

Závěr

Měření teploty je ve výuce fyziky poměrně častým experimentálním úkonem, ze kterého lze zejména ve středoškolské termodynamice vyvozovat poměrně rozsáhlé závěry (teplotní změny při skupenských přeměnách, výsledky kalorimetrických úloh, teplotní závislosti hustoty, objemu, délky, atd.). Článek se ve třech výše uvedených experimentech snaží upozornit na skutečnost, že prosté měření teploty v nádobce s vodou může dávat v různých situacích různé výsledky – zásadním vlivem, který je třeba mít během takových měření na paměti, je vertikální proudění v kapalinách dané teplotně závislým rozdílem hustot. Stejně tak je u kontaktních měření třeba zohledňovat fakt, že teploměr měří vždy teplotu sebe sama, což nezbytně vnaší do výsledků vliv jeho vlastní tepelné kapacity.

Literatura

- [1] *Obdržálek, J.*: Úvod do termodynamiky, molekulové a statistické fyziky. Matfyzpress, Praha, 2015.
- [2] *Kreidl, M.*: Měření teploty – senzory a měřicí obvody. Technická literatura BEN, Praha, 2005.
- [3] *Svoboda, E., Bartuška, K.*: Fyzika pro gymnázia – Molekulová fyzika a termika. Prometheus, Praha, 2016.
- [4] *Kácovský, P.*: Experimenty podporující výuku termodynamiky na středoškolské úrovni. Disertační práce, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzita Karlovy, Praha, 2016.

Rozvíjanie vybraných zručností v Bádateľskom prírodovednom laboratóriu SteelPark Košice

MÁRIA BILIŠŇANSKÁ – MARIÁN KIREŠ

Prírodovedecká fakulta UPJŠ, Košice, SLOVENSKO

Neformálne vzdelávanie a popularizačné podujatia sú celosvetovo využívané na podporu záujmu mládeže a budovanie pozitívneho postoja spoločnosti k vede. V mnohých metropolách už dlhodobo fungujú centrá vedy,

exploratória či zábavno-náučné parky, napríklad *Cité des Sciences et de l'industrie* v Paríži, *Universum* v Göteborgu, *Science Museum* v Londýne, *Palác zázrakov* v Budapešti a pod. Formou interaktívnych pokusov a hier sa v nich návštevníci zoznamujú so zákonmi prírody, Zeme a vesmíru. Zábavným spôsobom sa najmä u detí prebúda záujem o tajomstvá okolitého sveta, nezabudnuteľnými zážitkami objavujú úžasný svet fyziky a ďalších prírodovedných predmetov. V súčasnej dobe, kedy sa osobné skúsenosti čoraz častejšie zamieňajú za počítačové simulácie, môžu žiaci na vlastnej koži okúsiť množstvo experimentov. Myšlienku kreatívnej fabriky priniesol do Košíc prezident košickej oceliarne – *George F. Babcoke*, U.S.Steel Košice. Návštevníci objavujú „príbeh ocele“ – od ťažby surovín, cez spracovanie až po výsledné výrobné procesy a hotové výrobky. Vyše 50 interaktívnych exponátov spája poznatky a kreativitu z viacerých vedných oblastí s výrobou a využitím hutníckych produktov.

Dva roky prevádzky centra ukázali, že výrazný podiel na návštevnosti centra majú školské skupiny žiakov. Pre opakovaný návrat do centra však vznikala prirodzená požiadavka zo strany učiteľov, využiť motivačnú funkciu vedeckého centra na posilnenie vzdelávacieho účinku, najmä v oblasti rozvíjania vybraných bádateľských zručností žiakov základných a stredných škôl. V priestoroch SteelPark sme preto v októbri 2014 zriadili a rozbehli aktivity Bádateľského prírodovedného laboratória.

Bádateľské prírodovedné laboratórium

Bádateľské prírodovedné laboratórium (BPL) je určené žiakom základných a stredných škôl a ich učiteľom s cieľom získať skúsenosti s bádateľsky orientovanou výučbou. V neformálnom prostredí sa stretávajú s netradičnými meraniami, pozorovaniami spojenými s objavovaním nových poznatkov. Žiaci pracujú podľa návodu v pracovnom liste v troj alebo štvorčlenných skupinách, pod vedením zaškoleného lektora. Učiteľ je v pozícii pozorovateľa, ktorý sleduje priebeh výskumne ladenej koncepcie prírodovedného vzdelávania (IBSE) (*SAILS, Establish project*).

Aktivita v bádateľskom prírodovednom laboratóriu trvá 60 min. Jej náplňou je žiacke fyzikálne skúmanie podporujúce rozvíjanie vedeckej gramotnosti. S dôrazom na aktívnu účasť všetkých študentov a rozvoj ich experimentálnych zručností, maximálny počet žiakov v jednej skupine je šesťnásť. Ponúkané sú preto dve rôzne, paralelne bežiacie aktivity, počas ktorých je možné zapojiť všetkých žiakov klasickej triedy.

Aktívne prírodovedné experimentovanie rozvíja zručnosti študentov, núti ich aplikovať získané poznatky a prehľbuje pochopenie vybraných

javov. Netradičné pokusy motivujú mladých ľudí k tvorivej práci v menších skupinkách, k samostatnému objavovaniu a postupnému odhaľovaniu nových úloh. Podnetné prostredie novozriadeného vedeckého centra zároveň slúži na vťahnutie učiteľov do neformálneho vzdelávania. Nápady, metodiky a pracovné listy môžu využiť vo svojej vlastnej praxi na škole. Bádateľské prírodovedné laboratórium súčasne využívame ako podporu pre praktickú prípravu študentov medziodborového a učiteľského štúdia v kombinácii s fyzikou. Lektorovaním sa pripravujú na svoje budúce povolanie. Získavajú cenné skúsenosti s bádateľskými aktivitami, učia sa ich realizovať a podieľajú sa na zbere údajov didaktického prieskumu.



Obr. 1 Bádateľské prírodovedné laboratórium v SteelParku

Počas dvadsiatich mesiacov fungovania BPL sa na šestnástich aktivitách vystriedalo 7 447 účastníkov. Ročná návštevnosť z roka na rok narastá. Počas troch školských rokov (2014/2015, 2015/2016, 2016/2017) bolo pre žiakov pripravených 16 aktivít. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené názvy jednotlivých aktivít, počty žiakov základných a stredných škôl a celkový počet zúčastnených žiakov.

Tabuľka 1 Aktivity v BPL v šk. roku 2014/2015, 2015/2016 a 2016/2017

AKTIVITA	Mesiac	ZŠ	SŠ	spolu
		počet žiakov	počet žiakov	počet žiakov
2014/2015				
1. Dokážeme odvážiť vzduch?	OKTÓBER	134	183	317
2. Čo všetko nám prezradí laserový diaľkomer?	NOVEMBER	156	357	513
3. Súboj na labilnej táčke	DECEMBER / JANUÁR, JÚN	210	26	236
4. Stala sa vražda	FEBRUÁR / MAREC	342	81	423
5. Ako človek dýcha	FEBRUÁR / MAREC	295	113	408
6. Natankuj vodu a jazdi	APRÍL / MÁJ	298	151	449
7. Ako netopier zachytí náš pohyb	APRÍL / MÁJ	420	185	605
Spolu				2951
2015/2016				
8. Čo ukazuje váha	OKTÓBER / DECEMBER	410	102	512
9. Ako hori sviečka	OKTÓBER / DECEMBER	410	102	512
10. JO-JO, detská hračka plná fyziky	JANUÁR / FEBRUÁR	71	82	153
11. Po stopách fyzikálnej veličiny	JANUÁR / FEBRUÁR	220	71	291
12. Odkiaľ získavame kyslík, ktorý dýchame	MAREC / APRÍL	350	185	535
13. Tiene známe - neznáme	MAREC / APRÍL	387	163	550
14. Opravme rozbitý Galileov teplomer	MÁJ / JÚN	406	101	507
15. Ako fotiť pohybujúce sa objekty	MÁJ / JÚN	298	72	372
Spolu				3432
2016/2017				
1. Dokážeme odvážiť vzduch?	OKTÓBER / NOVEMBER	33	492	538
2. Čo všetko nám prezradí laserový diaľkomer?	OKTÓBER / NOVEMBER	28	377	526
8. Čo ukazuje váha	DECEMBER / FEBRUÁR			
16. Ako oklamať svoje zmysly	DECEMBER / FEBRUÁR			
Spolu				1064
Spolu 2014 - 2017				7447

Mapovanie žiackych prekonceptov prostredníctvom vstupného konceptu testu

Na širokej vzorke návštevníkov sme v rámci jednotlivých aktivít realizovali didaktický experiment skúmajúci prekoncepty a rozvoj vybraných zručností žiakov. V úvode aktivity píšú účastníci vstupný koncept test zameraný na kľúčové pojmy danej témy. Súčasne slúži na vtiahnutie žiakov do danej problematiky a s ňou súvisiace problémy.

- Prvá úloha v koncept teste: Zakreslite do obrázka, kde sa musíte postaviť, aby ste videli svetlo zo žiarovky.

Počas aktivity „Tiene – známe, neznáme“ sme zisťovali žiacke prekoncepty na otvorenú otázku: *kde sa musíte postaviť, aby ste videli svetlo zo žiarovky* (obr. 2). Žiaci zakresľovali svoju odpoveď do obrázka, pričom až 75 % opýtaných neuviedlo slovné vysvetlenie svojej odpovede.

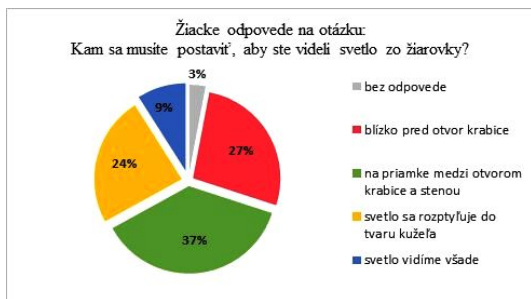
1. Žiarovku umiestnime do krabice s malým otvorom, ako je zobrazené na obrázku.



Zakreslite do obrázka, kde sa musíte postaviť, aby ste videli svetlo zo žiarovky. Bude to len jediné miesto? Vysvetlite.

Obr. 2 Úvodná otázka k aktivite „Tiene – známe, neznáme“

Porovnali sme odpovede žiakov, ktorí ešte tematický celok optika v škole nepreberali (žiaci 6. a 7. ročníka ZŠ) a žiakov vyšších ročníkov (8., 9. ročník ZŠ a stredoškolských študentov). Porovnateľný počet žiakov na otázku neodpovedal správne: 92 % žiakov, ktorí daný tematický celok nepreberali, 93 % žiakov základných škôl, ktorí majú školské poznatky z optiky a 87 % študentov stredných škôl.

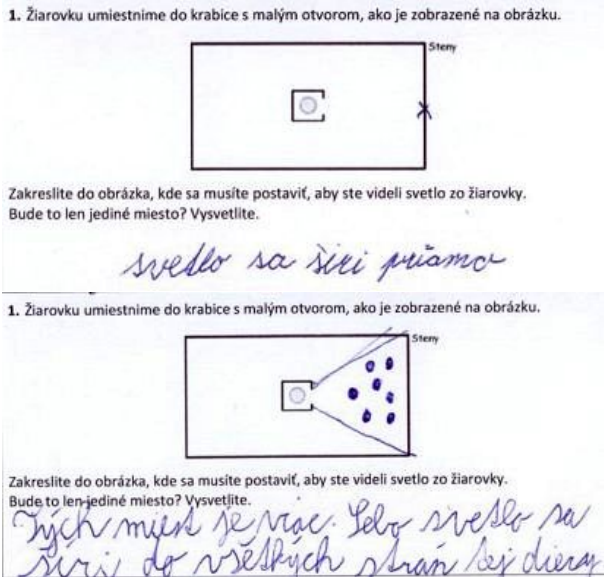


Obr. 3 Žiacke odpovede na prvú úvodnú otázku k aktivite

Medzi najpočetnejšie chybné odpovede (obr. 3) patrilo zakreslenie panáčika na priamke medzi otvorom krabice a stenou (37 % všetkých opýtaných, obr. 4). Ako argumentáciu žiaci uviedli, že „svetlo sa šíri priamočiaro“. Druhou najčastejšou odpoveďou (27 % opýtaných) bol panáčik

v tesnej blízkosti otvoru krabice s vysvetlením: „žiarovku uvidíme, len ak sa postavíme pred otvor krabice“, „tesne pred otvorom krabice je svetlo zo žiarovky najsilnejšie“. 24 % žiakov zakreslilo „svetelný kužeľ“ k otvoru krabice (obr. 4). Kdekoľvek sa v tomto kuželi postavíme, svetlo zo žiarovky uvidíme. Niektorí žiaci pridali aj poznámku: „svetlo je rozbiehavé, šíri sa do prostredia“.

Len 9 % z päťstopäťdesiat opýtaných respondentov odpovedalo na otázku správne, t.j. svetlo vidíme všade. Mnohí sa nad otázkou logicky nezamysleli. Odpovedali podľa naučených formulácií: *svetlo sa šíri priamočiarno, svetelné lúče sú rozbiehavé*. Mylnú predstavu podporuje aj stotožňovanie svetla s jeho zdrojom (napr. žiarovkou) (Mandíková, 2011). Z čoho pramení väčšina odpovedí: *svetlo uvidím vtedy, ak zároveň vidím aj žiarovku* (88 % opýtaných).

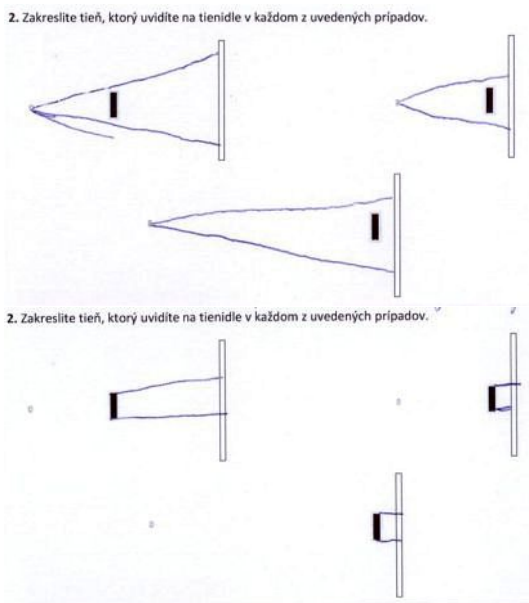


Obr. 4 Najčastejšie odpovede žiakov na prvú úvodnú otázku k aktivite

- *Druhá úloha v koncept teste: Zakreslite tieň, ktorý uvidíte na tienidle v každom z uvedených prípadov.*

Keďže koncept test svojou formou pripomína školskú písomku, väčšina účastníkov odpovedala naučenou poučkou bez zamyslenia sa. Musíme sa

preto u návštevníkov BPL zamerať aj na precvičovanie zručnosti *čítať s porozumením* a motivovať ich k logickému uvažovaniu. Do úvahy prichádza aj zmena spôsobu vyplňania koncept testu, aby sa účastníci v prvej chvíli necítili „ako v škole na písomke“. Vhodnou alternatívou je spoločné zaznamenávanie odpovedí na úvodné otázky v menších (troj, štvorčlenných) skupinách. Podporíme pritom žiacku diskusiu a premýšľanie nad otázkami. Upravený spôsob zaznačovania žiackych prekonceptov plánujeme zaradiť v rámci najbližšej výmeny aktivít. Pevne veríme, že zároveň zvýšime počet slovných vyjadrení žiakov. Všimli sme si, že jednotlivec často nedokáže sformulovať svoje myšlienky do ucelenej vety. Jednoduchšie je preňho len naznačenie svojej odpovede do obrázka. Konkrétne na prvú otázku: *kde sa musíte postaviť, aby ste videli svetlo zo žiarovky*, zakreslilo priamo do obrázka svoju odpoveď 97 % opýtaných. Avšak len 25 % uviedlo aj slovné vysvetlenie.



Obr. 5 Odpovede účastníkov na druhú otázku v koncept teste

Pri ďalšej otázke účastníci zakresľovali tieň do obrázka v troch rôznych prípadoch umiestnenia svetelného zdroja a prekážky od tienidla (obr. 5). Tu sa prejavila väčšia predstavivosť stredoškolských študentov, keďže 62 %

opýtaných zakreslilo všetky tri prípady správne. V opačnom pomere odpovedali žiaci základných škôl. Nesprávne zakreslené tieňe (veľmi veľké tieňe, tieňe vo veľkosti prekážky alebo tieňe za prekážkou sa zužujúce, obr. 5) malo 64 % žiakov 6., 7. ročníka a 62 % žiakov 8., 9. ročníka.

Respondenti základnej školy pred výučbou tematického celku optika, ale aj po jeho absolvovaní odpovedali na zadanú otázku v porovnateľnom počte správne (36 % až 38 %). Žiaci ZŠ, ktorí už optiku v škole preberali, pravdepodobne ešte nemajú získané vedomosti vžité a prepojené so situáciami z bežného života. Nevedia ich použiť v nových problémových úlohách. Na druhej strane vedomosti žiakov stredných škôl už stihli dozrieť. Spoločne so svojou predstavivosťou ich dokázali aplikovať pri odhade veľkosti tieňa v závislosti od umiestnenia svetelného zdroja a prekážky. Opäť sa nám potvrdil záver týkajúci sa podpory logického myslenia žiakov. Mladých ľudí musíme nabádať k premýšľaniu, ponúkať im príklady prepojené s reálnym životom, aby vnímali zmysel učných vedomostí a zručností a dokázali ich využívať v nových situáciách.

- *Tretia úloha v koncept teste: Pri sledovaní futbalového zápasu môžeme niekedy sledovať zaujímavé tieňe futbalistov. Stručne odôvodnite, ako si vznik takýchto tieňov vysvetľujete.*

V rámci poslednej otázky mali žiaci *stručne odôvodniť zaujímavé tieňe futbalistov na štadióne* (obr. 6). Väčšina opýtaných (72 %) odpovedala správne. Mnohí ako vysvetlenie uvádzali štyri svetelné reflektory v rohoch štadióna, čo vyplýva z ich vlastnej skúsenosti. V poslednej otázke sa neprejavil štatisticky významný rozdiel medzi odpoveďami žiakov ZŠ pred, po výučbe tematického celku optika a žiakov SŠ.

3. Pri sledovaní futbalového zápasu môžeme niekedy sledovať zaujímavé tieňe futbalistov.

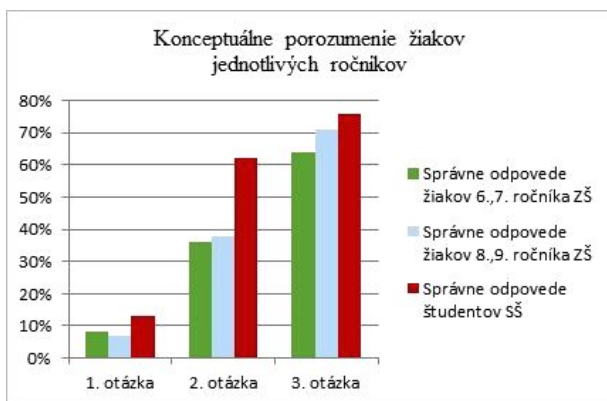
Stručne odôvodnite, ako si vznik takýchto tieňov vysvetľujete.



je tam viac svetiel
a každé svetlo
vytvára 1 tieň

Obr. 6 Úvodná otázka k aktivite „Tieňe – známe, neznáme“

Porovnaním odpovedí respondentov základných a stredných škôl na jednotlivé otázky sme došli k záveru, že nie je relevantný rozdiel medzi ich konceptuálnym porozumením danej témy. Zhruba rovnaký počet žiakov pred výučbou daného tematického celku (žiaci 6., 7. ročníka ZŠ), po jeho výučbe (žiaci 8., 9. ročníka ZŠ) a stredoškolských študentov odpovedali na jednotlivé otázky správne, čo znázorňuje aj nasledujúci graf (obr. 7). Ukazuje sa, že žiaci so svojimi vedomosťami nenapredujú. Získané znalosti vnímajú izolovane od bežného života. Často aj po prebratí daného učiva v nich pretrvávajú miskoncepce, ktorými si mylne vysvetľujú okolité javy.



Obr. 7 Správne odpovede žiakov na jednotlivé otázky vo vstupnom koncept teste

Riadené bádanie s podporou pracovných listov

Úvodná motivácia k danej téme v podobe koncept testu a zhodnotenie správnych odpovedí priamo nadväzuje na aktivity v pracovnom liste. Žiaci postupujú podľa návodu s jasne vymedzenými krokmi. Získavajú pritom zručnosti vedeckej práce počas pozorovania, hodnotenia, merania, zberu a vyhodnotenia údajov (Wenning, 2007). V pracovnom liste majú vymedzený priestor na zaznačovanie svojich predikcií, plánovanie experimentu, argumentáciu a vyslovenie záveru (Berg, 2013). Zhodnotením pracovných listov, ale aj pozorovaním práce žiakov počas samotných aktivít vidíme značné rezervy žiakov v nasledovných zručnostiach vedeckej práce:

- zaznamenávať svoje predikcie, komentáre a poznámky; naformulovať vlastnú myšlienku bez pomoci učiteľa/lektora,

- čítať s porozumením,
- problém s argumentáciou, obhájením si vlastného názoru,
- s plánovaním experimentu,
- problém spolupracovať v tíme, diskutovať, rozdeliť si úlohy v tíme.

Preto sa úlohami v pracovných listoch snažíme precvičovať tieto nedostatky žiakov a rozvíjať vybrané zručnosti vedeckej práce. Konkrétne počas aktivity „Tiene – známe, neznáme“ sme sa zamerali na precvičenie zručnosti predpovedať výsledok a zaznačiť ho, pozorovať a manipulovať s pomôckami v tíme, zaznamenať výsledky, naformulovať vysvetlenie na základe získaných výsledkov, diskutovať v tíme aj v celej skupine, aplikovať experimentálnu techniku na nové skúmanie a opätovná predikcia jeho výsledku. Účastníci diskutovali o princípe zobrazovania rovinným zrkadlom a jeho využití v praxi. Rozprávali sa o tieňoch a podmienkach ich vzniku. Vytvárali dvojité tieň prostredníctvom jedného svetelného zdroja a objektu umiestneného na zrkadle (Čepic, 2006). Kreslili predikciu svetelných lúčov, ktoré takéto tieň vytvárajú. Postupne skúmali princíp tajomstva dvojitého tieňa a zaznamenávali svoje pozorovania. V závere na základe predošlých zistení kreslili a v tímoch vysvetľovali vznik dvojitého tieňa. Získané vedomosti a zručnosti aplikovali pri navrhovaní nových objektov, symetrických i nesymetrických a zakresľovaní ich dvojitých tieňov.

Vzhľadom k zisteným miskoncepciám a chybným prekonceptom prostredníctvom úvodného koncept testu, musíme do pracovného listu zaradiť úlohy zamerané aj na základné poznatky z tematického celku optika. Žiaci majú problém s chápaním princípu šírenia svetla, so zakresľovaním svetelných lúčov, s naznačovaním jednoduchých tieňov a vysvetľovaním ich vzniku. V rámci najbližšieho zaradenia aktivity „Tiene – známe, neznáme“ v BPL sa v úvode pracovného listu zameriame na precvičenie základných pojmov danej témy a plynule prejdeme k skúmaniu princípu dvojitého tieňa vytváraného od jedného svetelného zdroja.

Spätná väzba a sebahodnotenie žiakov

V závere aktivity žiaci kriticky hodnotia úroveň svojich zručností, ktoré boli počas aktivity rozvíjané, formou sebahodnotiaceho hádku (v trojbo-
dovej škále: danú zručnosť zvládnem s výdatnou pomocou, s pomocou, samostatne, tab. 2). Zároveň sa zamýšľajú nad tým, čo sa naučili, čo bolo pre nich najviac zaujímavé, čomu stále nerozumejú, t.j. hodnotia výsledok

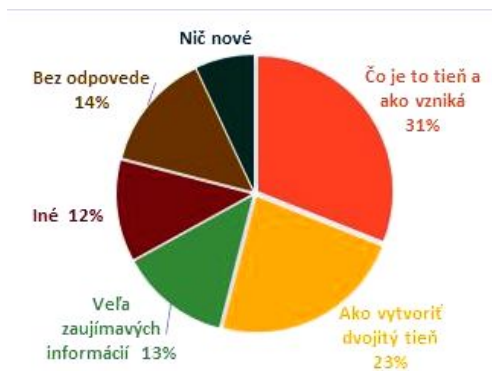
svojej práce prostredníctvom zadanej spätnej väzby. Sebahodnotením sa zameriavame na formatívne hodnotenie práce žiaka (Wenning, 2007).

Pri manuálne orientovaných činnostiach je dosiahnutá uspokojivá miera hodnotenia rozvoja zručností (tab. 2). Smerom k intelektuálne náročnejším činnostiam postupne klesá žiacka istota zvládnuť danú zručnosť samostatne. Zakresliť odraz lúčov dokáže samostatne okolo 60 % žiakov. Avšak opísať vznik dvojitého tieňa len vyše polovica opýtaných. Zaradením nových úloh do pracovného listu zameraných na precvičenie základných pojmov témy optika očakávame percentuálny nárast hodnotenia žiakov zvládnuť danú zručnosť samostatne.

Tabuľka 2 Kritické hodnotenie úrovne svojich zručností žiakmi v závere aktivity

Vybrané zručnosti	S výdatnou pomocou	S pomocou	Samostatne
Po tejto aktivite už viem. . .	%	%	%
Zakresliť odraz lúčov od rovinného zrkadla.	6	32	62
Zakresliť odraz lúčov od rovinného zrkadla na konci ktorého je prekážka.	8	31	61
Zakresliť odraz lúčov od rovinného zrkadla na začiatku ktorého je prekážka.	8	30	62
Zakresliť odraz lúčov od rovinného zrkadla v strede ktorého je umiestnená prekážka.	7	34	59
Opísať vznik dvojitého tieňa.	11	38	51

Na otázku, čo sa pri dnešnej aktivite „Tiene – známe, neznáme“ žiaci naučili (obr. 8), odpovedalo 31 % zúčastnených, že získali informácie o tom, ako vzniká tieň, čo je to tieň, ako pozorovať tieň, aké typy tieňov poznáme. 23 % žiakov sa naučilo vytvárať dvojité tieň (s použitím jedného zdroja svetla). 13 % sa dozvedelo veľa zaujímavých informácií. 12 % opýtaných získalo rôzne vedomosti (o zakresľovaní svetelných lúčov, odraze a lome svetla, o zrkadle a pod.). 14 % žiakov na otázku neodpovedalo a 7 % sa nedozvedelo nič nové, resp. si zopakovali už známe poznatky.



Obr. 8 Žiacke odpovede na otázku, čo sa pri dnešnej aktivite „Tiene – známe, neznáme“ naučili

Záver

Pozitívna spätná väzba od učiteľov a žiakov i návštevnosť Bádateľského prírodovedného laboratória SteelPark v Košiciach nás motivuje pokračovať v príprave a realizácii ďalších aktivít podporujúcich tvorivé a aktívne poznávanie. Veríme, že v tomto neformálnom prostredí podporujeme školské fyzikálne vzdelávanie, rozvíjame vedeckú gramotnosť žiakov a inšpirujeme mladých ľudí k prírodovednému vzdelávaniu.

Literatúra

- [1] Mandíková, D., Trna, J.: Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky. MLOK, Brno, 2011.
- [2] Čepic, M.: Does a virtual image cast a shadow? Physics Education, roč. 41 (2006), č. 4, s. 295–297.
- [3] The SAILS project. <http://sails-project.eu>
- [4] The Establish project. <http://www.establish-fp7.eu>
- [5] Van den Berg, E.: The PCK of Laboratory Teaching: Turning Manipulation of Equipment into Manipulation of Ideas. Scientia in educatione, roč. 4 (2013), č. 2, s. 74–92, <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/viewFile/86/72>
- [6] Wenning, C.: Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. Journal of Physics Teacher Education Online, roč. 4 (2007), č. 2, s. 21–24, Scientific Inquiry Literacy Test (ScInqLiT) http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications/assessing_ScInq.pdf