



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



PaedDr. Jozef Trenčan

**Využitie terénnych experimentov s dataloggermi pri dosahovaní cieľov
fyzikálneho vzdelávania**

Autoreferát dizertačnej práce

na získanie akademického titulu philosophiae doctor

v odbore doktorandského štúdia:

Bratislava 2019

**Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia
na Katedre didaktiky matematiky, fyziky a informatiky , Oddelenie didaktiky fyziky**

Predkladateľ:

Jozef Trenčan

Oddelenie didaktiky fyziky

Katedra didaktiky matematiky, fyziky a informatiky ,

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK v Bratislave

Mlynská dolina

84248 Bratislava

Školiteľ:

doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD.

Oddelenie didaktiky fyziky

Katedra didaktiky matematiky, fyziky a informatiky ,

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK v Bratislave

Mlynská dolina

84248 Bratislava

Študijný odbor: 4.1.13 Teória vyučovania fyziky
(študijný odbor) (názov študijného programu doktorandského štúdia)

Predseda odborovej komisie:

prof. RNDr. Andrej Plecenik, DrSc.

Katedra Experimentálnej fyziky

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK v Bratislave

Mlynská dolina

84248 Bratislava

Abstrakt (SJ)

TRENČAN, Jozef: Využitie terénnych experimentov s dataloggermi pri dosahovaní cieľov fyzikálneho vzdelávania – Univerzita Komenského v Bratislave. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky. Študijný program: učiteľstvo fyziky. Študijný odbor: 4.1.13 Teória vyučovania fyziky. Školiteľ: doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD. Bratislava: FMFI UK, 2019.

Dizertačná práca je zameraná na začlenenie terénnych experimentov s datalogerom do vyučovania fyziky pre stredné školy. Začlenenie terénnych experimentov do vyučovania je prínosom nielen pre žiakov, ale aj pre učiteľa. Žiaci pri ňom upevňujú sociálne vzťahy, má pozitívny vplyv na ich zdravie, hlbšie si osvojujú diskutované učivo, rozvíjajú vedecké zručnosti a uvažovanie iným spôsobom, ako v triede, prepájajú učivo, ktoré si osvojili na vyučovaní v triede s vonkajším prostredím a to je pre nich prínosom do každodenného života. Učitelia vo vonkajšom prostredí musia použiť iný prístup ku žiakom, ako pri vyučovaní v triede, čo vedie k ich profesionálnemu rastu.

Abstract (AJ)

TRENČAN, Jozef: Use of outdoor activities with dataloggers for fulfilling of the objectives of physics education – Comenius University in Bratislava. Faculty of Mathematics, Physics and Informatics. Study programme: Physics teaching. Branch of study: 4.1.13 Theory of teaching physics. Bratislava: FMFI UK, 2019.

The dissertation is focused on the integration of outdoor experiments with datalogger into the teaching of physics for secondary schools. The integration of outdoor experiments into teaching is beneficial not only for pupils but also for teachers. Pupils strengthen their social relationships, have a positive impact on their health, deepen their learning skills, develop scientific skills and thinking differently than in the classroom, linking the curriculum they have learned in classroom with the outside world, and it benefits them into their daily lives. Teachers must use a different approach to pupils in the outside than they use in classroom, which leads them to their professional growth.

Úvod

V práci sa venujeme začleneniu Terénnych experimentov s datalogerom do vyučovania s ohľadom na ciele fyzikálneho vzdelávania. Terénnym experimentom, ich zozbieraním, tvorbe a začleneniu sa venujeme od začiatku doktorandského štúdia. Téma terénnych experimentov vo fyzike bola pre nás sama o sebe zaujímavá. Ukázalo sa, že je však pomerne málo opísaná v rámci teórie vyučovania fyziky. Ako prvý produkt nášho doktorandského štúdia sme vytvorili zbierku terénnych experimentov, ktoré sú uvedené v našej rigoróznej práci (Trenčan, 2016) čím sme vytvorili predpoklad ich existencie, ktorý je potrebný na ich uplatnenie v praxi. V tejto práci sa venujeme ich využitiu vo vyučovacom procese, možnému prínosu terénnych experimentov začlenených do vyučovania ale aj možným úskaliam, ktoré terénne experimenty s datalogerom majú.

V práci hľadáme faktory, ktoré bránia začleneniu terénnych experimentov s datalogermi do vyučovania. Osobitne sa venujeme tým faktorom, ktoré môžu spôsobiť, že by bol terénny experiment s datalogerom zbytočný z pohľadu vzdelávania sa. Pomenovaním týchto faktorov sa snažíme napomôcť tomu, aby sa učiteľ mohol vyhnúť tomu, že by bol uskutočnený terénny experiment iba voľnočasovou aktivitou, ktorú by žiaci nevnímali ako súčasť vyučovania, prípadne by sa pre žiaka stal nezmyselnou chaotickou činnosťou.

V rámci výskumu sme uskutočnili so žiakmi aktivity s datalogermi a tiež terénne experimenty s datalogermi. Hodnotenie prospešnosti týchto aktivít sme overovali pomocou testu. Spolu s aktivitami žiakov sme uskutočnili rozhovor s ich učiteľmi ohľadom vyučovacích podmienok, o použití datalogerov vo vyučovaní a o začlenení terénnych experimentov do vyučovacieho procesu. Tieto aktivity a rozhovory sme následne analyzovali.

Touto prácou poukazujeme na to, že začlenenie terénnych experimentov je pre žiaka a aj učiteľa prospešné a nedá sa plne nahradiť iným spôsobom vyučovania.

Výskumný problém

V rámci nášho výskumu sa venujeme týmto oblastiam:

- **Možnosti začlenenia terénnych experimentov do vyučovania fyziky.**

Už od začiatku sme sa stretali s tým, že terénne experimenty učitelia do vyučovania zaradili len výnimočne, a to najmä z dôvodov nedostatku času a pripravených aktivít. Snažili sme sa nájsť priestor, kde by bolo možné terénne experimenty vhodne uplatniť a navrhnúť také aktivity vo vonkajšom prostredí, ktoré by učitelia mohli využiť aj počas bežnej vyučovacej hodiny.

- **Prínos terénnych experimentov pre vyučovací proces.**

Počas doktorandského štúdia sme sa viackrát stretli s názorom, že aktivita vo vonkajšom prostredí slúži len na vyplnenie voľného času a neprináša ošoh pre vzdelanie žiaka. Toto tvrdenie neplatí, pokiaľ je vonkajšia aktivita dobre pripravená a uskutočnená. V rámci tejto práce sme sa zaoberali tým, ako pomáha terénny experiment rozvoju osobnosti žiaka, jeho vedomostí a spôsobilosti vedeckej práce.

- **Prekážky, ktoré bránia efektívnemu začleneniu terénnych experimentov s datalogerom do vyučovania fyziky.**

Hľadali sme prekážky, aby sme mohli nájsť riešenie, ako ich prekonať. V rámci komunikácie s učiteľmi sa ukazovali ako hlavné prekážky pre začlenenie datalogerov neexistujúce datalogerové vybavenie na niektorých školách a nedostatočná časová dotácia vyučovania fyziky. Pri našich prvých skúsenostiach s datalogerom vo vyučovaní, sme si všimli pomyselnú nultú prekážku, ktorá sa vzťahuje na to, že nestačí mať dobré vybavenie alebo nápad. Aktivitu, ktorú zadáme žiakom je potrebné riadne pripraviť, aby sa z nej nestala len zaujímavá voľnočasová aktivita, ale aby sa pri nej aj niečo naučili. Videli sme, že samotné začlenenie terénneho experimentu s datalogerom do vyučovacieho procesu nemusí poskytnúť žiakovi žiaden prínos, tak sme sa rozhodli hľadať spôsob, ako docieľiť to, aby bol terénny experiment zmysluplnou aktivitou.

- **Odborná podpora (pomoc) pre učiteľov pri zavádzaní terénnych experimentov s datalogerom do vyučovania.** Hľadali sme spôsoby, ako efektívne inštruovať učiteľov k tomu, aby vedeli uskutočniť pre žiaka prínosný terénny experiment s datalogerom. V rámci nášho doktorandského štúdia sme sa venovali tvorbe metodických materiálov a uskutočneniu odborných školení.

Požiadavky na vzdelávací systém vo vedomostnej dobe

V posledných desaťročiach prebehla v mnohých krajinách premena z doby industriálnej na dobu vedomostnú (tvorivú). Samotné štáty si uvedomujú, že je potrebné zmeniť systém vyučovania, ktorý bol nastavený na starú dobu a nevyhovuje dobe, ktorá už nie je industriálna.

Vo vedomostnej ekonómii memorovanie faktov a procedúr už nie je dostatočné k úspechu jednotlivca. Vzdelaní absolventi potrebujú mať hlboké konceptuálne porozumenie komplexných pojmov a schopnosť pracovať s nimi tvorivo pri zrode nových myšlienok, nových teórií, nových produktov a nových poznatkov. Potrebujú byť schopní kriticky vyhodnotiť to, čo prečítajú, aby sa dokázali čisto vyjadrovať aj slovne, aj v písanej podobe, tiež aby boli schopní pochopiť vedecké a matematické myslenie. Potrebujú sa naučiť integrované a použiteľné vedomosti namiesto súboru zaškatul'kovaných faktov bez kontextu osvojených pomocou inštruktivizmu. Potrebujú byť schopní prijať zodpovednosť za ich pokračujúce, celoživotné vzdelávanie. Tieto schopnosti sú dôležité pre ekonomiku, pre úspešné pokračovanie participatívnej demokracie a pre žitie naplňajúceho a zmysluplného života v súčasnej dobe.

Redefinícia pojmu učenia sa

V rámci štandardného modelu vzdelávania učenie sa znamená zapamätať si istý súbor poznatkov alebo sa naučiť vykonať postup na vykonanie konkrétnej činnosti. Kvôli zmene doby na vedomostnú, potrebujeme pozmeniť naše vnímanie toho, čo znamená učiť sa, čo znamená niečo poznať.

K dosiahnutiu hlbšieho porozumenia v mnohých oblastiach dnešnej doby je štandardný model nedostatočný a rovnako tak aj z neho vyplývajúce definície učenia sa a porozumenia veciam.

Pri aktivite vo vonkajšom prostredí dávame žiakom podnety na prepojenie vedomostí nadobudnutých v škole s prostredím v ktorom sa pohybujú. Je to dôležité, lebo *deti lepšie obsiahnu materiál a sú schopné ho využiť v širších kontextoch (vo viacerých situáciách), keď sa učia hlbšie vedomosti (deep knowledge) viac ako povrchové vedomosti (surface knowledge), a keď sa učia ako použiť tieto vedomosti v reálnom svete, v ich sociálnej a praktickej situácii.* (Sawyer, 2008)

Počas nášho doktorandského štúdia, sme si osvojili definíciu učenia sa W. Harlenovej,

„Učenie sa je dávanie zmyslu novej skúsenosti dieťaťa v spolupráci s inými.“ (Harlen, 2006)

Dôsledne používanie tejto definície nám pomáha aj v rámci našej vlastnej vyučovacej činnosti pri vedení žiakov k hlbšiemu pochopeniu práve diskutovaného učiva.

Vyučovacie aktivity vo vonkajšom prostredí dávajú priestor na vytváranie príležitostí pre žiakov na učenie sa hlbšiemu porozumeniu svetu, v ktorom sa pohybujú. K hlbšiemu porozumeniu dochádza vďaka priamemu kontaktu s objektmi a javmi, s ktorými sa vo vonkajšom prostredí môžu stretnúť a aj vďaka spolužiakom a učiteľom, spolu s ktorými tieto objekty a javy spoznávajú.

Princípy, ako dosiahnuť, aby si žiaci lepšie (hlbšie) osvojili vedomosti a zručnosti

V práci poukazujeme na 3 princípy, ako dosiahnuť, aby si žiaci lepšie (hlbšie) osvojili vedomosti a zručnosti (fakty a postupy), ktoré nadobúdajú počas vyučovania v škole. Sú to:

- budovanie vedomostí na základe predchádzajúcich vedomostí,
- reflexia študenta na to, čo sa práve učí (najmä verbálna artikulácia),
- *scaffolding, podpora od učiteľa pre žiakov počas procesu učenia sa.* (Sawyer, 2008)

Pri terénnych experimentoch sa tieto prvky budovania žiackych vedomostí vynárajú na povrch takmer automaticky. Je nám ťažké si predstaviť uskutočnenú aktivitu vo vonkajšom prostredí, kde by niektorý zo spomenutých princípov nebolo potrebné použiť. Výhodou terénneho experimentu je, že pomocou spomenutých princípov upevňujeme a prehľbujeme nadobudnuté vedomosti a zručnosti.

Výučbu vo vonkajšom prostredí vnímame ako laboratórium, kde sa učiteľ týmto princípom budovania žiackych vedomostí musí venovať, čím si ich osvojuje a následne ich môže vyučiť aj v rámci bežného vyučovania v triede.

Budovanie na predchádzajúcich vedomostiach

Žiaci vstupujú do triedy s už čiastočne vyformovanými predstavami až priamo miskoncepciami o tom ako svet funguje – nazvime to „naivná“ fyzika, matematika alebo biológia. Tento predpoklad štandardný model vzdelávania v sebe nemá. Štandardný model je založený na behavioristickom predpoklade, že deti vstupujú do školy s prázdnu hlavou a úlohou školy je naplniť tieto hlavy vedomosťami.

Z pohľadu učiteľa sa to tak môže javiť, avšak keď sa pozrieme na svet pohľadom žiaka, uvidíme ho inak. Pokiaľ stavíme na predchádzajúcich vedomostiach umožňujeme žiakom

lepšie si dané učivo zapamätať a hlbšie ho pochopiť, vďaka tomu, že si ho môžu začleniť do svojho sveta. (Sawyer, 2008)

Reflexia

Najlepšie sa žiaci naučia vedomosť, keď ju artikulujú ešte nevyformovanú a stále rozvíjajú jej porozumenie, a pokračujú aj naďalej v artikulácii počas celého procesu učenia sa. Artikulácia a učenie sa idú ruka v ruke a vzájomne sa podporujú.

V mnohých prípadoch sa žiaci nevedia naučiť niektoré konkrétne vedomosti, pokiaľ ich nezačnú artikulovať. (Sawyer, 2008) (alebo inými slovami: ak rozmýšľajú nahlas, učia sa rýchlejšie a hlbšie ako pri tichom štúdiu)

Jedným z dôvodov, prečo je artikulácia tak prospešná pri učení sa, je to, že robí možným spätnú reflexiu alebo metakogníciu – uvažovanie o procese učenia sa uvažovania nad vedomosťami. V ďalšej časti budeme spomínať aj Bloomovu taxonómiu, kde sa táto činnosť nachádza v znalostnej dimenzii na najťažšej úrovni, čo ilustruje to, že začlenením žiackej reflexie do vyučovacieho procesu usmerňujeme žiakov na dosahovanie hlbších vedomostí.

Jeden z centrálnych problémov, ktoré riešia dnešné výskumy vo vede o učení je ako podporiť študentov vo vzdelávaní-prospešnej reflexii. Efektívnou metódou ako podporiť reflexiu, je metóda scaffoldingu (podporovaného vyučovania). (spracované podľa Sawyer, 2008)

Scaffolding - Podporované riadené skúmanie

Artikulácia poznatkov je efektívnejšia, ak je scaffoldovaná (podporená) - je vyzývaná k tomu, aby určité druhy vedomosti boli artikulované v danej forme tak, aby čo najpravdepodobnejšie viedli k užitočnej reflexii. (Sawyer, 2008)

Scaffolding je pomoc poskytnutá žiakovi, ktorá je nasmerovaná na potreby žiaka v dosahovaní jeho momentálnych cieľov. Povedať niekomu, ako spraviť niečo alebo urobiť to pre neho mu môže pomôcť dosiahnuť jeho okamžitý cieľ, avšak toto nie je dobrý scaffolding, lebo poučená osoba sa pri tom aktívne nezapája do budovania vlastnej vedomosti. V práci dávame do popredia efektívny scaffolding, ktorý poskytuje žiakom povzbudenie, otázky, tipy a nápovedy, ktoré pomáhajú žiakovi vyriešiť problém ním samým.

Potreba začlenenia vyučovania vo vonkajšom prostredí – zdravie žiakov

Na dnešných žiakoch základných a stredných škôl pomerne často sledujeme, že nevyrastajú vo vonkajšom prostredí. Väčšinou sa nachádzajú v nejakej budove alebo dopravnom prostriedku a ich kontakt s okolím je obmedzený. Ak aj idú von, tak idú do školy alebo na krúžky, kde ich rodičia často odvezú autom až ku dverám. Týka sa to najmä žiakov v mestách, kde prichádzajú o kontakt s okolitým svetom, s prírodou a tým aj s realitou. Treba vytvoriť taký priestor a také aktivity, ktoré by žiaci robili vo vonkajšom prostredí. Pobyť vonku je pre nich prínosom nielen po zdravotnej stránke. Má prínos aj pre psychologický, osobnostný, sociálny a profesionálny rozvoj človeka. (Trenčan, 2015)

Podľa výskumov v Anglicku iba 8 % detí vo veku od 5 do 16 rokov navštívilo prírodné prostredie v rámci vyučovania. V mimoškolskom čase sa zredukoval priestor, v ktorom sa tieto deti pohybujú, ktorý objavujú a v ktorom sa môžu hrať až o 90 % za posledných 20 rokov. (National Statistics, 2015). Tisíciky detí (do úvahy boli brané aj deti v predškolskom veku od 3 do 5-tich rokov) v Anglicku neboli na ich lokálnej pláži, lese alebo parku. Tieto trendy súvisia s problémami, ktorým čelí dnešná spoločnosť: nárast detskej obezity, mentálne zdravotné problémy a neschopnosť vybudovať v spoločnosti zmysel pre lokálnu a komunitnú príslušnosť. (Waite et al., 2016) S podobnou situáciou sa autor tejto práce stretáva pomerne často aj na Slovensku, konkrétne v Bratislave (v mestskom prostredí).

Dať deťom príležitosť objavovať, spoznávať a zažiť vonkajší (prírodný) svet je mimoriadne dôležité: *pomáha to vytvoriť zmysel pre príslušnosť zakotvenú na miestnom prostredí, povzbudzuje sa tým ich zdravotný stav, spokojnosť a vzdelávacie výsledky. Ak majú žiaci k dispozícii väčšie miesto prírodného priestoru okolo miesta, kde žijú alebo sa učia, spája sa to s ich väčšou fyzickou aktivitou, lepšou emocionálnou vyrovnanosťou, lepším správaním sa, lepšími kognitívnymi výstupmi a vytvára u detí väčší zmysel prepojenia sa s prírodou.* (Waite et al., 2016) Autori tejto práce vidia veľký potenciál v možnostiach začlenenia vyučovania vo vonkajšom prostredí do bežného vyučovacieho procesu. Spolu so začlenením vyučovacích aktivít možno očakávať prínos nielen pre žiaka, ale aj pre učiteľa.

Dôležitosť vonkajšieho prostredia pre fyzikálne vedy

V rámci fyziky sa nachádzajú odbory, ktoré uskutočňujú merania vo vonkajšom prostredí na základe objektu, ktorý skúmajú. Sú nimi napríklad: meteorológia, seizmológia, astronómia. Tieto odbory sú dôkazom, že fyzika ako taká presahuje možnosti laboratória a triedy, čo nás utvrdzuje v myšlienke, že vyučovanie fyziky by malo pravidelne presahovať hranice budovy školy.

Zhrnutie prínosu vyučovania vo vonkajšom prostredí

Vyučovanie vo vonkajšom prostredí je prínosné aj pre žiaka, aj pre učiteľa: (Waite et al., 2016):

- Prínos pre žiaka zahŕňa väčšie zainteresovanie do učenia sa, radosť z vyučovacej hodiny, je prínosom pre zdravie, spokojnosť v živote, tiež pre rozvoj charakteru a prejavuje sa aj lepšími kognitívnymi výstupmi.
- Prínos pre učiteľa zahŕňa pozitívny dopad na vyučovaciu prax, profesionálny rozvoj, profesionálne skúsenosti, zdravie, spokojnosť v živote a spokojnosť v práci.

Výsledky výskumov poukazujú na to, že z porovnania rozličných vzdelávacích programov sú prínosnejšie tie programy, ktoré začleňujú širokú škálu starostlivo štruktúrovaných vzdelávacích aktivít vo vonkajšom prostredí. (Rickinson, 2004)

Na základe týchto poznatkov si myslíme, že je vhodné sa venovať začleneniu vonkajších aktivít do vyučovacieho procesu. V prvom rade je vhodné začleniť vonkajšie aktivity do vyučovania fyziky z dôvodu, že veda (fyzika) opisuje zákony, podľa ktorých funguje celý okolitý svet, v ktorom sa žiaci pohybujú.

Prínos terénneho experimentu:

Na základe vyššie spomenutých možných prínosov vyučovania vo vonkajšom prostredí, a tiež vyplývajúc z poznatkov z vied o vzdelávaní sme v rigorózne práci zhrnuli prínos terénneho experimentu nasledovne (Trenčan, 2016):

- **Začlenením terénneho experimentu do vyučovania vytvárame autentické vzdelávacie podmienky pre žiakov; poskytujeme žiakom príležitosť stretnúť sa osobne/priamo so skúmanými objektmi a javmi.** (Harlen, 2006)
- Uskutočnením terénneho experimentu poskytujeme príležitosti pre učenie sa v súvislostiach:
 - Terénnym experimentom môžeme prepojiť učivo osvojené v triede s konkrétnym javom alebo objektom, uskutočňujeme teda prepojenie učiva osvojeného v triede s okolitým svetom.
 - Rozvíja prepojenie žiaka s okolitým svetom, ktoré v mestskom prostredí vnímame ako nedostatočné.
 - Pri terénnom experimente umožňujeme žiakom spoznať objekt alebo jav, ktorý skúmame alebo budeme ďalej skúmať vo vyučovacom procese.
- Zdôvodnenie potreby uskutočnenia laboratórneho experimentu na základe rušivých vplyvov na meranie vo vonkajšom prostredí:

Vonkajšie prostredie nám poskytuje omnoho bohatšie podnety na premýšľanie o chybách a nepresnostiach v meraní, než pri meraní v laboratóriu. Dôležitosť uváženia nepresností vychádza najavo v takých prípadoch, keď dve skupiny majú zmerať rovnakú vlastnosť, rovnakého objektu, použitím rovnakej metódy a aj tak dostanú rozličné výsledky. Táto príležitosť nám umožňuje začať diskusiu o základných princípoch metodológie merania vo vede. (Popov, 2008)

- Terénny experiment napomáha podnecovaniu záujmu žiakov o prebiehajúce vyučovanie a zvyšuje motiváciu žiakov osvojiť si dané učivo.
- Terénny experiment poskytuje ľahko zapamätateľný kontext:

Aktivita vo vonkajšom prostredí má kladný vplyv na dlhodobú pamäť v dôsledku zapamätateľných vlastností podmienok terénneho experimentu. Výnimočné prostredie zosilňuje emócie. Tieto emócie robia aktivitu zapamätateľnou. Reálny svet zasa ponúka príbeh, do ktorého možno nové skúsenosti zaradiť, vďaka čomu sa tiež omnoho ľahšie zapamätajú. (Buzan, 1986)

Konkrétnejšie to vo svojej práci popísal tím na Prírodovedeckej fakulte UK:

Pri terénnych experimentoch, a vonkajších aktivitách všeobecne, je pomerne silne aktivizovaná krátkodobá pamäť, alebo krátkodobý záujem, ktoré sa časom stratia. Avšak ukazuje sa, že ak sa žiaci zúčastnili na dobre pripravenej exkurzii, po jednom

roku si veľa žiakov spomenulo na to, čo videli a počuli a znovu sa im vybavil novoosvojený prírodovedecký postoj. (Čipková et al., 2015)

- Účasť žiaka na terénnom experimente napomáha jeho osobnostnému rozvoju:

Efektívna terénna práca a tiež miestna skúsenosť môžu viesť ku individuálnemu rastu a zlepšeniu sociálnych zručností. Tiež je dôležité, že môže dôjsť ku posilneniu prepojenia medzi emocionálnym a racionálnym poznávaním prostredia, ktoré sa vzájomne ovplyvňujú a spolu vytvárajú priestor na kvalitnejšie učenie sa.

- Terénny experiment napomáha rozvíjaniu pozorovacích schopností.
- Terénny experiment napomáha rozvíjaniu sociálneho rozvoja žiakov pomocou tímovej práce žiakov:

Tu vychádzame z predstavy, že žiaci vo vonkajšom prostredí nepracujú samostatne, ale sú rozdelení do skupín (tímov), ktoré skúmajú nejaký objekt alebo jav. Do skupín sú rozdelení z organizačných dôvodov (ľahšie sa zadávajú inštrukcie žiakom) a bezpečnostných príčin (ak sa niekomu zo skupiny niečo stane, stále má so sebou spolužiaka, ktorý môže privolať pomoc).

Predchádzajúce body môžeme zhrnúť v nasledujúcom tvrdení: *Práca v teréne správne realizovaná, adekvátne naplánovaná, dobre odučená a efektívne žiakom vykonaná poskytuje príležitosti na rozvyvinutie ich vedomostí a zručností spôsobmi, ktoré sú prínosom ku ich každodennej skúsenosti v triede.* (Trenčan, 2015) (Trenčan, 2016)

Hlavné faktory ovplyvňujúce začlenenie vonkajších aktivít do vyučovania

Pri príprave aktivity treba zohľadniť tieto hlavné faktory, ktoré ovplyvňujú uskutočnenie vonkajších aktivít vo vyučovaní:

- programové faktory - štruktúra, trvanie a pedagogika vonkajších aktivít;
- účastnícke faktory - charakteristika, záujmy a preferencie žiakov;
- miestne faktory - vzťahujú sa na miesto, kde sa uskutočňuje vonkajšia aktivita. (Rickinson, 2004)

Bariéry voči uskutočneniu vonkajších aktivít

Už pri počiatočnom uvažovaní o možnostiach využitia terénnych experimentov sme si vedomí bariér, ktoré ich uskutočneniu bránia. Tieto bariéry sú zároveň bariérami voči uskutočneniu terénnych experimentov:

- strach a obavy o bezpečnosť;
- nedôvera učiteľov vo výučbu vo vonkajšom prostredí;
- školské a univerzitné kurikulá svojimi požiadavkami limitujú príležitosti na uskutočnenie vonkajšieho vyučovania;
- nedostatok času, finančných zdrojov a metodickéj podpory. (Rickinson, 2004)

S vyššie uvedenými bariérami sme sa mali možnosť stretnúť či v rámci výskumu v rozhovoroch s učiteľmi, alebo v rámci našej vlastnej pedagogickej praxe.

Zhrnutie prínosu terénnych experimentov

Terénne experimenty považujeme ako celok za podmnožinu bádateľských aktivít. Výhodou terénnych aktivít oproti iným formám výučby je podnetný, žiakom ľahko zapamätateľný kontext a možnosť aktívneho prepojenia učiva osvojeného v triede s reálnym svetom. Osobná skúsenosť kontaktu so skúmaným objektom alebo javom je nenahraditeľná ľubovoľným počtom kníh, pútavých ilustrácií alebo videí. Síce je možné nahradiť terénne experimenty vo vyučovaní fyziky inými formami vyučovania, avšak nimi nevytvoríme priamy (osobný) kontakt žiaka so skúmaným objektom alebo javom.

Začlenením bádateľských aktivít do vyučovania naplníme ciele a potreby vzdelávania v 21. storočí. Terénne experimenty sú bádateľskými aktivitami so špecifickým prínosom pre rozvoj žiaka v tom, že mu osobným stretnutím sa so skúmaným objektom alebo javom vo vonkajšom prostredí umožnia tento objekt alebo jav spoznať ako taký a hlbšie ho pochopiť. To inými metódami nevieme dosiahnuť, nedá sa nimi plne nahradiť osobný kontakt s daným objektom alebo javom vo vonkajšom prostredí.

Kľúčové zistenia z uskutočnených terénnych experimentov s datalogerom

Tu uvádzame naše zistenia z uskutočnených terénnych experimentov so žiakmi:

- Žiaci vykonávali terénny experiment s väčším záujmom a nasadením, ako keď sa zúčastňujú bežnej vyučovacej hodiny.
- Žiaci si vo vonkajšom prostredí poznámky nerobili samostatne. Bolo ich treba k tomu cielene viesť. Nám sa v praxi osvedčili tieto pomôcky:
 - dopredu stanovené kritériá hodnotenia žiackych výstupov,
 - pracovné listy,
 - možnosť zaznamenať vytvorené grafy v datalogeri do mobilu pomocou fotoaparátu,
 - a vzájomná výmena údajov medzi študentami.
- Uskutočnenie terénneho experimentu je organizačne náročnejšie ako klasická vyučovacia hodina, a je organizačne náročnejšie aj ako experiment v laboratóriu. Avšak aj tak je ho možné uskutočniť v rámci bežného vyučovania. Je však potrebné naň pripraviť nielen učiteľa a učebné pomôcky, ale aj žiakov: a to po vedomostnej stránke, aby sa vedeli odborne vyjadriť k skúmanému objektu a aj po technickej stránke, aby mohli viac rozmýšľať nad skúmaným objektom, ako nad tým, ako sa používa dané meracie zariadenie.

Mohli sme sledovať len okamžitú odozvu žiakov na terénny experiment. Dlhodobý vplyv začlenenia terénnych experimentov do vyučovania sme zatiaľ nemali možnosť sledovať.

Kľúčové zistenia z rozhovorov s učiteľmi:

Okrem aktivít so žiakmi sme uskutočnili aj rozhovori z učiteľmi. Z týchto rozhovorov uvádzame naše kľúčové zistenia, ktoré sú v súlade s vyššie spomenutými bodmi.

- Značná časť učiteľov, ktorí majú datalogery k dispozícii, ich nepoužívajú na vyučovaní z týchto dôvodov:
 - Učiteľ cíti neistotu pri používaní datalogeru na vyučovacej hodine z dôvodu nedostatku skúseností práce s datalogerom,
 - Učiteľ nemá dostatok metodickéj podpory: má k dispozícii málo pripravených aktivít, metodických materiálov, čo spôsobuje, že učitelia nevedia, akými rozličnými spôsobmi by mohli použiť dataloger vo vyučovaní.
 - Nedostatok času na prípravu hodiny s datalogerom počas prestávky.
 - Pre učiteľov je jednoduché pracovať s dnešnými datalogermi, ale je pre nich ťažké odhodlať sa k prvej vyučovacej hodine s novou pomôckou.
- Školy nemajú vlastné prostriedky na vybavenie laboratórií, a teda ani na kúpu datalogerov. K datalogerom sa jednotlivé školy dostali pomocou grantov.
- Nedostatok času na terénne experimenty. Učitelia sú zviazaní vzdelávacími programami. Niektorí si dávajú za cieľ naučiť všetko učivo v prichystanom pláne. Terénne experimenty vo vzdelávacom pláne nemajú a nevedia ich tam dať, z dôvodu slabej časovej dotácie fyziky na strednej škole.
- Učitelia, s ktorými sme sa stretli, terénne experimenty poznajú, nejaké aj so žiakmi uskutočnili. Avšak terénne experimenty do vyučovania fyziky na strednej škole začleňujú len sporadicky, takmer vôbec. Nemajú na to čas, materiálne prostriedky a ani dostatok metodickéj podpory, majú pomerne málo námetov na terénny experiment vo vyučovaní fyziky. Terénne experimenty vnímali ako doplnok na sprostrenie vyučovania, nie ako rovnocennú vyučovaciu metódu, ktorou môžu špecifickým spôsobom napomôcť rozvoju žiakov.
- Ako často sa opakujúci problém sa v rozhovoroch opakovalo, že učiteľ nemá dostatok času na prípravu inovatívnej metódy.
- Učitelia spochybnili možnosť začlenenia terénnych experimentov z fyziky do lyžiarskych kurzov, z dôvodu, že učitelia fyziky sa týchto kurzov nezúčastňujú.
- Učiteľom chýba podpora, a to nielen metodická a materiálna, ale aj od žiakov a rodičov, pre ktorých sú inovatívne metódy vyučovania nezmyselnou stratou času, lebo nikde nevidia jasne stanovený text, ktorý sa majú žiaci naučiť na písomku.

Záver výskumu

Vidíme, že terénne experimenty ponúkajú pridanú hodnotu do vyučovania spočívajúcu v prepojení učiva, ktoré si žiaci osvojujú v triede s vonkajším prostredím (okolitým svetom). Terénne experimenty ako také, sú síce v didaktike fyziky známe, avšak ich špecifický prínos

nebol viac rozvinutý. V tejto práci sme uviedli špecifický prínos začlenenia terénnych experimentov do vyučovania fyziky, spolu s možnými obmedzeniami, či prekážkami, poukázali sme na možné riešenia vychádzajúc z dostupnej odbornej literatúry a z vlastnej skúsenosti získanej počas výskumu.

Uskutočnením aktivít vo vonkajšom prostredí dávame žiakom príležitosť na rozvoj zručností a na rozvoj osobnosti spôsobom, ktorý nevieme uskutočniť v triede.

Ukázalo sa, že terénne experimenty s datalogerom je možné použiť v rámci bežnej vyučovacej hodiny a aj v rámci školských aktivít vo vonkajšom prostredí, ako sú napríklad školský výlet, škola v prírode alebo lyžiarsky kurz. Vo vonkajšom prostredí je možné skúmať všetky tématické oblasti fyzikálneho vzdelávania: od kinematiky až po jadrovú fyziku. Vytvárame tým žiakom priestor na prepojenie učiva osvojeného v triede s okolitým, vonkajším svetom.

Ako hlavné faktory, ktoré bránia začleneniu terénnych experimentov do vyučovania sa ukazuje nedostatočná časová dotácia fyziky a neexistujúca metodická podpora pre učiteľov. Hlavné faktory, ktoré bránia začleneniu aktivít s datalogermi a tým aj terénnych experimentov s datalogermi sú nedostatočné technické vybavenie škôl a nízka zručnosť učiteľov pri práci s datalogermi, ktorú by mohla odstrániť technická podpora učiteľov pri používaní datalogerov.

To, že by bol terénny experiment zbytočný z pohľadu vzdelávania, môžu spôsobiť tieto faktory: nedostatočná príprava samotnej aktivity a uskutočnenie danej aktivity. Pri uskutočnení terénneho experimentu sa môže stať, že žiaci prejdú danou aktivitou bez toho, aby sa zapojili do procesu bádania a učenia sa, lebo by danú aktivitu vnímali len ako výlet, ktorý sa nespája s učením sa v škole.

Žiaci vo vonkajšom prostredí rozvíjajú spôsobilosti vedeckej práce, a to najmä tie, ktoré súvisia s pozorovaním a meraním. Žiaci sú aktivitou vo vonkajšom prostredí vedení k tomu, aby tak, ako čítajú s porozumením, videli svet okolo seba s porozumením.

Práca vo vonkajšom prostredí je pre žiakov prínosom v zdravotnej, sociálnej, osobnostnej aj kognitívnej oblasti a bádateľská činnosť pripravuje žiakov na život a prácu ľudí v 21. storočí, najmä tým, že u nich rozvíja spôsobilosti vedeckej práce.

Terénny experiment a práca so žiakmi vo vonkajšom prostredí má významný prínos aj pre učiteľa. Konkrétne na jeho profesionálny rozvoj, vyučovaciu prax, profesionálne skúsenosti, zdravie a spokojnosť v práci.

Vonkajšie prostredie je z pohľadu učiteľa, ktorý učí najmä tradičnou formou, priestorom, kde sa môže naučiť novým vyučovacím metódam a tie potom môže využívať pri ďalšom vyučovaní v triede.

Začlenenie terénnych experimentov s datalogermi je možné a prospešné. Najmä kvôli technickým záležitostiam a mnohým netradičným situáciám, ktoré môžu nastať, si vyžaduje aktívnu odbornú, metodologickú a osobnú podporu učiteľov.

Vo všeobecnosti je potrebné sprevádzať učiteľov pri zavádzaní inovatívnych metód do vyučovania týmito spôsobmi:

- pripravenými aktivitami,
- metodickými materiálmi ku pripraveným aktivitám,
- ponúknuť učiteľom účasť na vzorových hodinách, na ktorých je použitá inovatívna metóda vyučovania,
- podporou priamo na mieste vyučovania, napríklad vlastnou prítomnosťou skúseného odborníka.

S takouto podporou budú mať učitelia možnosť úspešne začleniť nielen terénne experimenty do vyučovania, ale aj ostatné inovatívne vyučovacie metódy.

Zoznam publikovaných prác

P. Demkanin, L. Bartošovič, J. Trenčan. (2016) .Ako uskladniť elektrickú energiu - experimentujeme s kondenzátormi a COACH-om Fyzikálne listy. Roč. 21, č. 1 (2016), s. 4-9 ISSN 1337-7795.

P. Demkanin, L. Bartošovič, J. Trenčan. (2016). Ako uskladniť elektrickú energiu - experimentujeme s kondenzátormi a COACH-om : pokračovanie. Fyzikálne listy. Roč. 21, č. 2 (2016), s. 8-11. ISSN 1337-7795.

P. Demkanin, J. Trenčan. (2016). Terrain experiments with datalogger in physics teaching in higher secondary education. in Key Competences in Physics Teaching and Learning [1. vyd.]. Wroclaw : University of Wroclaw, 2016. - ISBN 978-83-913497-1-7. - S. 242-249.

J. Trenčan, Peter Demkanin 2016 Terénne experimenty s datalogerom MoLab II (Postrehy z praxe). Tvorivý učiteľ fyziky 8. : [1. vyd.] Bratislava : Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2016. ISBN 978-80-971450-8-8. S. 228-231.

J. Trenčan. (2016). Zbierka Terénnych experimentov s datalogerom, dizertačná práca.

J. Trenčan (2016) Zbierka Terénnych experimentov s datalogerom in Inovácie a trendy v prírodovednom vzdelávaní. Zborník abstraktov. Bratislava : Univerzita Komenského, 2016. ISBN 978-80-8082-954-4. S. 79.

J. Trenčan. (2015). Terénne experimenty s využitím datalogeru CMA MoLab. Tvorivý učiteľ fyziky 7. : 1. vyd. Bratislava : Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2015. ISBN 978-80-971450-3-3. S. 224-231.

J. Trenčan. (2015). "Horúci ľad". in Fyzikálne listy. Roč. 20, č. 1 (2015), s. 4-7 ISSN 1337-7795.

B. Gergeľová, M. Urbašíková, J. Trenčan. (2014). Empirický prístup k zavedeniu pojmu hydrostatická vztlaková sila. in Obzory matematiky, fyziky a informatiky. Roč. 43, č. 1 (2014), s. 39-48. ISSN (print) 1335-4981.

Bibliografia

- Allum, J., Talbot, Ch., (2014). *Physics (for IB diploma)*, London. ISBN 978-147-1829048
- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York.
- ASE. (2001). *Be safe*. Hatfield: Association for science education.
- Barret, J., & Greenaway, R. (1995). *Why Adventure? The Role and Value of Outdoor Adventure in Young People's Personal and Social Development*. Foundation for Outdoor Adventure (UK).
- Bell, D. (1973). *The Coming of the Post-industrial Society: A Venture in Social Forecasting*, Basic Books, New York.
- Bell, R., Maeng, J.L., Peters, E.E. (2010). *Scientific Inquiry and the Nature of Science Task Force Report: Virginia Mathematics and Science Coalition, May 11, 2010*, dostupné na www.vamsc.org
- Bell, R., L., Smetana, L., Binns. (2005). *I. Simplifying Inquiry Instruction, The Science Teacher*, október 2005, 30-33
- Bereiter, C. (2002). *Education and Mind in the Knowledge Age*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bojnanský, M. (2006). *BOZP v praxi*. Cit. 13. 2 2015. Dostupné na Internete: goo.gl/IAqxBh (<http://bozp.anh.sk/index.php?what=2&root=180>)
- Branická, E., (2016). *Žiacky plánovací experiment vo vyučovaní fyziky v prostredí počítačom podporovaného prírodovedného laboratória [Dizertačná práca]*. FMFI UK, Bratislava.
- Buzan, T. (1986). *Use Your Memory*. London. BBC.
- CMA, (2016), *Interfaces*, dostupné na (15.9.2016): goo.gl/AgWTZz (<http://webshop-english.cma-science.nl/categories/interfaces/>)
- Čipková, E., Karolčík, Š., Žarnovičan, H., Droppová K. (2015). *Vonkajšie prostredie ako priestor pre vzdelávanie a učenie sa*. Bratislava: Univerzita komenského.
- Demkanin, P. (2017). *Didaktika fyziky pre študentov magisterského štúdia a pre učiteľov v praxi – draft, zatiaľ nevydané*
- Demkanin, P., Kolková, M., (2015). *Príručka pre učiteľa Fyzika. Gymnázium Alberta Einsteina*, Bratislava
- Demkanin, P., Koubek, V., Holá, K., (2006). *Počítačom podporované prírodovedné laboratórium*. Bratislava: Knižničné a edičné centrum FMFI UK.
- Demkanin, P., Horváthová, M., (2012). *Fyzika pre 3. ročník gymnázia a 7. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava.
- Demkanin, P., Horváth, P., Chalupková, S., Šuhajová, Z., (2010). *Fyzika pre 2. ročník gymnázia a 6. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava.

Dyson, F. W.; Eddington, A. S.; Davidson C. (1920). "A determination of the deflection of light by the Sun's gravitational field, from observations made at the total eclipse of 29 May 1919". *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 220A: 291–333 .

Dostupné na: goo.gl/iIS5re

(<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/roypta/220/571-581/291.full.pdf>)

Drucker, P.F. (1993). *Post-capitalist Society*. HarperBusiness, New York

Figurová, M. (2015). *Vzdelávacie ciele vo fyzike (dizertačná práca)*. Bratislava.

Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. (2013) *Fyzika 1*, VUT Brno, ISBN 978-80-214-4123-1

Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. (2013) *Fyzika 2*, VUT Brno, ISBN 978-80-214-4123-1

Harlen, W. (2006). *Teaching, learning and assessing science 5-12*. SAGE Publication Ltd., London

Hanč, J., Tóth, J. (2008). „Pojmy súvisiace s pojmom sila – Force concept inventory (FCI)“. dostupné na: goo.gl/nqvhH3

(http://physedu.science.upjs.sk/metody/files/hanc_dynamika.pdf.)

Held, L. a kol. (2011). *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania (IBSE v slovenskom kontexte)*. SAV Bratislava : VEDA, 2011, ISBN 978-80-8082-486-0

Held, L. (2016). *Redefinícia relevantných didaktických pojmov*. In: Held, L. a kol.. *Východiská prípravy prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020 II*. Trnava. ISBN 978-80-8082-994-0

Hodosyová, M. (2016). *Spôsobilosti vedeckej práce a ich formatívne hodnotenie*. Bratislava.

Horváth, P. (2004). *Aká je perióda kmitov 4,5 metrového kyvadla so závažím s hmotnosťou 2 kg?* Dostupné na(24.4.2019):

http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~horvath/Aka_je_perioda_kyvadla.htm .

Horváth, P. (2004). *Guliverove cesty*. Dostupné na (24.4.2019):

<http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~horvath/Guliver.htm> .

Horváth, P., (2012). *Aktivizovanie učiteľov fyziky pre aktívne žiacke poznávanie – magnetické pole Zeme*. in *Tvorivý učiteľ fyziky V*, Smolenice, s. 116 – 123.

International Baccalaureate Organization (UK) Ltd. (2014). *Diploma programme physics guide*. Cardif, Wales, United Kingdom

International Baccalaureate. (2013). *Multiple Choice Analysis Report. PHYSICS HL PAPER 1 (MCQ) NOVEMBER 2013 in Question order*.

International Baccalaureate. (2015). *Multiple Choice Analysis Report. PHYSICS HL PAPER 1 (MCQ) NOVEMBER 2015 in Question order*.

IB Diploma Programme. (2014). *May 2014 subject reports. Physics Time zone 1*.

IB Diploma Programme. (2015). *May 2015 subject reports. Physics Time zone 1*.

- IB Diploma Programme. (2013). Question Paper. Physics. Higher level. Paper 1. Wednesday 6 November 2013 (morning).*
- IB Diploma Programme. (2014). Question Paper. Physics. Higher level. Paper 1. Wednesday 7 May 2014 (morning). Time Zone 1.*
- IB Diploma Programme. (2014). Question Paper. Physics. Higher level. Paper 1. Wednesday 7 May 2014 (morning). Time Zone 2.*
- IB Diploma Programme. (2015). Question Paper. Physics. Higher level. Paper 1. Monday 9 November 2015 (morning).*
- IB Diploma Programme. (2015). Question Paper. Physics. Higher level. Paper 1. Friday 8 May 2015 (morning).*
- Jazykovedný ústav L. Štúra SAV. (2006). Slovník súčasného slovenského jazyka. Dostupné na: <http://slovniky.juls.savba.sk/>*
- Kalaš, I., (2009). Pedagogický výskum v informatike a informatizácia: (2. časť). In: Zborník konferencie DidInfo 2009. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela, 2009, s. 15-24. ISBN 978-80-8083-720-4.*
- Kireš, M., Ješková, Z., Ganajová, M., Kimáková, K. (2016). Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní. ŠPÚ. Bratislava*
- Krišková, K., Kireš, M. (2015). Rozvíjame zručnosť žiakov ZŠ pracovať s tabuľkami. In: Tvorivý učiteľ fyziky, Smolenice. Dostupné na: goo.gl/aVZle0 (ufv.science.upjs.sk/_projekty/smolenice/pdf_15/20_kriskova_kires.pdf)*
- Kirschner, P., A., Sweller, J., Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching, Educational Psychologist, 41(2), 75–86*
- Klentchy, M., Thompson, L. (2008) Scaffolding Science Inquiry Through Lesson Design,*
- Koubek, V., Lapitková, V., & Demkanin, P. (2012). Fyzika pre 1. ročník gymnázia. Bratislava.*
- Lapitková, V. et al., 2010. Fyzika pre 6. ročník ZŠ. 1. vyd. Bratislava. (2010). ISBN 978-80-8091-173-7.*
- Lapitková, V. et al., 2011. Fyzika pre 7. ročník ZŠ. 1. vyd. Bratislava. (2011). ISBN 978-80-8091-173-7.*
- Lapitková, V. et al., 2012. Fyzika pre 8. ročník ZŠ. 1. vyd. Bratislava. (2012). ISBN 978-80-8115-045-6*
- Minner, D., D., Levy, J., L., Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction – What is it and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002, Journal of Research in Science Teaching, 47 (4), 474-496*

- Mioduszevska, E., Dorenbos, V., (2003) *ULAB Datalogger User Manual*, dostupné na (15.9.2016): [goo.gl/8ZyIgi](http://www.univie.ac.at/anfpra/neu1/ls/Ls3/ulab_user_manual.pdf) (http://www.univie.ac.at/anfpra/neu1/ls/Ls3/ulab_user_manual.pdf)
- Morris, N. (2003). *Health, Well-Being and Open Space (UK)*. OPENspace Research Centre.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*, Washington, DC, National Academies Press, dostupné na www.nap.edu
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards, A Guide for Teaching and Learning*, National Academy Press, ISBN 0-309-06476-7 dostupné na www.nap.edu
- National Statistics. (2015). *Monitor of Engagement with the Natural Environment: 2014 to 2015*, dostupné na: [goo.gl/kqkkbf](https://www.gov.uk/government/statistics/monitor-of-engagement-with-the-natural-environment-2014-to-2015) (<https://www.gov.uk/government/statistics/monitor-of-engagement-with-the-natural-environment-2014-to-2015>)
- Neill, J. (2006). *Summary of the Effects of Outdoor Education Programs or "Does Outdoor Education Work?"*. Cit. 2. 2 2015. Dostupné na Internetu: [goo.gl/Z7TiOT](http://www.wilderdom.com/research/researchintroduction.html) (<http://www.wilderdom.com/research/researchintroduction.html>)
- Nicol, R. (2007). *Outdoor education in Scotland: A summary of recent research*. Scottish National Heritage. University of Edinburgh. Edinburgh.
- OFSTED. (2008). *Learning outside the classroom: How far should you go?* OFSTED (UK).
- Ostdiek, V. J., Bord, D. J. (1987). *Inquiry Into Physics*. ISBN0-314-93402-2
- Padilla, M. J. (1990). *The Science Process Skills*. University of Georgia, Athens, GA, dostupné na: [goo.gl/LPaegw](https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm) (<https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>)
- Peacock, A. (2006). *Changing Minds: The Lasting Impact of School Trips*. Honorary Research Fellow, The Innovation Centre, University of Exeter (UK).
- Petty, G. (2004). *Teaching Today - A Practical Guide*. Nelson Thornes, Ltd., Cheltenham (UK).
- Petty, G. (2009). *Evidence-Based Teaching A Practical Approach*.
- Piaget, J. (1999). *Psychologie inteligence*. Praha.
- Plymouth University. (2016). *Transforming Outdoor Learning in Schools: An introduction to the value and impact of well-planned regular outdoor learning*. Dostupné na: [goo.gl/5e0ErV](https://www.plymouth.ac.uk/research/oelres-net/transforming) (<https://www.plymouth.ac.uk/research/oelres-net/transforming>)
- Popov, O. (2008). *Developing Outdoor Physics Project Using Activity Theory Framework*. GYREP 2008.
- Popov, O. (2015) *Developing outdoor physics project using the activity theory framework*. Dostupné na: [goo.gl/Dj8rs1](https://www.researchgate.net/publication/228917038_Developing_outdoor_physics_project_using_the_activity_theory_framework) (https://www.researchgate.net/publication/228917038_Developing_outdoor_physics_project_using_the_activity_theory_framework)

- Reich, R.B. (1991). *The Work of Nations: Capitalism in the 21st Century*. A.A. Knopf. New York.
- Rennie, L. J. (2007). *Learning science outside of school*. In S.K. Abell and N.G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, New Jersey: Erlbaum. 1329 p.
- Rickinson, M. (2004). *A Review of Research on Outdoor Learning*. National Foundation for Educational Research and King's College London. London.
- Sawyer, K. (2008). *Optimising Learning: Implications of Learning Sciences Research*
- Strauss, A., Corbinová, J. (1999). *Základy kvalitativního výzkumu*. Brno.
- Šmejkal, P., Skoršepa, M., Starilová E. (2016). *Postoje a názory žiakov pri práci so školskými meracími systémami a bádatelsky orientovanými úlohami, konferencia SCIENEDU 2016, Bratislava*.
- Štátny vzdelávací program pre gymnáziá ISCED 3A, dostupné na: www.statpedu.sk
- Štátny vzdelávací program pre 2.stupeň základných škôl ISCED 2, dostupné na: www.statpedu.sk
- Trenčan, J. (2015). *Terénne aktivity s datalogerom MoLab*. Bratislava.
- Trenčan, J. (2016). *Súbor terénnych aktivít s datalogerom pre gymnáziá a stredné školy*. Bratislava.
- Valent, M. (2007). *Taxonómia vzdelávacích cieľov v novom šate*. in: *Pedagogické rozhľady* 5/2007, dostupné na: <https://goo.gl/OLzssC> (<http://www.rozhlady.pedagog.sk/cisla/pr5-2007.pdf>)
- Velanová, M. (2015). *Zavádzanie fyzikálnych pojmov v gymnaziálnom vzdelávaní*, Bratislava
- Velikanič, J. et al. (1978). *Pedagogika pre pedagogické fakulty vysokých škôl*. SPN, Bratislava.
- Waite, S., Passy, R., Gilchrist, M., Hunt, A., Blackwell, I. (2016). *Natural Connections Demonstration Project, 2012-2016: Final Report*. Natural England Commissioned Reports, Number 215.
- Zelina, M. (1998). *Interview v edukačnom výskume*. In: ŠVEC, Š. et al. *Metodológia vied o výchove*. ISBN. 80-88778-73-5.