

Pojmové mapy ve výuce fyziky

Renata Holubová

Přírodovědecká fakulta UP Olomouc, e-mail: renata.holubova@upol.cz

Úvod

Rámcové vzdělávací programy mají pomoci dosáhnout u žáků přírodovědné gramotnosti. Tento koncept určuje, co je při výuce předmětů z oblasti Člověk a příroda nejdůležitější a mělo by být v rámci výuky zdůrazněno. Přírodovědná gramotnost má v tomto pojetí pět složek: přírodovědné učivo, společenský vliv přírodních věd, přírodovědná argumentace, společensko-historický vývoj přírodních věd a pozitivní vztah k přírodním vědám. Znalosti a dovednosti mají mít vztah k běžnému životu, nemají být abstraktní. Žáci se mají naučit logickému myšlení, obecně porozumět základním pojmům, metodám, vztahům mezi pojmy. Znalost má být operativní. Jako nejdůležitější z požadavků přírodovědné gramotnosti je to, aby žák uměl umět správně užívat základní pojmy a také je identifikovat v reálných situacích.

Ve školské fyzice je zaváděna řada fyzikálních pojmů, z psychologických a didaktických důvodů často zejména ve zjednodušeném tvaru. Tyto pojmy se v průběhu školní docházky postupně prohlubují a zpřesňují.

Ve školské fyzice lze nalézt pojmy, které považujeme za základní (tyto pojmy nelze definicí odvodit z nadřazených pojmů; jsou velmi abstraktní; pro mnohé z nich neexistuje ve školské fyzice definice, nebo je z didaktických důvodů nevhodná; žáci často chápou tyto pojmy především intuitivně. Mezi tyto pojmy řadíme pojmy převzaté z běžného života, žáci je znají z vlastní zkušenosti (čas, síla), dále tzv. dorozumívací pojmy (např. velikost, tvar) a pojmy převzaté z matematiky (číslo, délka, přímka).

Učitel fyziky hraje v procesu osvojování si pojmů žákem nezastupitelnou roli – jeho úkolem by mělo být zařadit nový pojem do didaktického systému fyziky a také zvolit cestu, jak jej utvářet. Pojmové učení, kam patří právě osvojování si pojmů, je velmi důležité v procesu učení. Např. psychologie zkoumá pojmy jako součást duševního života člověka, které jsou dynamické a závisí u každého jedince na tom, jakých nabyt zkušeností a jaký obsah má pro něj daný pojem. Pojmové učení zahrnuje jednak etapu, kdy je pojem vytvářen a etapu, kdy dochází k osvojování si pojmu. Oba tyto procesy probíhají současně, prolínají se a nelze je proto od sebe striktně oddělit. Proces tvoření pojmu je charakterizován operacemi jako je analýza a syntéza, zastoupené v různé míře s cílem pochopit význam pojmu. Vytváření pojmu končí procesem abstrakce.

Pojmové mapy

Pojmové mapy vznikly během výzkumného programu v Cornellu v roce 1972, kde se Joseph D. Novak snažil porozumět změnám v dětských znalostech přírodních věd. Z nutnosti najít lepší způsob znázornění dětského pojmového chápání se objevila myšlenka znázornit dětské znalosti v podobě pojmových map. Takto se narodil nový nástroj nejen pro použití ve výzkumu a ve školství, ale i v jiných oborech.

Pojmové mapy lze chápat jako diagramy, schémata, která mají schopnost vyjádřit podstatné vztahy mezi pojmy a to ve formě tvrzení. Tvrzení v pojmové mapě dosáhneme spojením pojmů s informací o vztahu mezi pojmy. Pojmová mapa má tedy schopnost znázornit hierarchii, strukturu, vztahy mezi pojmy. Má-li žák vytvářet pojmovou mapu, musí být schopen přecházet mezi různými stupni abstrakce a myslet ve více směrech. Pojmová mapa tak vyjadřuje názorně uspořádání vědomostí v mozku. Z tohoto hlediska nejsou pojmové mapy správné nebo chybné, ale žák vytváří mapu na základě toho, jaké má vědomosti, jaké pojmy si osvojil a nakolik je pochopil.

Konstrukce pojmových map

Základní stavební jednotkou pojmových map je pojem. Pojmy jsou většinou zobrazeny v políčkách ve tvaru kruhu, oválu nebo obdélníka. Vztahy mezi dvěma pojmy jsou vyjádřeny spojujícími čarami nebo šipkami. Nad těmito čarami se uvádí specifikace vztahu mezi dvěma pojmy, což je charakteristickým prvkem právě pro pojmové mapy.

Důležitá vlastnost je hierarchické uspořádání pojmů v pojmové mapě, s nejobecnějšími a nejzákladnějšími pojmy v horní části mapy a se specifikovanějšími pojmy umístěnými níže. Hierarchická struktura pro přesnou oblast znalostí závisí také na kontextu, ve kterém jsou znalosti používány nebo předpokládány.

Nejlepší je proto stavět pojmové mapy se vztahem k nějaké konkrétní otázce, na kterou hledáme odpověď. Právě k nalezení odpovědi nám má pomoci konstrukce pojmové mapy. Pojmová mapa se může týkat i nějaké situace, kterou se snažíme pochopit skrze organizaci znalostí ve formě pojmové mapy.

Další důležitou vlastností je zahrnutí příčných vazeb. To jsou vztahy mezi pojmy v různých částech pojmové mapy. Příčné vazby nám pomáhají vidět, jak jsou pojmy z jedné oblasti znalostí, znázorněné na mapě, příbuzné k jiným pojmům v jiné části mapy.

Funkce a typy pojmových map

Pojmovou mapu vytváří zpravidla student a ne učitel, a proto má metoda pojmového mapování specifické funkce:

- a) autodiagnostickou, kdy pojmová mapa pomáhá studentovi zjistit uspořádání a zachycení příslušné probírané látky a sledovat vlastní postup učení
- b) diagnostickou, kdy je studentova pojmová mapa pro učitele prostředkem identifikace výchozí situace (co student už zná) a úrovně studentova porozumění novým poznatkům
- c) intervenční, kdy se pojmová mapa stává organizačním a obsahovým základem pro postup učení, který zaručuje smysluplné začleňování nových pojmů.

Jak bylo řečeno výše, je pojmová mapa odrazem struktury našich znalostí, tedy není nesprávná a také nikdy konečná. Jak se mění naše znalosti každodenním poznáváním nových pojmů, tak do našich pojmových map přibývají další pojmy. Zkonstruovaná

pojmová mapa nám ukazuje současnou podobu našich znalostí, od které se můžeme posunout dál, například probráním dalšího učiva.

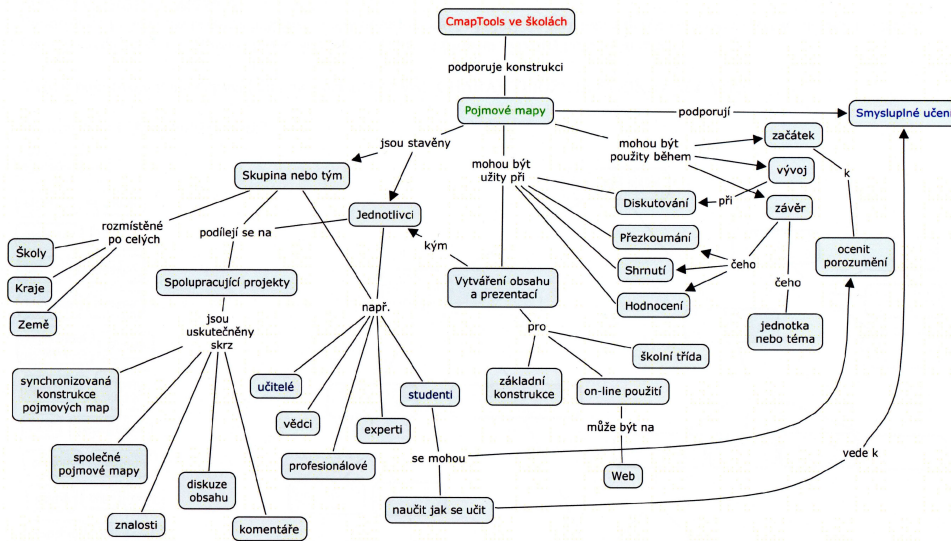
Pro vytváření pojmových map je možné použít řady metod. Pojmy lze napsat na papír, vystříhnout a volně s nimi pohybovat po lavici. Konečnou verzi mapy potom překreslíme do sešitu. Další možností je využít volně šiřitelných programů a pomůcek pro interaktivní tabule (Smart board tools). V našem případě se osvědčil počítačový program CmapTools, který vytvořila společnost Institute for Human and Machine Cognition (zkráceně IHMC), který je k dispozici i v české verzi na jejich internetových stránkách (stačí do vyhledávače zadat CmapTools). Program je zdarma. V programu lze vytvořit mapy, které splňují požadavky na tvorbu pojmových map:

- a) klíčový pojem je jasně definován
- b) relativní důležitost pojmů lze jasně vyznačit zvýrazněním či umístěním blíže jádru
- c) lze jasně vyjádřit souvislosti mezi pojmy
- d) názorné uspořádání umožňuje snadnou orientaci v mapě a zopakování
- e) vytvořená struktura je prozatímní a umožňuje další připojování a přizpůsobování

Protože je každá struktura vytvořená žákem jedinečná a individuální, usnadňuje tento způsob práce s pojmy jejich zapamatování, vybavování a opakování. Pojmové mapy mohou být začleněny do výuky v jejich různých fázích. Na začátek vyučovaného celku jako motivace nebo ke zjištění předchozích znalostí, na něž se má navazovat. V průběhu tematického celku, kdy lze zjistit možné změny v pojmové struktuře žáka v návaznosti na nové poznatky. Nejčastější je však použití pojmových map na závěr celku, kdy lze z žakovských pojmových map vyčíst začlenění nových pojmů do stávající struktury a též i její reorganizaci.

Pojmovou mapu lze použít ve výuce třemi různými způsoby:

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



Obr. 1 Použití pojmových map

Způsob zadávání pojmových map

A. Je navržena prázdná pojmová mapa s ústředním pojmem. K dispozici je seznam pojmů, které lze pro doplnění použít.

POJMOVÉ MAPY – zadání A

Pokus se do připravené prázdné pojmové mapy dosadit správné pojmy ze seznamu a doplnit spojovací slovesa na čáry mezi nimi, tak aby každá větev vyjadřovala pravdivé tvrzení. Tímto způsobem vytvoříš pojmovou mapu.

Vytvoř pojmovou mapu odpovídající na otázku: **CO VŠE CHARAKTERIZUJE FYZIKÁLNÍ LÁTKU?**

Seznam pojmů, které můžeš použít:

- fyzikální látka
- atomy
- vlastnosti
- molekuly
- objem
- jádro
- skupenství
- kapalina
- plazma
- krystalická látka
- plynné
- elektrony
- amorfní látka
- obal
- pevná látka
- protony
- neutrony
- pevné
- tvár
- plyn
- kapalné
- hmotnost
- hustota
- velikost
- krystalická mřížka

Obr. 2 První způsob zadání pojmové mapy

B. Je zadán ústřední pojem a seznam pojmů, které je třeba uspořádat do pojmové mapy, Struktura mapy není naznačena.

POJMOVÉ MAPY – zadání B
 Vyber ze seznamu pojmy, které spolu souvisí, a spoj je čárou. Doplněním slovesa, které vystihuje jejich vztah, nad tuto čáru, dostaneš tvrzení. Dále navazuj na pojmy další vztahy a vznikne větvení. Tímto způsobem vytvoříš pojmovou mapu.

Vytvoř pojmovou mapu odpovídající na otázku: CO VŠE CHARAKTERIZUJE FYZIKÁLNÍ LÁTKU?

Seznam pojmů, které můžeš použít:

fyzikální látka		fyzikální látka
atomy	vlastnosti	
molekuly	objem	
jádro	skupenství	
kapalina	plazma	
krystalická látka	plynné	
elektrony	amorfní látka	
obal	pevná látka	
protony	neutrony	
pevné	tvar	plyn
kapalné	hmotnost	
hustota	velikost	
krystalická mřížka		

Obr. 3 Druhý způsob zadání pojmové mapy

C. Je zadán ústřední pojem a jen několik málo pojmů dalších. Zbývající musí doplnit žák.

POJMOVÉ MAPY – zadání C
 Po přečtení otázky si zapiš pojmy, které Tě v souvislosti s ní napadnou (na okraj stránky, kde jich máš několik už k dispozici). Z těchto pojmů vyber takové, které spolu souvisí, a spoj je čárou. Nad čáru napiš sloveso, které vystihuje jejich vztah, tak dostaneš tvrzení. Dále navazuj na pojmy další vztahy a vznikne větvení. Tímto způsobem vytvoříš pojmovou mapu.

Vytvoř pojmovou mapu odpovídající na otázku: CO VŠE CHARAKTERIZUJE FYZIKÁLNÍ LÁTKU?

Několik základních pojmů, které můžeš použít:

fyzikální látka	fyzikální látka
skupenství	
vlastnosti	
atomy	
objem	

Obr. 4 Třetí způsob zadání pojmové mapy

Hodnocení pojmových map

Hotové pojmové mapy předložené žákům mají jen malý vzdělávací potenciál, významnější je, aby žáci vytvářeli mapy sami. Při kvalitativním posuzování žákovy mapy si můžeme pomoci odpověďmi na následující otázky: Jsou zobrazeny nejdůležitější pojmy? Jsou vazby mezi pojmy vědecky přijatelné? Je zastoupeno podstatné množství větvení, úrovní hierarchie a příčných vazeb? Ukazují některá tvrzení na to, že má žák významné mylné představy? Jaké změny se staly v žákově mapě během dnů a týdnů? Postupem času, kdy učitel i žáci získají dostatečnou zkušenost s mapováním, je možné vyzkoušet nějaký způsob kvantitativního hodnocení, například podle Novaka: 1 bod za každé správné tvrzení, 5 bodů za každou platnou úroveň hierarchie, 10 bodů za platnou příčnou vazbu a 1 bod za každý příklad.

Je vhodné se zaměřit na následující faktory:

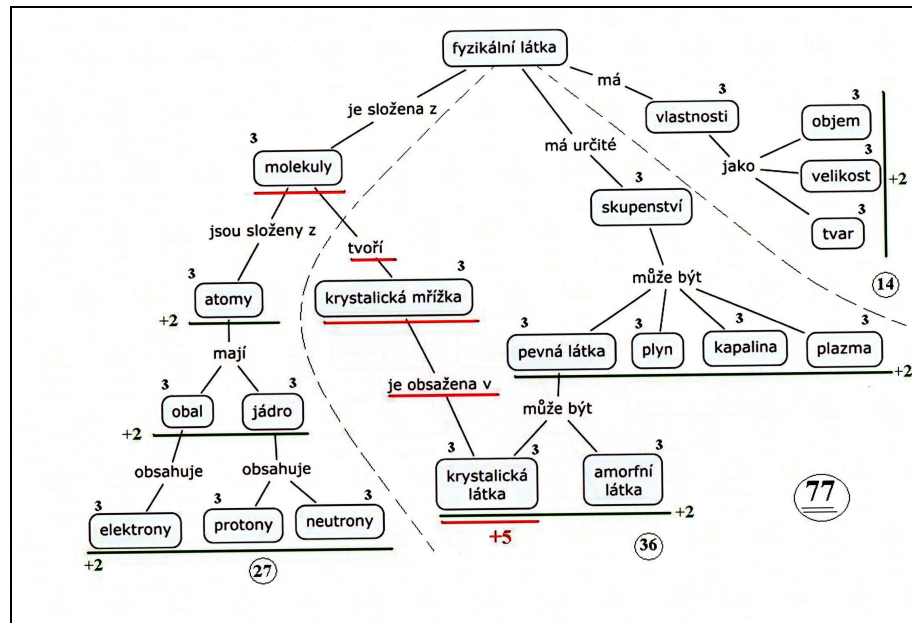
- a) složitost mapy – informativní a lze snadno určit (odborníci tvoří složité mapy, žáci s malou praxí mapy jednodušší)
- b) existence nejdůležitějších tvrzení – jsou to taková tvrzení, která učitel očekává, že je žáci budou znát po ukončení výuky daného tématu a že je bude obsahovat jejich mapa (pokud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

Pro potřeby předmětu Repetitorium středoškolské fyziky, který je ve studijních plánech pro studenty učitelství fyziky v magisterské etapě studia, byl vytvořen studijní text, který jako součást přehledu středoškolského učiva obsahuje soubor pojmových map. Tyto mapy byly vytvořeny podle učebnic Fyzika pro gymnázia nakladatelství Prométheus v programu Cmap Tools.

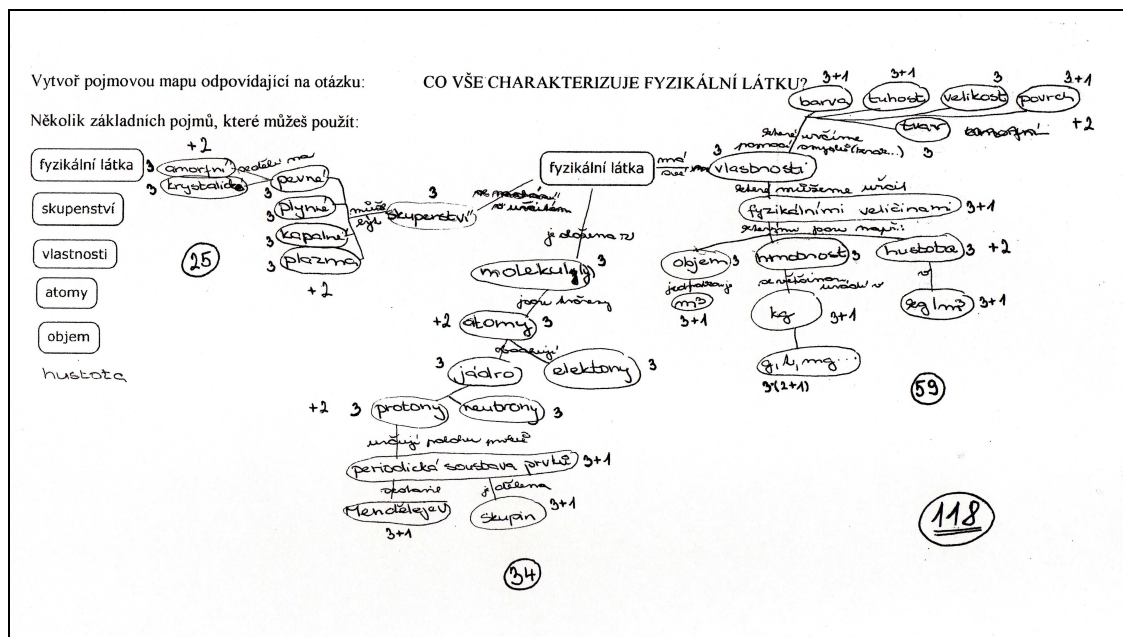
Byly vytvořeny tyto mapy:

- Fyzikální veličiny
- Mechanika (Fyzika, Soustava veličin a jednotek SI, Fyzikální veličiny, Pohyb tělesa, Nerovnoměrný pohyb, Volný pád, Rovnoměrný pohyb po kružnici, Dynamika, Energie, Mechanická práce, Gravitační pole, Vrhy, Keplerovy zákony, Mechanika tuhého tělesa, Tekutiny)
- Molekulová fyzika a termika (Teplota, Struktura látek, Vnitřní energie, Plyny, Pevné látky, Kapaliny, Změna skupenství látek)
- Mechanické kmitání a vlnění (Kmitání, Vlnění, Zvuk).
- Elektřina a magnetismus (Elektrický náboj, Elektrické pole, Kapacita vodiče, Elektrický proud, Jednoduchý elektrický obvod, Složený elektrický obvod, Magnetické pole, Nestacionární magnetické pole, Střídavý proud, Obvod střídavého proudu, Elektromagnetické vlnění)
- Optika (Světlo, Optické zobrazování, Zobrazování odrazem světla, Zobrazování lomem světla, Vlnové vlastnosti světla, Elektromagnetické záření)
- Mikrosvět (Atomy, Kvantová fyzika, Radioaktivita, Speciální teorie relativity).

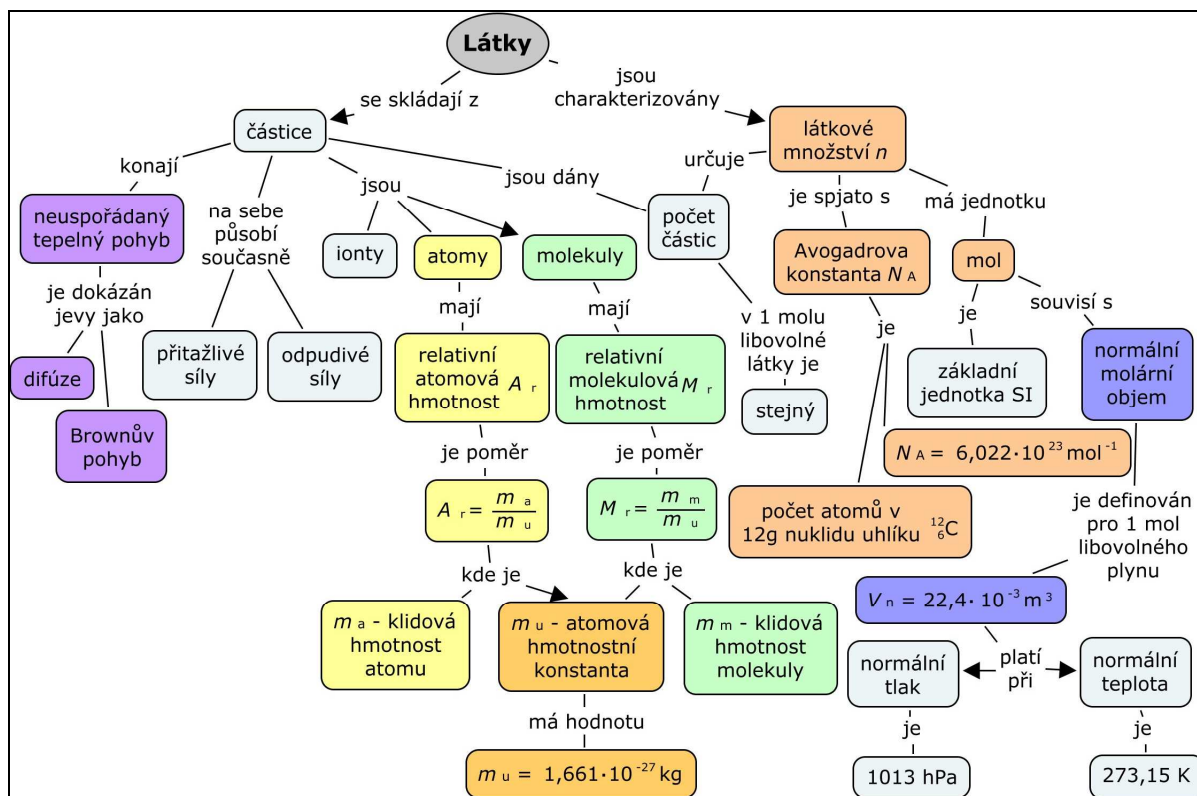
Jako příklad uvádíme „učitelovu“ pojmovou mapu pro ústřední pojem Fyzikální látka a řešení žáka s možným bodovým ohodnocením.



Obr. 5 Vzorové řešení pojmové mapy



Obr. 6 Pojmová mapa vytvořená žákem



Obr. 7 Příklad konstrukce pojmové mapy v programu CmapTools

Závěr

Vytváření pojmových map a jejich využití v různých fázích vyučovacího procesu je významnou pomůckou k zefektivnění práce učitele. Pojmová mapa žáka poskytuje v přehledné podobě obraz pojmové struktury žáka, jeho vědomostí a poukáže na pojmy, které si žák neosvojil a či je nepochopil. Strukturalizace pojmů umožňuje přehledné zobrazení, jak jsou jednotlivé pojmy propojeny, provázány. Žák si lépe zapamatuje učivo, nové pojmy snáze zařadí do již existující pojmové struktury. Pojmové mapování přispívá k systematizaci vědomostí. Mapy mohou být nástrojem pro opakování učiva, nástrojem pro hodnocení žáků i motivací pro další studium daného problému.

Příspěvek byl připraven s podporou projektu Moduly jako prostředek inovace v integraci výuky moderní fyziky a chemie, CZ.1.07/2.2.00/28.0182. Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Literatura a další zdroje

[1] HOLUBOVÁ, R., KEPRTOVÁ, P.: *Repetitorium středoškolské fyziky*. VUP Olomouc, 2012.

[2]<http://downloads01.smarttech.com/media/sitecore/en/support/product/smartideas/smartideas5/guides/guidesmartideas51usersv26nov07.pdf>

[3] http://zsokrumi.edu.sk/pojmove_mapy.php

[4] CAÑAS, A. J. et.al.: A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support, Florida Institute for Human and Machine Cognition, (online 14.10.2013), s.26-27. Dostupné z: <http://cmap.ihmc.us/Publications/>

[5] VALADARES, J. – FONSECA, F. – E SOARES, M. T.: Using conceptual maps in physics classes, Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc .of the First Int. Conference on Concept Mapping A.J.Cañas, J.D.Novak, F.M.González, Eds. Pamplona Spain 2004, (online 14.10.2013), <http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-210.pdf>

[6] NEZVALOVÁ, Danuše – SVEC, Michael: Using Concept Maps in the Science Classroom, XVI International conference DIDFYZ October 2008, Slovakia