERNBERG, R. J. (2009). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.
- ŠPŮR, J. (2007). *Úvod do systematické filosofie*. Obecná metafyzika, ontologie, gnoseologie, axiologie. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk.
- THAGARD, P. (2001). *Úvod do kognitivní vědy*. Mysl a myšlení. Praha: Portál.
- VÁGNEROVÁ, M. (2002). *Kognitivní a sociální psychologie žáka základní školy*. Praha: Karolinum.
- VASILOVÁ, D. (1999). Mentálne mapovanie a jeho využitie vo výučbe dejepisu. *Historická revue*, 10(3), 30–32.
- VOSNIADOU, S., BREWER, W. F. (1992). Mental Models of Earth. A Study of Conceptual Change in Childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585.
- ZOUHAROVÁ, M. (2006). Aplikace kognitivního konstruktivismu v pojmovém vyučování. *Pedagogická orientace*, 2, 24–32.

PŘÍLOHY

ABSTRAKT DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název práce: Mentální modely a jejich využití pro zefektivnění učení

Autor práce: Mgr. et Bc. Olga Kopalová

Vedoucí práce: prof. PhDr. Alena Plháková, CSc.

Počet stran a znaků: 100/196 736

Počet příloh: 3

Počet titulů použité literatury: 67

Práce se zaměřuje na využití teorie mentálních modelů pro zkvalitnění a zefektivnění učení v rámci vyučovacího procesu. Teoretická část podává definici mentální reprezentace, dále rozpracovává pojetí mentálních modelů jako smíšené mentální reprezentace, která je intrapsychickou strukturou vytvořenou k vysvětlení a pochopení objektů a jevů vnější i vnitřní reality. Blíže popisuje dvojí pojetí mentálních modelů – mentální modely jako intrapsychické struktury paměťových obsahů uložené v dlouhodobé paměti a mentální modely vytvořené ke zpracování informací v pracovní paměti. Vymezuje i pojem učení a konkretizuje jeho kognitivní cíle. Dále se zabývá možností vyjádření mentálních modelů v podobě mentálních map, jejichž užití ve vyučování může podpořit vytvoření mentálního modelu odpovídajícího vědeckému modelu. Výzkumná část popisuje provedení a výsledky kvantitativního výzkumu zaměřeného na prokázání přínosu metody mentálního mapování pro zlepšení výsledků učení, porovnání prospěšnosti této metody pro chlapce a dívky i porovnání krátkodobých a dlouhodobých výsledků učení. Zvolenou metodou kvantitativního výzkumu byl experiment, kterého se zúčastnilo 29 žáků experimentální skupiny, ve které byla při výuce daného učiva použita metoda mentálního mapování, a 28 žáků kontrolní skupiny, v níž byly použité obvyklé vyučovací metody. Při porovnávání krátkodobých i dlouhodobých výsledků učení, získaných testy, bylo zjištěno, že krátkodobé výsledky učení se při použití metody mentálního mapování nezlepšily, ovšem došlo ke zlepšení dlouhodobých výsledků. Z použití metody mentálního mapování měli stejný užitek chlapci i dívky a i při použití této metody došlo k významnému poklesu osvojených znalostí.

Klíčová slova: mentální reprezentace, mentální modely, učení, konstruktivismus, mentální mapy

ABSTRACT OF THESIS

Title: Mental models and their use for more effective learning

Author: Mgr. et Bc. Olga Kopalová

Supervisor: prof. PhDr. Alena Plháčková, CSc.

Number of pages and characters: 100/196 736

Number of appendices: 3

Number of reference: 67

This thesis is focused on the use of mental models theory for more qualitative and effective learning during instruction. Theoretical part defines mental representation, elaborates the conception of mental models as mixed mental representation, which is an intrapsychical structure formed for the explanation and comprehension of objects and phenomenon of external and internal reality. It describes double conception of mental models – mental models as intrapsychical structure of memory contents stored in long-term memory and mental models formed for processing information in working memory. It defines a concept of learning and specifies its cognitive goals. It also deals with possibility of expressing mental models in form of mental maps, whose use during education can support creation of a mental model corresponding to scientific model. The practical part describes execution and results of quantitative research focused on proving the benefit of mental mapping related to improvement of learning results, comparison of usefulness of this method for boys and girls and comparison of short-term and long-term learning results. The selected research method was an experiment, in which 29 students of experimental group took part and used mental mapping in instruction, 28 students of control group used standard instruction methods. Comparison of short-term and long-term learning results obtained by tests discovered that short-term learning results of mental mapping did not improve, while the long-term results improved. Mental mapping was equally useful for boys and girls and its usage was connected with significant decline of acquired knowledge.

Key words: mental representation, mental models, learning, constructivism, mental maps

Podklad pro zadání DIPLOMOVÉ práce studenta

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA	OSOBNÍ ČÍSLO
Mgr. et Bc. KOPALOVÁ Olga	Kuttelwascherova 921, Praha - Černý Most	F11040

TÉMA ČESKY:

Mentální modely a jejich využití pro zefektivnění učení

NÁZEV ANGLICKY:

Mental models and their use for more effective learning

VEDOUCÍ PRÁCE:

Prof. PhDr. Alena Plháková, CSc. - PCH

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Východiska: Mentální reprezentace a mentální modely, konekcionismus, pojmy a tvorba pojmů; Sémantická paměť a její modely; Pojmové učení, konstruktivistické pojetí učení, nelineární reprezentace učiva, učební přístupy ke strukturování učiva (vymezení, druhy), učební styly
2. Vypracování výzkumného projektu: problémy, hypotézy
3. Cíl práce: zavedení metody výuky využívající mentální modely do vyučování a zjištění jejího vlivu na výsledky učení
4. Metody: testy vědomostí; nezávisle proměnné: a) metoda výuky (s využitím mentálních modelů; tradiční výuka); b) pohlaví (chlapci; dívky); závisle proměnné: výsledky učení (znalosti) zjišťované testem následující den po výuce a s odstupem 14 dnů
5. Zkoumaný soubor: žáci 2. stupně ZŠ (30 ve výzkumném souboru, 30 v kontrolní skupině)
6. Statistické vyhodnocení: popisná statistika, F-testy, t-test, interpretace statistických dat
7. Vlastní vypracování diplomové práce, včetně diskuse, souhrnu a závěru

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

- Čáp, J., Mareš, J. (2007). Psychologie pro učitele. Praha: Portál.
Eysenck, M. W., Keane, M. T. (2008). Kognitivní psychologie. Praha: Academia.
Janíková, M., Vlčková, K. a kol. (2009). Výzkum výuky: tematické oblasti, výzkumné přístupy a metody. Brno: Paido.
Linhart, J. (1967). Psychologie učení. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
Pasch, M., Gardner, T. G. et al. (1998). Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Jak pracovat s kurikulem. Praha: Portál.
Petty, G. (1996). Moderní vyučování. Praha: Portál.
Sedláková, M. (2004). Vybrané kapitoly z kognitivní psychologie. Praha: Grada Publishing.
Sternberg, R. J. (2009). Kognitivní psychologie. Praha: Portál.
Časopisy: Čs. psychologie, Pedagogická orientace, Educational Research, Science Education.

Podpis studenta:

Datum:

31.3.2012

Podpis vedoucího práce:

Datum:

30.3.2012