

Prekoncepce žáků v termice

DANA MANDÍKOVÁ – JIŘÍ SCHAMBERGER

MFF UK, Praha, ZŠ Aléská, Bílina

Chceme-li rozvíjet znalosti a dovednosti žáků, musíme také vycházet ze zkušeností, které si již sami do školy přinášejí. Děti, ale i dospělí, mají vytvořenu řadu subjektivních intuitivních představ o tom, jak a proč okolní svět funguje. Souhrnně tyto představy označujeme jako *prekoncepce*. Prekoncepce mohou být jak správné (v souladu se současným vědeckým poznáním světa), tak nesprávné. Nesprávné prekoncepce se obvykle označují jako *miskoncepce*.

Je dobré, aby učitel měl přehled o prekonceptích svých žáků, aby na ně mohl navázat a umožnil tak žákům lépe pochopit probírané učivo. Správné prekoncepce mohou výrazně napomoci porozumění fyzikálním pojům v výuce. Proti tomu chybné prekoncepce mohou bránit pochopení učiva a snižují tak efektivitu výuky.

V následujícím článku podáváme informaci o výzkumu, ve kterém jsme se zaměřili na prekoncepce žáků o teple a teplotě.

1. Podmínky výzkumu

Při našem výzkumu jsme vycházeli z již dříve provedených výzkumů, a to jak našich, tak zahraničních. Z domácích se jedná zejména o diplomovou práci Mgr. Dagmar Likusové z roku 1994, kde bylo testováno 231 žáků základní školy a 21 studentů MFF UK [2] a ze zahraničních o článek [1].

Cílem našeho výzkumu bylo zmapovat a porovnat vědomosti a dovednosti žáků týkající se pojmů teplo, teplota a tepelné jevy. Především nás zajímalo, zda některé chybné představy přetrvávají i po seznámení se s učivem termiky ve škole. Z tohoto důvodu byli žáci dotazováni dvakrát: poprvé před výkladem dané látky ve škole (*pretest*) a po druhé po jejím probrání (*posttest*).

Sledovali jsme také, zda jsou nějaké výrazné rozdíly mezi žáky základních škol a žáky odpovídajících ročníků víceletých gymnázií.

Výzkum jsme provedli testem. Test tvořilo 13 otázek sestavených tak, aby pokryly učivo dané Rámcovým vzdělávacím programem. Pilotáž testu proběhla v červnu 2013 na ZŠ v Bílině v osmém ročníku, který se pak vlastního testování nezúčastnil. Žáci měli na vypracování testu 45 minut. Znění testu s autorským řešením je v Příloze 1 na konci článku.

Vlastního výzkumu se zúčastnili žáci pěti tříd osmých ročníků čtyř základních škol a žáci tří tříd odpovídajících ročníků tří víceletých gymnázií. Jedna ZŠ a dvě gymnázia byla z Prahy, další školy byly z menších měst.

Pretestovou část absolvovalo celkem 187 žáků; 97 dívek a 90 chlapců. Pretest byl žákům zadáván v období října až listopadu 2013.

Druhého kola testování se z různých důvodů (nemoc apod.) nezúčastnili všichni žáci. Celkem posttest absolvovalo 172 dětí, z toho 87 dívek a 85 chlapců. Posttest byl žákům zadáván v období ledna až května 2014.

2. Výsledky výzkumu

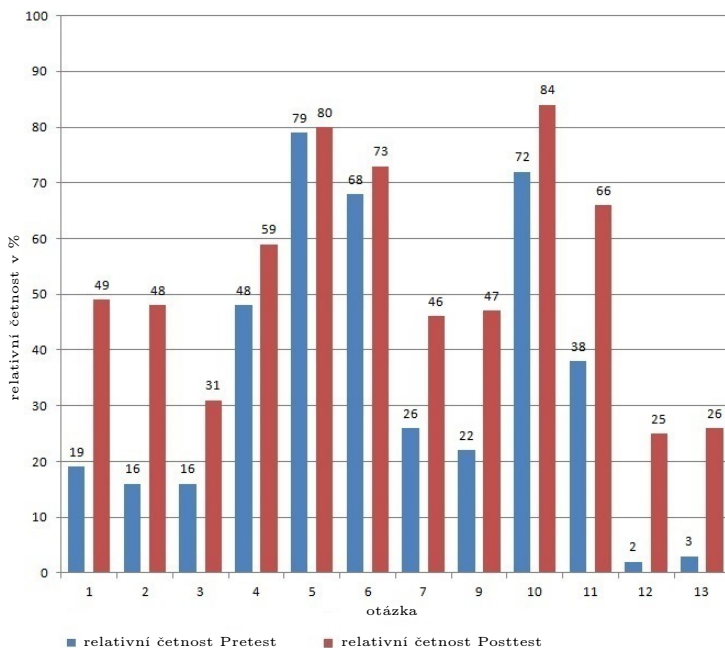
První fází zpracování výsledků bylo důkladné pročtení všech vyplněných testů a zjištění typů žakovských odpovědí. Na základě toho jsme rozdělili odpovědi do jednotlivých kategorií pro každou otázku. Součástí vyhodnocení každé otázky je vždy graf s relativními četnostmi odpovědí v jednotlivých kategoriích jak pro pretest, tak pro posttest, a to podle pohlaví žáků, i pro všechny žáky dané třídy a všechny žáky celkově. Diskuse u každé otázky podrobně rozebírá jednotlivé odpovědi a hodnocení vždy obsahuje cíl, který sleduje příslušná otázka. Soustředili jsme se zejména na kvalitativní rozbor odpovědí.

Zde se zaměříme jen na celkové shrnutí výsledků. Podrobné výsledky lze nalézt v [4].

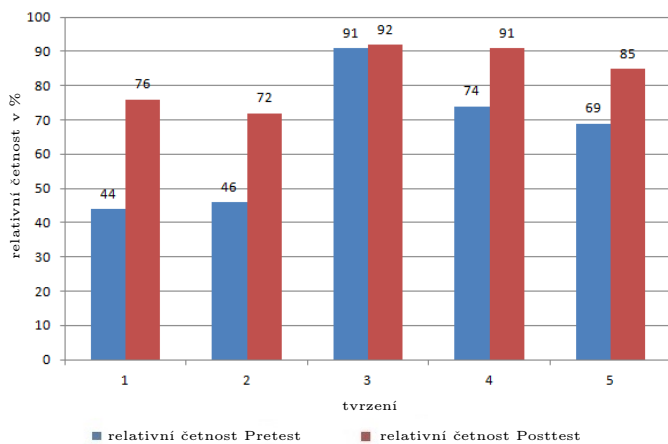
Celkové výsledky

V následujících grafech 1 a 2 jsou uvedeny relativní četnosti správných odpovědí (v %) na jednotlivé otázky testu (celkem jich bylo 13) pro všechny respondenty v pre a posttestu. Z technických důvodů je graf pro otázku číslo 8 uveden zvlášť.

Z grafů vyplývá, že *mezi otázky s největší úspěšností* patří otázky číslo 4 (teplota rozřezaného bloku ledu), číslo 5 a 6 (tání ledových bloků, $Q = ml_t$), číslo 8 (výměna tepla), číslo 10 (kalorimetrická rovnice, bez změny skupenství) a číslo 11 (kalorimetrická rovnice, bez změny skupenství).



Graf 1 Relativní četnost (v %) správných odpovědí vyjma otázky č. 8



Graf 2 Relativní četnost (v %) správných odpovědí otázka č. 8

Naopak mezi *otázky s nejnižší úspěšností* patří otázka číslo 3 (teplota předmětů), číslo 12 (chápání pojmu teplo) a číslo 13 (chápání pojmu teplota).

Otázky číslo 12 a 13 byly svým způsobem specifické, neboť nelze přesně rozlišit mezi správnou a chybnou odpovědí. Označil-li žák teplo jako něco, co souvisí s energií, teplo pouze jako fyzikální veličinu nebo teplotu pouze jako fyzikální veličinu, daly by se tyto odpovědi označit za částečně správné. Podrobné zpracování výsledků těchto otevřených otázek spolu s jednotlivými kategoriemi odpovědí lze nalézt v [4].

Zajímavějším ukazatelem je však podle nás procentuální nárůst či pokles relativní četnosti u správných odpovědí. Tady můžeme s uspokojením konstatovat, že u žádné otázky nedošlo k poklesu.

Nejvýraznější nárůst byl u následujících otázek:

- číslo 2 (tepelný vodič) o 32 %;
- číslo 1 (tepelný izolant) o 30 %;
- číslo 11 (kalorimetrická rovnice) o 28 %;
- číslo 9 (bod varu vody) o 25 %;
- číslo 12 (chápání pojmu teplo) o 23 %;
- číslo 13 (chápání pojmu teplota) o 23 %;
- číslo 7 (šíření tepla) o 20 %.

Naopak nejnižší nárůst (o 1 %) zaznamenala otázka číslo 5 (tání ledového bloku) a tvrzení číslo 3 otázky číslo 8 (o 1 %). Vzhledem k tomu, že již v pretestu byla relativní četnost úspěšných odpovědí u otázky číslo 5, resp. tvrzení číslo 3 u otázky číslo 8, vysoká – 79 %, resp. 91 %, nepovažujeme toto za nikterak závažné.

Porovnání výsledků žáků ZŠ a víceletých gymnázií

Sledovali jsme také, zda jsou nějaké výrazné rozdíly mezi žáky základních škol a víceletých gymnázií.

V pretestu dosahovali lepších výsledků žáci gymnázií, i když výraznější rozdíl (nad 5 %) byl jen u otázek číslo 3, 9, 10, 11 a 13. Žáci ZŠ měli vyšší úspěšnost v otázce číslo 6 (o 5 %).

V posttestu už byly výsledky vyrovnanější. Žáci ZŠ dosáhli lepšího výsledku v sedmi otázkách, více jak o 10 % to bylo v otázkách číslo 1, 6 a 7, o 8 % pak v otázce číslo 12. Žáci gymnázií si zachovali výraznou převahu

v otázkách číslo 10 a 11, lepší zůstali i při řešení otázek číslo 3 a 9 a oproti pretestu získali lepší výsledek v otázce číslo 2 a číslo 8 (srovnáváme průměr za všechna tvrzení).

V odpovědích na otázky číslo 12 a 13 se pak ukázalo, že žáci ZŠ zůstávali častěji na konkrétní úrovni a uváděli příklady „teplých“ předmětů či teplotu konkrétních objektů.

Přehled miskoncepcí

Podívejme se ještě, jaké nejčastější miskoncepce se objevily v odpovědích žáků a nakolik byly zastoupeny v pre a v posttestu.

Srovnáme-li nejčastější miskoncepce uvedené v tab. 1 před a po probrání učiva, je potěšující, že u většiny jejich relativní četnost poklesla. Nejvýraznější pokles (větší než 10 %) jsme zaznamenali u těchto otázek:

- U otázky číslo 2, kdy žáci uváděli chybné zdůvodnění, proč pociťují ze tří uvedených předmětů jako nejchladnější železo – „železo je chladné“. Chybné odpovědi poklesly o 22 %.
- Pokles o 20 % byl i u otázky číslo 3, odpovědi C, tedy ponecháme-li v jedné místnosti předměty z různých materiálů, nejnižší teplotu bude mít železo.
- O 31 % resp. o 25 % poklesly chybné odpovědi u prvních dvou tvrzení otázky číslo 8.
- O 11 % u otázky číslo devět – vroucí voda má nejvyšší teplotu v nádobě, ve které vře nejdéle.

Naproti tomu relativní četnost některých chybných odpovědí oproti pretestu ještě stoupla. Za nejzávažnější nepříjemný vzestup považujeme odpověď A na otázku číslo 7 – teplo stoupá vzhůru, jejíž relativní četnost sice stoupla jen o 2 %, ale celkově činila 31 %.

Z otázek číslo 12 a 13 vplynuly následující miskoncepce:

- Někteří žáci pojmy teplo a teplota ztotožňují.
- Někteří chápou teplotu jako něco, co je způsobeno teplem.
- Někteří chápou teplotu jako veličinu, kterou měříme teplo, případně si myslí, že teplota udává množství tepla.

Řada žáků také zůstává v chápání pojmů teplo a teplota pouze na konkrétní úrovni – udávají souvislosti s vlastními pocity nebo zcela konkrétní teplé předměty.

Tab. 1 Přehled nejčastějších miskoncepcí

Číslo otázky	Miskoncepce	Pretest (%)	Posttest (%)
1	Kožich „hřeje“.	36	27
2	Železo je vnímáme jako nejchladnější prostě proto, že je „chladné“.	53	33
3	Železo má nejnižší teplotu.	23	15
3	Vata má nejnižší teplotu.	47	27
4	Větší blok ledu má nižší teplotu než menší, ač jsou ze stejného kusu ledu.	17	15
6	Menšímu i většímu kusu ledu téže teploty musíme dodat stejně tepla na roztání.	15	10
7	Teplo stoupá vzhůru (proto se dříve ohřeje horní konec tyče).	29	31
7	Teplo klesá dolů (proto se dříve ohřeje dolní konec tyče).	9	8
8	Hrneček se od čaje ohřívá, ale teplota čaje se nemění.	52	27
8	Čaj při chladnutí nepředává žádné teplo okolnímu vzduchu.	30	15
9	Voda, která déle vře, má vyšší teplotu.	31	20
9	Vroucí voda, pod kterou je největší plamen, má nejvyšší teplotu.	31	24
10	Při smíchání různých množství vody o stejné teplotě je výsledná teplota vody rovna součtu původních teplot.	19	12
11	Při smíchání stejného množství vody o různé teplotě je výsledná teplota vody rovna součtu původních teplot.	12	11
12	Teplo je ztotožňováno s vlastními pocity.	27	5
12	Teplo je ztotožňováno s teplými předměty.	24	9
13	Nesprávné chápání rozdílu mezi teplem a teplotou (ztotožňování obou veličin).	23	20

V článku jsme na základě výsledků výzkumu shrnuli některé chybné představy žáků o teple a teplotě. Zmapování miskoncepcí je prvním krokem na cestě k jejich překonávání. Důležité je, aby o nich učitel věděl a vedl žáky k tomu, aby si je sami uvědomili a poznali rozpor mezi nimi a tím, co se učí ve škole. K odhalení uvedených představ mohou učitelé sloužit například úlohy použité v testu a diskuze nad jejich řešením.

Literatura

- [1] *Clough, E. E. – Driver, R.*: Secondary students' conceptions of the conduction of heat; bringing together scientific and personal views. *Physics Education* 20 (1985), s. 176–182.
- [2] *Likusová, D.*: Představy žáků o teple a teplotě. Diplomová práce, MFF UK, Praha, 1994.
- [3] *Mandíková, D. – Trna, J.*: Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky. Paido, Brno, 2011.
- [4] *Schamberger, J.*: Prekoncepce žáků o teple a teplotě. Diplomová práce, MFF UK, Praha, 2013.
- [5] *Zedník, M.*: Prekoncepce žáků v oblasti geometrické optiky. Diplomová práce, MFF UK, Praha, 2009.

Příloha č. 1 vzorově vyplněný test

TEST

pochopení pojmů

TEPLO A TEPLOTA – VZOROVÉ ŘEŠENÍ

Příjmení a jméno: _____

Ročník: _____

Třída: _____

Datum: _____

Pokyny:

1. Vždy jen **jedna** odpověď je správná.
2. Nepřeskakuj otázky, často na sebe navazují.
3. Snaž se psát odpovědi, o jejichž správnosti jsi přesvědčen/a **Ty**, nikoli Tvůj spolužák.
4. Vyhní se tipování odpovědí.
5. Tam, kde je to požadováno, nezapomeň napsat zdůvodnění odpovědi.

Počekaj na pokyn k zahájení testu, potom nalistuj následující stranu a postupně odpovídej.

Odpovídej tak, abys na všechny otázky testu odpověděl/a přibližně za **45 minut**.

1. Dvě naprosto stejné kostky ledu necháme v místnosti, první volně položenou na vzduchu a druhou zabalíme do kožichu. Která kostka roztaje **dříve**?
 - A. Kostka zabalená v kožichu.
 - B. Kostka volně položená na vzduchu.
 - C. Obě kostky roztají za stejnou dobu.
 - D. Nelze jednoznačně rozhodnout.

Zdůvodnění odpovědi:

Správná odpověď B – Dříve roztaje kostka na vzduchu, protože kožich je tepelný izolant a brání přístupu teplého vzduchu z okolí.

2. Uvažujme tři předměty, které byly na delší čas umístěny venku v chladném prostředí: kousek vaty, kousek dřeva a kousek železa. Který předmět **vnímáme** při dotyku jako **nejchladnější**?
 - A. Vatu.
 - B. Dřevo.
 - C. Železo.
 - D. Všechny předměty vnímáme stejně.

Zdůvodnění odpovědi:

Správná odpověď C – Kov je dobrý vodič tepla a odvádí teplo z naší ruky lépe než vata nebo dřevo, které vedou teplo hůře.

3. Který z výše uvedených předmětů má **nejnižší** teplotu?
 - A. Vata.
 - B. Dřevo.
 - C. Železo.
 - D. Všechny předměty mají stejnou teplotu.

Zdůvodnění odpovědi:

Správná odpověď D – Teplota předmětů je po delším čase vyrovnaná s teplotou okolí, tudíž stejná.

4. Ledový blok (viz obrázek) byl rozřezán na dva kusy. Který kus má **nižší** teplotu?



- A. Nižší teplotu má kus A.
- B. Nižší teplotu má kus B.
- C. Oba kusy mají stejnou teplotu.
- D. Nelze jednoznačně rozhodnout.

Zdůvodnění odpovědi:

Správná odpověď C – Oba kusy byly z jednoho bloku, který měl určitou teplotu, ta se rozdělením bloku nezmění. (Ohřívání bloků při řezání neuvažujeme.)

5. Dva kusy ledu z předchozí úlohy byly ponechány v místnosti při pokojové teplotě. Který kus roztaje dříve?

- A. Dříve roztaje kus A. B. Dříve roztaje kus B.
 C. Oba kusy roztají za stejnou dobu. D. Nelze jednoznačně rozhodnout.

Zdůvodnění odpovědi:

Správná odpověď B – Dříve roztaje kus B, protože je menší. Větší kostce A je třeba dodat na roztání více tepla.

6. Kterému z kusů ledu z úlohy č. 4 musíme dodat **více** tepla, aby roztál? Proč?

- A. Více tepla musíme dodat kusu A.
 B. Více tepla musíme dodat kusu B.
 C. Oběma kusům musíme dodat stejně tepla.
 D. Nelze jednoznačně rozhodnout.

Zdůvodnění odpovědi:

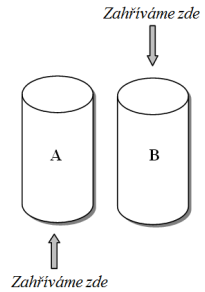
Správná odpověď A – Kostka A má větší hmotnost, musíme ji tedy dodat více tepla ($Q = m \cdot t$).

7. Kovovou tyčku ve svislé poloze (viz obrázek) budeme zahřívát horkou plotýnkou vařiče jednou na dolním a podruhé na horním konci. Porovnejte **dobu**, za kterou se v obou případech ohřeje **opačný** konec tyčky.

- A. Dříve se ohřeje konec v situaci A.
 B. Dříve se ohřeje konec v situaci B.
 C. V obou případech se opačné konce ohřejí za stejnou dobu.
 D. V žádné ze situací se opačný konec neohřeje.

Zdůvodnění odpovědi:

Správná odpověď C – Tepla se vedením šíří v obou případech stejně rychle.



8. Eva si nalila do hrnečku horký čaj. Zakroužkuj, zda následující tvrzení jsou či nejsou pravdivá.

Tvrzení	Pravdivé
Hrneček se od čaje ohřeje, teplota hrnečku vzroste, teplota čaje se díky tomu sníží.	ANO / NE
Hrneček se od čaje ohřeje, teplota hrnečku vzroste, teplota čaje se nezmění.	ANO / NE
Hrneček se od čaje ohřeje, teplota hrnečku vzroste, teplota čaje také vzroste.	ANO / NE
Čaj ohřívá okolní vzduch, teplota čaje se díky tomu snižuje.	ANO / NE
Teplota čaje se postupně snižuje, čaj ale okolnímu vzduchu žádné teplo nepředává.	ANO / NE

9. Na plynovém sporáku stojí tři otevřené nádoby, ve kterých vře voda. Ve které z nádob má voda **nejvyšší** teplotu?
- A. Nádoba, ve které vře voda nejdéle.
 - B. Nádoba, pod kterou je nejmenší plamen.
 - C. Nádoba, pod kterou je největší plamen.
 - D. Ve všech nádobách má voda stejnou teplotu.

Zdůvodnění odpovědi:

Správná odpověď D – Teplota varu vody je při stejném tlaku okolního vzduchu stejná.

10. Nádoba A obsahuje **100 g** vody o teplotě **25 °C**. Nádoba B obsahuje **200 g** vody také o teplotě **25 °C**. Obsah obou nádob smícháme v izolované nádobě (žádné teplo z okolí se nemůže přenést dovnitř ani ven). Jaká bude **výsledná teplota** směsi?
- A. 50 °C.
 - B. 25 °C.
 - C. Nižší než 20 °C.
 - D. Vyšší než 50 °C.

Správná odpověď B

11. Nádoba A obsahuje **100 g** vody o teplotě **0 °C** a nádoba B **100 g** vody o teplotě **50 °C**. Obsah obou nádob smícháme v izolované nádobě (žádné teplo z okolí se nemůže přenést dovnitř ani ven). Jaká bude **výsledná teplota** směsi?
- A. 0 °C.
 - B. 25 °C.
 - C. Mezi 30 °C a 50 °C.
 - D. 50 °C.

Správná odpověď B

12. Pokus se vysvětlit, co rozumíš pod pojmem **Teplo**.

Správná odpověď – Teplo je mírou energie, kterou při tepelné výměně předá teplejší těleso studenějšímu (a různé formulace vystihující podstatu této definice).

13. Pokus se vysvětlit, co rozumíš pod pojmem **Teplota**.

Správná odpověď – Teplota je fyzikální veličina, charakterizující tepelný stav tělesa, úzce souvisí s neuspořádaným pohybem částic tělesa a jejich rychlostí.

Test máš hotov. Děkujeme.