

# Úroveň bádateľských zručností žiakov 6. ročníka základných škôl

## Level of inquiry skills among 6th grade primary school pupils

Elena Čipková<sup>1</sup>, Michael Fuchs<sup>1</sup>, Dominik Šmida<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Katedra didaktiky prírodných vied, psychológie a pedagogiky, Prírodovedecká fakulta Univerzita Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, 84215 Bratislava, Slovensko; smida8@uniba.sk

Primárnym cieľom prírodovedného vzdelávania je rozvíjať prírodovednú gramotnosť žiaka tak, aby disponoval širokým spektrom vedomostí, postojov, kompetencií a zručností, ktoré mu umožňujú využívať a uplatňovať poznatky a postupy spojené s vedeckým skúmaním v každodennom živote pri riešení rôznych situácií. Významnou zložkou prírodovednej gramotnosti sú bádateľské zručnosti, prostredníctvom ktorých sa pri riešení problémov môžu uplatňovať metódy a postupy kopírujúce povahu práce vedcov. Žiakom zároveň umožňujú získavať nové poznatky a porozumieť prírodným konceptom, na základe ktorých môžu hlbšie preniknúť do spôsobu fungovania okoliťého sveta. V predloženej príspevku predstavujeme výsledky realizovaného výskumu zameraného na hodnotenie úrovne bádateľských zručností žiakov šiesteho ročníka nižšieho sekundárneho vzdelávania (ISCED 2). Získané údaje naznačujú, že žiaci participujúci na výskume disponujú pomerne nízkou úrovňou bádateľských zručností, čo môže výrazne ovplyvniť ich schopnosť vyhľadávať a objavovať nové poznatky z oblasti prírodných vied a v konečnom dôsledku mať negatívny dopad na ich celkovú úroveň prírodovednej gramotnosti.

**Klíčovú slova:**  
bádateľské zručnosti,  
nižšie sekundárne  
vzdelávanie,  
prírodovedná  
gramotnosť.

Zasláno 10/2022  
Revidováno 3/2023  
Přijato 6/2023

The primary aim of science education is to develop the pupils' scientific literacy that they have a wide range of knowledge, attitudes, competencies, and skills that enable them to use and apply knowledge and procedures associated with scientific inquiry when solving various situations in daily life. An important component of scientific literacy is inquiry skills, through which methods and procedures copying the work of scientists can be applied in solving problems. At the same time, they allow pupils to gain new knowledge and understand natural concepts, based on which they can input more deeply into the way the world works. In the submitted contribution, we present the results of the conducted research aimed at evaluating the level of inquiry skills among sixth-grade pupils of lower secondary education (ISCED 2). The obtained data indicate that the pupils who participated in the research have a relatively low level of inquiry skills, which can significantly affect their ability to search and discover new knowledge in the field of natural sciences and ultimately have a negative impact on their overall level of scientific literacy.

**Key words:**  
inquiry skills, lower  
secondary education,  
scientific literacy.

Received 10/2022  
Revised 3/2023  
Accepted 6/2023

## 1 Úvod

Vo všeobecnosti sa za základný cieľ prírodovedného vzdelávania považuje rozvoj prírodovednej gramotnosti (DeBoer, 2000; Liu, 2013). V kontexte prírodovedného vzdelávania môžeme prírodovednú gramotnosť vymedziť ako rozvíjanie kompetencií spojených s využívaním vedeckých poznatkov a zručností založených na získavaní dôkazov, ktoré majú význam pre každodenný život pri riešení osobne náročných, ale z hľadiska vedy zmysluplných problémov (Holbrook & Rannikmae, 2009). Prírodovedná gramotnosť tak predstavuje požiadavku, že určité zvládnutie vedy je základným predpokladom nie len pre vzdelávanie, ale aj pre každodenný život v spoločnosti. Harlen (2001) vymedzila tri zložky, ktoré sa podieľajú na utváraní prírodovednej gramotnosti. Ide o prírodovedné predstavy, prejavy vedeckého postoja k realite a spôsobilosti vedeckej práce. Najobsiahlejšiu zložku prírodovednej gramotnosti predstavujú práve spôsobilosti vedeckej práce, ktoré sú niektorými autormi (napr. Balogová & Ješková, 2016; O'Connor & Rosicka, 2020; Song, 2016) stotožňované s bádateľskými zručnosťami. Rozvoj tohto súboru zručností predstavuje kľúčový prvok aj pre formovanie zvyšných dvoch zložiek prírodovednej gramotnosti (Lou et al., 2015; Rezba et al., 2003). Podľa Wenninga (2007) práve osvojenie si procesov vedeckého bádania umožňuje naplniť cieľ prírodovedného vzdelávania, ktorým je rozvoj prírodovednej gramotnosti. Publikované štúdie (napr. Bellová et al., 2018; Kotuláková, 2020; Miškovičová et al., 2009; Mukti et al., 2019) dlhodobo poukazujú na pomerne nízkú úroveň prírodovednej gramotnosti žiakov, ako na Slovensku, tak aj v iných krajinách. Na klesajúci trend v úrovni prírodovednej gramotnosti slovenských žiakov poukazujú aj výsledky meraní PISA (Miklovičová & Valovič, 2019) a TIMSS (TIMSS, 2019), v ktorých žiaci, na rozdiel od žiakov v ČR, dosiahli výsledky pod priemerom krajín OECD (Mullis et al., 2020; Schleicher, 2019). Podľa Firmana (2007) nízka úroveň prírodovednej gramotnosti priamo súvisí s charakterom

vzdelávania, ktoré v nedostatočnej miere kladie do popredia aktivity, ktoré by viedli k zvýšeniu úrovne bádateľských zručností. Úroveň bádateľských zručností totiž výraznou mierou determinuje schopnosť žiakov osvojiť si obsah prírodovedného vzdelávania vychádzajúceho z vedeckého poznania (Harlen, 2014). Inovovaný Štátny vzdelávací program na Slovensku (ŠPÚ, 2015) pritom presadzuje, aby žiaci v rámci vyučovania prírodných vied dostali príležitosť bádať, objavovať, rozvíjať si bádateľské zručnosti a formovať si celkové poznanie v oblasti prírodných vied. S ohľadom na túto skutočnosť je potrebné vo výchovno-vzdelávacom procese dôsledne venovať pozornosť skúmaniu a hodnoteniu úrovne bádateľských zručností žiakov a hľadaniu vhodných stratégií na ich cielený rozvoj.

## 2 Bádateľské zručnosti

Prírodovedné vzdelávanie kladie dôraz nie len na nadobúdanie a porozumenie prírodovedným konceptom (DeBoer, 2000), ale aj na osvojenie si spôsobov vedeckej práce, prostredníctvom ktorých môžu žiaci získať nové vedomosti a porozumieť skutočnej povahe vedy (Wang et al., 2015). Do popredia sa tak dostalo vzdelávanie založené na bádaní. V odbornej literatúre sa stretávame s rôznymi vymedzeniami pojmu bádanie. Minárechová (2014) a Colburn (2000) definujú bádanie ako otvorené praktické aktivity smerované na žiaka, prostredníctvom ktorých môžeme podľa Llewellyna (2013) rozvíjať kritické myslenie žiakov, ich vedomosti, zručnosti, postoje a návyky, ktoré je možné aplikovať nie len v školskom prostredí, ale aj v bežnom živote. Kireš et al. (2016) charakterizujú bádanie ako aktívne skúmanie žiakov s cieľom nachádzania odpovedí na otázky, ktoré ich zaujímajú. Harlen (2013) dokonca bádanie prirovnáva k investigatívnejmu vyšetrovaniu, ktoré umožňuje žiakom prostredníctvom priamej interakcie s okolím a získavaním dôkazov spoznať a pochopiť okolitý svet. Pri bádaní sa tak aktivita presúva na žiaka, pričom učiteľ vystupuje ako facilitátor a usmerňuje prácu žiakov (Čepičková, 2013). Pre realizáciu uvedeného spôsobu vyučovania prírodných vied je nevyhnutné, aby žiaci disponovali určitou úrovňou bádateľských zručností, ktoré im umožnia postupovať pri bádaní obdobne ako vedcom.

Bádateľské zručnosti predstavujú základný pilier slúžiaci žiakom na pochopenie sveta vedy a prírody (O'Connor & Rosicka, 2020). Millar a Driver (1987) definujú bádateľské zručnosti v kontexte vzdelávania ako súbor zručností, ktoré sú využívané pri realizácii bádania v procese vyučovania prírodných vied, pričom Kireš et al. (2016) považujú bádateľské zručnosti za súbor tzv. „*soft-skills*“ a špecifických zručností, ktoré sú charakteristické pre prácu vedca a nevyhnutné pre realizáciu akejkoľvek vedeckej činnosti spojenej so skúmaním (Stone, 2014). Prostredníctvom týchto zručností si žiaci rozvíjajú schopnosť klásť otázky a hľadať vhodné odpovede (NRC, 1996), pričom umožňujú žiakom zapojiť sa do procesu vzdelávania v súlade s princípmi konštruktivismu (ŠPÚ, 2015).

V literatúre sa môžeme stretnúť s rôznymi podobami klasifikácií bádateľských zručností. Podľa Ješkovej et al. (2016a) tieto klasifikácie môžeme rozdeliť do dvoch základných rámcov. Prvý rámec tvoria klasifikácie, ktoré sú odvodené od jednotlivých stupňov bádania. Do tohto rámca spadá napríklad klasifikácia podľa Fradda et al. (2001), ktorí rozdelili bádateľské zručnosti na základe fáz bádateľského cyklu na šesť skupín, a to formulovanie problému, plánovanie, implementáciu, vyvodzovanie záverov, zdieľanie výsledkov a aplikovanie. Druhý rámec predstavujú klasifikácie navrhnuté s ohľadom na vekovú kategóriu žiakov. Príkladom je klasifikácia od Wenninga (2005), ktorý rozdelil jednotlivé bádateľské zručnosti podľa veku a intelektuálnej úrovne žiakov. Vymedzil tak štyri skupiny zručností, a to elementárne, základné, integrované a pokročilé. Uvedená klasifikácia bola autorom v rámci ďalšieho výskumu doplnená o stredne pokročilé a kulminujúce bádateľské zručnosti, pričom vymedzenie jednotlivých kategórií zručností nie je rigidné a je možné ich prispôsobiť aktuálnym možnostiam žiakov (Wenning, 2010). Prehľad bádateľských zručností uvádzame v tab. 1.

Podľa Özgelena (2012) bádateľské zručnosti priamo súvisia aj s kognitívnym rozvojom osobnosti žiaka v oblasti prírodných vied. Tieto zručnosti poskytujú žiakom podporu pri myslení, uvažovaní, hodnotení a riešení konkrétnych situácií. Výskum Suryawati a Osmana (2017) naznačuje, že čím vyššou úrovňou bádateľských zručností žiaci disponujú, tým vyššia je aj úroveň ich kognitívneho rozvoja v oblasti prírodných vied. Úroveň bádateľských zručností žiakov koreluje s realizáciou bádateľských aktivít v prírodovednom vzdelávaní (Ergül et al., 2011). Realizované výskumy však poukazujú na výrazné rozdiely v úrovni zručností žiakov medzi jednotlivými krajinami (napr. Burns et al., 1985; Šmida & Čipková, 2021; Tan, 1996) a opisujú rôzne problematické aspekty ich rozvoja vo vzdelávaní (napr. Deters, 2005; Cheung, 2007). Uvedenú skutočnosť zdôvodňujú tým, že častokrát učitelia síce bádanie integrujú do vzdelávacích plánov v súvislosti s platnými kurikulárnymi dokumentmi, reálne ho však vo svojej výučbe nevyužívajú. Výskumy úrovne bádateľských zručností žiakov preto môžeme vnímať aj v kontexte toho, či dochádza k napĺňaniu princípov prírodovedného vzdelávania založeného na konštruktivizme.

V súčasnosti sú dostupné údaje z medzinárodných porovnávacích testovaní PISA alebo TIMSS, ktoré sa zameriavajú na posúdenie úrovne prírodovednej gramotnosti (Mullis et al., 2020; Schleicher, 2019).

**Tab. 1:** Klasifikácia bádateľských zručností (Wenning, 2010 – upravené)

Elementárne zručnosti	Základné zručnosti	Stredne pokročilé zručnosti	Integrované zručnosti	Kulminujúce zručnosti	Pokročilé zručnosti
<ul style="list-style-type: none"> <li>– pozorovať</li> <li>– formulovať koncepty</li> <li>– odhadovať</li> <li>– formulovať závery</li> <li>– komunikovať výsledky</li> <li>– klasifikovať výsledky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– predpovedať</li> <li>– vysvetliť vzťahy</li> <li>– odhadovať</li> <li>– získavať a spracovávať údaje</li> <li>– formulovať vedecké a logické vysvetlenia na základe dôkazov</li> <li>– rozpoznať a analyzovať alternatívne vysvetlenia a modely</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– merať</li> <li>– zbierať a zaznamenávať údaje</li> <li>– zostrojiť tabuľku a graf</li> <li>– naplánovať a realizovať vedecké bádanie</li> <li>– identifikovať a kontrolovať premenné</li> <li>– využívať technológiu a matematiku v procese bádania</li> <li>– vysvetliť vzťahy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– metricky merať</li> <li>– vytvárať empirické zákony na základe logických dôkazov</li> <li>– naplánovať a riadiť vedecké bádanie</li> <li>– využívať technológiu a matematiku v procese bádania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zhromaždiť, hodnotiť a interpretovať dáta</li> <li>– konštruovať argumenty založené na dôkazoch</li> <li>– hodnotiť na základe dôkazov</li> <li>– objasniť hodnoty vo vzťahu k prírodným zákonom a občianskym právam</li> <li>– vzájomne spolupracovať</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tvoriť hypotetické vysvetlenia</li> <li>– analyzovať a hodnotiť vedecké argumenty</li> <li>– tvoriť predpovede prostredníctvom deduktívneho myslenia</li> <li>– revidovať hypotézy a predpovede na základe nových dôkazov</li> <li>– riešiť zložité problémy z bežného života</li> </ul>

sofistikovanosť intelektuálnych procesov

nižšia vyššia

Výsledky týchto testov ale nepoukazujú na úroveň bádateľských zručností. Testovanie TIMSS sa zameriava iba na posúdenie úrovne vedomostí žiakov štvrtého ročníka základnej školy a z výsledkov PISA testovania nie je možné jednoznačne určiť úroveň jednotlivých bádateľských zručností žiakov. Z toho dôvodu je potrebné v rámci výskumu zamerať pozornosť aj na samotné bádateľské zručnosti žiakov. Na ich meranie sa najčastejšie využívajú testy (napr. Kruit et al., 2018; Shahali & Halim, 2010; Temiz, 2020; Tosun, 2019; Wenning, 2006, 2007 a pod.), ktoré umožňujú získať objektívne výsledky o výkone žiakov pri riešení úloh vyžadujúcich si bádateľský prístup. Podrobnejšie údaje o spôsoboch, ktorými žiaci dokážu využívať bádateľské zručnosti v praxi, môžeme získať aj ich pozorovaním pri realizácii bádateľských aktivít (napr. Hairida, 2016; Mulyeni et al., 2019) alebo prostredníctvom analýzy rôznych nástrojov formatívneho hodnotenia (Harlen, 2013), ktoré nám umožňujú presnejšie identifikovať chyby žiakov v procese učenia sa a osvojovania si zručností (Opara & Oguzor, 2011). V snahe detailnejšie analyzovať jednotlivé zručnosti sa v súčasnej dobe kladie dôraz aj na analýzu jednej či dvoch konkrétnych zručností, ktoré sú posudzované na základe rôznych kritérií (napr. Kireš & Jurková, 2021; Nejedlý & Vojříř, 2022). Mnohé výskumy zároveň poukazujú na rozdiely medzi úrovňou osvojených bádateľských zručností a pohlavím žiakov (napr. Guevara, 2015; Ješková et al., 2021; Zeidan & Jayosi, 2015), avšak pri iných výskumoch tento rozdiel nebol signifikantne preukázaný (napr. Ješková et al., 2016a; Šmida & Čipková, 2021).

### 3 Cieľ výskumu a výskumné otázky

Pre rozvoj bádateľských zručností je nevyhnutné vo vzdelávaní využívať také metódy a postupy, ktoré žiakom umožnia kopírovať prácu vedcov (Windschitl, 2000), povedú k prehĺbeniu žiackych vedomostí z oblasti prírodných vied (Harrison, 2014) a umožnia u žiakov formovať si pozitívne postoje k prírode a k samotnej vede (Topalsan, 2020). Aby sme však dokázali cielene implementovať bádateľské aktivity do vyučovania, je potrebné poznať, akou úrovňou zručností žiaci aktuálne disponujú. Podľa Weninga

(2007) hodnotenie aktuálnej úrovne bádateľských zručností predstavuje základ pre posudzovanie úspešnosti vzdelávania a tvorbu kurikulárnych dokumentov. V súčasnosti sa na Slovensku pripravuje kurikulárna reforma základnej školy, v rámci ktorej bude obsah vzdelávania na základnej škole usporiadaný do troch cyklov, pričom tretí cyklus bude pokrývať šiesty až deviaty ročník. Navrhované zmeny v prírodovednej oblasti presúvajú ťažisko vzdelávania z odovzdávania vedomostí na rozvoj prírodovedného poznania žiaka prostredníctvom aplikácie metód a postupov objektívneho a systematického skúmania. Z toho dôvodu cieľom predloženého výskumu bolo zistiť úroveň vybraných bádateľských zručností žiakov šiesteho ročníka základných škôl na Slovensku. V súlade s cieľom výskumu sme si stanovili nasledovné výskumné otázky:

- Aká je úroveň vybraných bádateľských zručností žiakov šiesteho ročníka základných škôl na Slovensku?
- Aká je úroveň vybraných bádateľských zručností žiakov šiesteho ročníka základných škôl v závislosti od pohlavia?

## 4 Metodológia

Výskum sa zameriaval na zistenie úrovne bádateľských zručností žiakov šiesteho ročníka základných škôl. S požiadavkou na účasť vo výskume sme oslovili všetky plnoorganizované základné školy na Slovensku prostredníctvom e-mailu, pričom početnosť výskumného súboru ovplyvňovala ochota učiteľa sprístupniť administrovaný test žiakom v priebehu vyučovacej hodiny. Pre získanie potrebných údajov sme využili výskumný nástroj vlastnej konštrukcie. Výskumný nástroj bol školám administrovaný elektronicky prostredníctvom platformy Google Forms v období od januára do marca 2022. Účasť škôl na výskume bola dobrovoľná.

### 4.1 Výskumný súbor

Vzhľadom na stanovený výskumný cieľ sme využili dostupný výber výskumného súboru. Výskumu sa celkovo zúčastnilo 891 žiakov šiesteho ročníka základných škôl situovaných v rôznych regiónoch Slovenska. Výskumný súbor pozostával zo 423 chlapcov (47,5 %) a 468 dievčat (52,5 %), Priemerná známka žiakov na polročnom hodnotení z biológie bola 2,4. Vzdelávanie žiakov prebiehalo v súlade s inovovaným Štátnym vzdelávacím programom (ŠPÚ, 2015), ktorý v rámci vyučovania prírodných vied kladie do popredia bádanie, ako jeden zo spôsobov získavania nových vedomostí a zručností. Je ale potrebné si uvedomiť, že vzdelávanie na Slovensku v rámci základných škôl môže prebiehať v rôznych podmienkach a môže sa líšiť napríklad z hľadiska materiálno-technickej vybavenosti škôl (existencia školských laboratórií, dostupnosť digitálnych technológií a ďalších didaktických prostriedkov) alebo s ohľadom na kompetencie učiteľov realizovať výučbu vedúcu k rozvoju bádateľských zručností žiakov (Dluhošová, 2004; Hew & Brush, 2007; Rahayu et al., 2022; Šterbáková, 2014). Táto situácia môže významnou mierou determinovať dosiahnutú úroveň bádateľských zručností žiakov.

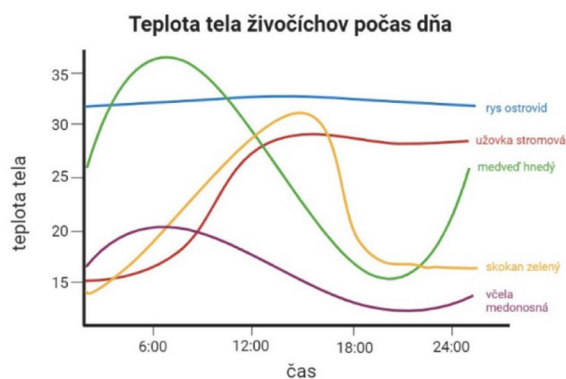
### 4.2 Výskumný nástroj

Za účelom zistenia aktuálnej úrovne bádateľských zručností žiakov existuje už niekoľko dostupných výskumných nástrojov (napr. Burns et al., 1985; Gormally et al., 2012; Ješková et al., 2016b; Wenning, 2007; Wenning, 2006 a pod.). Tieto výskumné nástroje sú v prevažnej miere určené pre starších žiakov či študentov, a z toho dôvodu ich nie je jednoduché prevziať a použiť na meranie zručností žiakov šiesteho ročníka nižšieho sekundárneho vzdelávania. Pre zistenie úrovne vybraných bádateľských zručností žiakov sme skonštruovali vlastný výskumný nástroj v podobe testu s uzavretými položkami (obr. 1). Každá položka obsahovala jednu správnu možnosť a štyri ponúkané distraktory, čím sa znižuje pravdepodobnosť náhodného označenia (uhádnutia) správnej odpovede (Farhady & Shakery, 2000; Hassan & Hod, 2017; Woodford & Bancroft, 2004). Test pozostával z celkovo 14 uzatvorených položiek vsadených do kontextu biológie, pričom každá zručnosť bola v teste meraná prostredníctvom dvoch položiek. Pri výbere konkrétnych bádateľských zručností sme vychádzali z prác Wenninga (2010; 2005), pričom sme vymedzili sedem bádateľských zručností, ktorými by mali žiaci šiesteho ročníka základných škôl disponovať, a to: zručnosť formulovať predpovede, zručnosť identifikovať premenné, zručnosť identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z grafu, zručnosť identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z tabuľky, zručnosť zaznamenávať výsledky pozorovania a merania, zručnosť transformovať výsledky do štandardných foriem a zručnosť formulovať záver. Na administráciu testu sme stanovili 45 minút.

Validitu výskumného nástroja sme zabezpečili expertným posúdením troch odborníkov z oblasti didaktiky (Heale & Twycross, 2015). Reliabilitu testu sme určili prostredníctvom vzorca Kuder a Richardsona

## Úloha 5

Vedci hľadali odpoveď na otázku: *Ako sa mení teplota tela v závislosti od prostredia u piatich vybraných živočíchov počas dňa?* Na základe pokusu získali údaje, ktoré zaznamenali do grafu. Jedným zo skúmaných živočíchov bol aj skokan zelený. Ktorá z uvedených odpovedí obsahuje správnu formuláciu záveru pokusu s ohľadom na údaje v priloženom grafe?



- Teplota tela skokana zeleného sa počas dňa nemení v závislosti od teploty prostredia, ide preto o živočicha s nestálou teplotou tela.
- Teplota tela skokana zeleného sa počas dňa nemení v závislosti od teploty prostredia, ide preto o živočicha so stálou teplotou tela.
- Teplota tela skokana zeleného sa počas dňa mení v závislosti od teploty prostredia, ide preto o živočicha so stálou teplotou tela.
- Teplota tela skokana zeleného sa počas dňa mení v závislosti od teploty prostredia, ide preto o živočicha s nestálou teplotou tela.
- Teplota okolitého prostredia nemá žiaden vplyv na teplotu tela skokana zeleného počas dňa.

**Obr. 1:** Ukážka testovej položky (položka 5)

č. 20, pretože jednotlivé položky v teste boli skórované dichotomicky. Zo zistenej hodnoty ( $KR_{20} = 0,78$ ) vyplýva, že výskumný nástroj môžeme považovať za reliabilný (Jacob, 2017). Priemerná hodnota obťažnosti testových položiek  $Q$  predstavovala 57,6 %, pričom čím je jeho hodnota vyššia, tým sú položky obťažnejšie (Kubiš et al., 2015). Priemerný index citlivosti položiek ULI (upper-lower index) dosiahol hodnotu 0,65, pričom čím je jeho hodnota bližšie k jednej, tým majú položky vyššiu diskriminačnú schopnosť (Noor, 2021). Jednotlivé hodnoty indexu obťažnosti a citlivosti sú uvedené v tab. 2.

**Tab. 2:** Hodnota indexu obťažnosti a citlivosti pre jednotlivé testové položky

Položka	1	2	3	4	5	6	7
Index citlivosti	0,41	0,72	0,71	0,70	0,74	0,81	0,82
Index obťažnosti $Q$	65,3	46,6	53,6	64,1	66,9	49,0	41,4

Položka	8	9	10	11	12	13	14
Index citlivosti	0,34	0,71	0,76	0,27	0,71	0,51	0,90
Index obťažnosti $Q$	76,0	55,6	55,2	65,5	54,7	69,0	44,0

## 4.3 Analýza dát

Výsledky testu sme podrobili kvantitatívnej analýze, ktorá spočívala v stanovení základných opisných charakteristík testu (napr. aritmetický priemer, medián, modus, smerodajná odchýlka a pod.). Úspešnosť žiakov pri riešení testových položiek sme vypočítali ako podiel žiakov, ktorí uviedli správnu odpoveď k celkovému počtu testovaných žiakov (Prokša et al., 2008). Obdobne sme postupovali aj pri určovaní úspešnosti dosiahnutej v rámci jednotlivých bádatelských zručností. Shapiro-Wilkov test preukázal, že dáta nie sú normálne rozložené ( $W = 0,93, p < 0,05$ ), a preto sme na ich analýzu použili neparametrické štatistické testy (Neideen & Brasel, 2007). Medzi takéto testy patrí Spearmanov korelačný koeficient, ktorý slúži na zistenie štatisticky významnej korelácie medzi dvomi poradovými premennými (Schober

et al., 2018) a Mann Whitneyho (Wilcoxonov) test, ktorý sa používa na zistenie štatisticky významného rozdielu medzi mediánmi dvoch nezávislých výberov (Fagerland & Sandvik, 2009). Následne sme zisťovali aj veľkosť efektu  $r$ , ktorý predstavuje silu rozdielu medzi skupinami (Pallant, 2007).

## 5 Výsledky

### 5.1 Celková úroveň bádateľských zručností

Žiaci v administrovanom teste bádateľských zručností dosiahli priemerné skóre 5,93 bodov ( $SD = 3,43$ ) z celkového počtu 14 bodov, čo predstavuje úspešnosť na úrovni 42,4 %. Medián bol na úrovni 6,0 a modus 1,0.

Najvyššiu úspešnosť žiakov sme zaznamenali pri zručnosti identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov v tabuľke (57,3 %), kde v oboch položkách (položka 7 a položka 14) mali žiaci vyvodiť správny vzťah medzi vymedzenou závisle a nezávisle premennou. O niečo nižšiu úspešnosť dosiahli žiaci pri samotnej zručnosti identifikovať premenné (48,9 %). V oboch položkách (položka 2 a položka 9) mali žiaci na základe navrhnutého postupu pokusu rozhodnúť, ktorý z uvedených faktorov má alebo nemá vplyv na jeho výsledok. Úspešnosť nad priemernou úspešnosťou riešenia testu sme zaznamenali aj pri zručnosti zaznamenávať výsledky pozorovania a merania (45,6 %), kde mali v položke 3 a v 10 posúdiť, či sa jedná o vhodný alebo nevhodný spôsob zaznamenávania údajov. Priemerné percentuálne skóre žiakov dosiahnuté v jednotlivých bádateľských zručnostiach uvádzame v tab. 3.

**Tab. 3:** Priemerné skóre žiakov dosiahnuté v teste

zručnosť	položka	úspešnosť pre položku [%]	úspešnosť pre zručnosť [%]
zručnosť formulovať predpovede	1	34,7	29,4
	8	24,0	
zručnosť identifikovať premenné	2	53,4	48,9
	9	44,4	
zručnosť identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z grafu	6	51,0	41,0
	13	31,0	
zručnosť identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z tabuľky	7	58,6	57,3
	14	56,0	
zručnosť zaznamenávať výsledky pozorovania a merania	3	46,4	45,6
	10	44,8	
zručnosť transformovať výsledky do štandardných foriem	4	35,9	35,2
	11	34,5	
zručnosť formulovať záver	5	33,1	39,2
	12	45,3	

Najnižšiu priemernú úspešnosť (tab. 3) dosiahli žiaci v zručnosti formulovať predpovede (29,4 %). V oboch položkách (položka 1 a položka 8) merajúciach túto zručnosť si mali žiaci vybrať správnu formuláciu predpovede spomedzi distraktorov, ktoré obsahovali navrhnutú výskumnú otázku, postup pozorovania, vysvetlenie pozorovania a pod. Nízke skóre úspešnosti žiakov naznačuje, že nedokážu odlišiť predpoveď od iných výrokov a zároveň majú problém pochopiť kľúčové prvky správne naformulovanej predpovede.

Podpriemerné skóre žiaci získali aj v zručnosti transformovať výsledky do štandardných foriem. Priemerná úspešnosť žiakov bola na úrovni 35,2 %. Žiaci pri jednotlivých položkách (položka 4 a položka 11) mali problém s výberom správneho grafu, ktorý by najvhodnejšie reprezentoval grafické spracovanie vopred poskytnutých údajov. Problém žiakov s grafickým spracovaním dát sa ukázal aj pri zručnosti identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z grafu, kde dosahovali rovnako podpriemernú úroveň (41,0 %).

V zručnosti formulovať záver dosiahli žiaci úspešnosť len 39,2 %. V oboch položkách merajúciach túto zručnosť (položka 5 a 12) mali zvoliť správne sformulovaný záver, ktorý by bolo možné vytvoriť na základe dostupných údajov. Analýzou získaných údajov sa ukázalo, že žiaci nedokážu dostatočne zovšeobecniť poskytnuté informácie a vyvodiť z nich relevantné závery.

Prostredníctvom Spearmanovho korelačného koeficientu sme zisťovali aj koreláciu medzi jednotlivými zručnosťami. Ukazuje sa, že medzi takmer všetkými vybranými zručnosťami existuje štatisticky významná korelácia (tab. 4), avšak ich hodnoty sú slabé až stredne silné (Schober et al., 2018). Medzi zručnosťami formulovať predpovede a transformovať výsledky do štandardných foriem sme nezistili žiadnu štatisticky významnú koreláciu.

**Tab. 4:** Spearmanov korelačný koeficient medzi jednotlivými študentskými zručnosťami

zručnosť	formulovať predpovede	identifikovať premenné	identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z grafu	identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z tabuľky	zaznamenávať výsledky pozorovania a merania	transformovať výsledky do štandardných foriem	formulovať záver
formulovať predpovede	×	0,12*	0,23*	0,19*	0,25*	0,05	0,25*
identifikovať premenné		×	0,43*	0,57*	0,47*	0,07*	0,39*
identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z grafu			×	0,50*	0,38*	0,28*	0,37*
identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z tabuľky				×	0,55*	0,06*	0,49*
zaznamenávať výsledky pozorovania a merania					×	0,05*	0,49*
transformovať výsledky do štandardných foriem						×	0,08*
formulovať záver							×
Priemerné skóre za zručnosť	0,29	0,49	0,41	0,57	0,45	0,35	0,39
<i>SD</i>	0,48	0,49	0,50	0,48	0,49	0,43	0,42

\* hladina významnosti 95 % ( $p < 0,05$ )

## 5.2 Úroveň študentských zručností žiakov v závislosti od pohlavia

Porovnaním získaných údajov vzhľadom na pohlavie sme zistili, že chlapci ( $x = 5,88$ ;  $SD = 3,40$ ) aj dievčatá ( $x = 5,98$ ;  $SD = 3,46$ ) dosiahli v teste porovnateľné priemerné skóre. Mann-Whitneyho (Wilcoxonov) test nepotvrdil štatisticky významný rozdiel ( $W = -1\,375,5$ ;  $p = 0,72$ ) na hladine významnosti 95 % medzi úrovňou študentských zručností žiakov a pohlavím. Následne sme zisťovali, či existuje štatisticky významný rozdiel medzi úrovňou konkrétnych zručností a pohlavím žiakov. Štatisticky významný rozdiel na hladine významnosti 95 % v prospech dievčat sme zistili iba pri zručnosti zaznamenávať výsledky pozorovania a merania (tab. 5), pričom veľkosť účinku ( $r = -0,1$ ) môžeme považovať za triviálnu (Cohen, 1988).

**Tab. 5:** Výsledky štatistickej analýzy úrovne jednotlivých zručností vzhľadom na pohlavie

zručnosť	chlapci		dievčatá		W	p-value
	položka	úspešnosť položky (%)	úspešnosť zručnosti (%)	úspešnosť položky (%)		
zručnosť formulovať predpovede	1 8	34,5 26,2	30,3	34,8 22,1	28,4	-7 758,0 0,36
zručnosť identifikovať premenné	2 9	52,0 43,9	47,9	54,7 44,8	49,7	7 110,0 0,45
zručnosť identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z grafu	6 13	48,9 30,3	39,6	52,7 31,6	42,2	10 305,0 0,26
zručnosť identifikovať vzťah medzi premennými na základe údajov z tabuľky	7 14	58,1 56,5	57,3	58,9 55,5	57,2	-252,0 0,98
zručnosť zaznamenávať výsledky pozorovania a merania*	3 10	42,5 42,7	42,6	49,7 46,5	48,1	21 825,0 0,02
zručnosť transformovať výsledky do štandardných foriem	4 11	39,9 34,3	37,1	32,3 34,6	33,4	-14 553,0 0,11
zručnosť formulovať záver	5 12	33,5 44,2	38,9	32,6 43,4	39,6	2 538,0 0,78

\* hladina významnosti 95 % ( $p < 0,05$ )

## 6 Diskusia

Kireš a Jurková (2021) považujú za dobre rozvinutú takú zručnosť, v ktorej žiaci dosiahli úspešnosť nad 75 %. Výsledky výskumu žiakov šiesteho ročníka základných škôl na Slovensku však odhalili, že disponujú výrazne nižšou úrovňou bádateľských zručností (42,4 %), čo považujeme za neuspokojivý výsledok. Analýza jednotlivých zručností navyše preukázala, že aj keď existujú štatisticky významné korelácie medzi mnohými skúmanými zručnosťami, tieto korelácie dosahujú častokrát nízke hodnoty. Medzi bádateľskými zručnosťami by mali byť silné korelácie nakoľko je to vzájomne sa prelínajúci súbor zručností, ktoré sú navzájom od seba závislé a ktoré by si mali žiaci v konečnom dôsledku osvojiť na takej úrovni, aby boli schopní nájsť riešenie rôznych problémov prostredníctvom realizácie bádateľských aktivít (Kruit et al., 2018).

Pri detailnejšej analýze výsledkov testu sme zaznamenali výrazne nižšiu percentuálnu úspešnosť žiakov pri zručnosti formulovať predpovede ako vo svojich výskumoch zistili autori Šmida a Čipková (2021), Kireš a Jurková (2021) či Öztürk et al. (2010). Žiaci si často zamieňali predpoveď s inými výroky, pričom práve schopnosť odlíšiť predpoveď od všeobecných tvrdení či otázok považujú Krišková a Kireš (2017) za základnú a nevyhnutnú etapu rozvoja tejto zručnosti. Žiaci mali tiež problém so zručnosťou transformovať výsledky do štandardných foriem aj napriek tomu, že by mali byť na vyučovaní vedení k systematickému zaznamenávaniu údajov (Etkina et al., 2006; Giammatteo & Obaya, 2018; Liew et al., 2019) do grafov či tabuliek, ktoré slúžia na sprehľadnenie výsledkov a zachytenie trendov medzi údajmi (Orolínová & Kotuláková, 2014). Rovnako tak žiaci mali problém s identifikáciou vzťahu medzi premennými na základe údajov z grafu, čo naznačuje, že sa u nich vyskytujú nie len ťažkosti s transformáciou údajov, ale aj s ich následnou analýzou, ktorá je nevyhnutná pri hľadaní vzťahu medzi premennými. Beaumont-Walters a Soyibo (2001) vo svojom výskume tiež poukazujú na skutočnosť, že žiaci majú ťažkosti s prácou s grafmi, pretože si vyžaduje pokročilú schopnosť rozpoznávať vzťahy medzi údajmi. Glazer (2011) však prácu žiakov s grafmi považuje za esenciálny prvok pri rozvíjaní prírodovednej gramotnosti, a preto je potrebné mu vo vyučovaní prírodovedných predmetov venovať dostatok pozornosti.

Problémy žiakov sme zaznamenali aj pri zručnosti formulovať záver, na čo poukazuje aj NRC (1998). Žiaci v teste nedokázali dostatočne zovšeobecniť poskytnuté relevantné údaje a transformovať ich do vhodne naformulovaného záveru. Aj podľa Orolínovej a Kotulákovvej (2014) žiaci pri tvorbe záverov robia často chybu v tom, že ignorujú relevantné dôkazy, nevedia vytvoriť logické prepojenie medzi dôkazmi a vysvetleniami a vytvárajú závery, ktoré nie je možné na základe ich údajov vyvodzovať. Lati et al. (2012) uvádzajú, že problémy žiakov s formuláciou záverov môžu byť spôsobené tým, že sa jedná o časovo náročnú činnosť, ktorá je v rámci realizácie praktických aktivít vo vyučovaní často vynechávaná. Učiteľ by si však na túto činnosť mal vyhradiť dostatok času, pretože najskôr musí žiakom ukázať, čo má záver obsahovať a naučiť ich, ktoré údaje sú dostatočne relevantné na to, aby ich mohli zovšeobecniť a aby následne mohli slúžiť na podporu vyvodенých záverov (Nuridin et al., 2019).

Analýza získaných údajov zároveň nepreukázala štatisticky významné rozdiely v celkovej úrovni bádateľských zručností žiakov vzhľadom na pohlavie, čo sa potvrdilo aj pri výskumoch realizovaných u starších žiakov (napr. Čipková et al., 2020; Ong et al., 2015; Öztürk et al., 2010; Šmida & Čipková, 2021). Túto skutočnosť považujeme za pozitívny odklon od klasických rodových stereotypov vo vyučovaní prírodovedných predmetov, kedy chlapci bývajú pri riešení podobných testov úspešnejší ako dievčatá (napr. Ješková et al., 2021; Ješková et al., 2016b; Nosálová, 2022), pretože obe pohlavia by mali dostávať rovnakú príležitosť pri rozvoji svojich zručností (Rao, 2008). Štatisticky významné rozdiely sme zaznamenali iba pri zručnosti zaznamenávať výsledky pozorovania a merania, ktoré boli v prospech dievčat, čo podporuje tvrdenie Delena a Kesercioğlu (2012), že zatiaľ čo sa chlapci aktívnejšie zapájajú do realizácie experimentov, dievčatá skôr vystupujú v úlohe pozorovateľiek a precíznejšie si zaznamenávajú získané údaje do protokolu. Veľkosť účinku medzi oboma skupinami je však triviálna (Cohen, 1988), a preto je nevyhnutné detailnejšie preskúmať, aký vplyv môže mať pohlavie žiakov na uvedenú bádateľskú zručnosť.

## 7 Záver

Problematika bádania a rozvoja zručností žiakov vo vyučovaní prírodných vied je na Slovensku diskutovanou témou. Napriek tomu, že inovovaný Štátny vzdelávací program (ŠPÚ, 2015) presadzuje spôsob vzdelávania, ktorý umožňuje žiakom bádať a objavovať, realizované výskumy dlhodobou ukazujú na nízku úroveň bádateľských zručností žiakov základných škôl (napr. Kireš & Jurková, 2021; Šmida & Čipková, 2021; Zheng et al., 2022), čo potvrdili aj výsledky nášho výskumu u žiakov 6. ročníka nižšieho sekundárneho vzdelávania. Nízka úroveň zručností bola zaznamenaná aj na úrovni stredných škôl (napr. Hodsoyova et al., 2015; Ješková et al., 2021; Ješková et al., 2018; Ješková et al., 2016a; Ješková et al., 2016b) a vysokých škôl (Čipková & Fuchs, 2020; Čipková & Karolčík, 2018; Fehér et al., 2020).



Výsledky výskumu zároveň preukázali, že žiaci majú najväčší problém so zručnosťami spojenými s formuláciou predpovede, s transformovaním výsledkov do štandardných foriem a s formulovaním záverov. Nízka celková úroveň osvojených bádateľských zručností žiakov 6. ročníka je alarmujúca, pretože práve skúmané zručnosti podľa Wenninga (2005) patria do skupiny elementárnych a základných bádateľských zručností. Osvojenie si tejto skupiny zručností predstavuje základný predpoklad pre rozvoj pokročilých bádateľských zručností, čo v konečnom dôsledku predstavuje jeden zo základných cieľov prírodovedného vzdelávania (NRC, 2000; Wenning, 2010). Kvalitatívny rozvoj týchto zručností je možné preto zabezpečiť prostredníctvom cielenej a systematickej implementácie bádateľských aktivít do vzdelávacieho procesu, čo umožní žiakom nadobúdať cenné skúsenosti spojené s prácou vedcov (Sparks & Deane, 2015), zvýšiť ich záujem a motiváciu k vlastnému vzdelávaniu v oblasti prírodných vied, pretaviť konštruktivistickú teóriu priamo do praxe (Justice et al., 2007) a zvýšiť tak úroveň prírodovednej gramotnosti žiakov.

## 8 Limity výskumu

Limitom výskumu je použitie testu s uzavretými položkami, ktoré umožňujú zistiť iba deklaratívnu úroveň bádateľských zručností a nie ich hĺbku. Test navyše obsahoval len 14 položiek, pričom každá zručnosť bola meraná prostredníctvom dvoch položiek, čo neumožňuje komplexnejšie posúdenie úrovne zručností žiakov. Počet testových položiek sme však navrhli s prihliadnutím na vývinovú úroveň žiakov šiesteho ročníka základných škôl.

## Literatúra

- Balogová, B., & Ješková, Z. (2016). Mapovanie bádateľských zručností žiakov stredných škôl. *Biológia, ekológia, chémia*, 20(3). <https://bit.ly/3MwtbaM>
- Beaumont-Walters, Y., & Soyibo, K. (2001). An analysis of high school students' performance on five integrated science process skills. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 133–145. <https://doi.org/10.1080/02635140120087687>
- Bellová, R., Melicherčíková, D., & Tomčík, P. (2018). Possible reasons for low scientific literacy of Slovak students in some natural science subjects. *Research in Science & Technological Education*, 36(2), 226–242. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1367656>
- Burns, J. C., Okey, J. R., & Wise, K. C. (1985). Development of an integrated process skill test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(2), 169–177. <https://doi.org/10.1002/tea.3660220208>
- Cheung, D. (2007). Facilitating chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(1), 107–130. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9102-y>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42–44. <https://www.studentachievement.org/wp-content/uploads/An-Inquiry-Primer-1.pdf>
- Čepičková, I. B. (2013). *Didaktika prírodovedného základu*. Univerzita J. E. Purkyně.
- Čipková, E., & Fuchs, M. (2020). Hodnotenie vybraných bádateľských zručností študentov učiteľstva biológie. *Scientia in educatione*, 11(2), 2–13. <https://doi.org/10.14712/18047106.1884>
- Čipková, E., & Karolčík, Š. (2018). Assessing of scientific inquiry skills achieved by future biology teachers. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 23. <https://doi.org/10.1515/cdem-2018-0004>
- Čipková, E., Karolčík, Š., & Scholzová, L. (2020). Are secondary school graduates prepared for the studies of natural sciences? – evaluation and analysis of the result of scientific literacy levels achieved by secondary school graduates. *Research in Science & Technological Education*, 38(2), 146–167. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1599846>
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(6), 582–601. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6%3C582::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6%3C582::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-L)
- Delen, İ., & Kesercioglu, T. (2012). How middle school students' science process skills affected by Turkey's national curriculum change? *Journal of Turkish Science Education*, 9(4), 3–9. <http://www.tused.org/index.php/tused/article/view/465/399>
- Deters, K. M. (2005). Student opinions regarding inquiry-based labs. *Journal of Chemical Education*, 82(8), 1178–1180.

- Dluhošová, A. (2004). Rómske deti v školstve z pohľadu školskej inšpekcie. *Rómske deti v slovenskom školstve*, 42. <https://bit.ly/3EITHfo>
- Ergül, R., Şimşekli, Y., Çaliş, S., Özdilek, Z., Göçmençelebi, Ş., & Şanlı, M. (2011). The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science & Education Policy*, 5(1). <http://see-articles.ceon.rs/data/pdf/1313-1958/2011/1313-19581101048E.pdf>
- Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D. T., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D., & Warren, A. (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2(2). <https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevSTPER.2.020103>
- Fagerland, M. W., & Sandvik, L. (2009). The wilcoxon–mann–whitney test under scrutiny. *Statistics in Medicine*, 28(10), 1487–1497. <https://doi.org/10.1002/sim.3561>
- Farhady, H., & Shakery, S. (2000). Number of options and economy of multiple-choice tests. *Roshd Foreign Language Teaching Journal*, 14(1), 132–141. <https://bit.ly/3VsvRuc>
- Fehér, Z., Jaruska, L., Szarka, K., & Tóth, P. (2020). Assessing the condition of scientific inquiry skills in teacher education using physical and chemical tasks. In *ICERI2020 Proceedings* (pp. 5416–5424). IATED. <https://library.iated.org/view/FEHER2020ASS>
- Firman, H. (2007). *Laporan Analisis Lieterasi Sains Berdasarkan Hasil PISA Nasional Tahun 2006*. Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Depdiknas, Jakarta.
- Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X., & Saxton, M. K. (2001). Promoting! Science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25(4), 417–439. <https://doi.org/10.1080/15235882.2001.11074464>
- Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: a review of the literature. *Studies in Science Education*, 47(2), 183–210. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.605307>
- Giammatteo, L., & Obaya, A. V. (2018). Assessing chemistry laboratory skills through a competency-based approach in high school chemistry course. *Science Education International*, 29(2), 103–109. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1184773>
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE-Life Sciences Education*, 11(4), 364–377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>
- Guevara, C. A. (2015). Science process skills development through innovations in science teaching. *Research Journal of Educational Sciences*, 3(2), 6–10. [http://www.isca.in/EDU\\_SCI/Archive/v3/i2/2.ISCA-RJeduS-2015-003.php](http://www.isca.in/EDU_SCI/Archive/v3/i2/2.ISCA-RJeduS-2015-003.php)
- Hairida, H. (2016). The effectiveness using inquiry based natural science module with authentic assessment to improve the critical thinking and inquiry skills of junior high school students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 209–215.
- Harrison, C. (2014). Assessment of inquiry skills in the SAILS project. *Science Education International*, 25(1), 112–122. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1022890>
- Harlen, W. (2001). The assessment of scientific literacy in the OECD/PISA project. *Studies in Science Education*, 36(1), 79–103. <https://doi.org/10.1080/03057260108560168>
- Harlen, W. (2013). *Assessment & inquiry-based science education: Issues in policy and practice*. Science Education Program of IAP. <https://bit.ly/3rVNmFD>
- Harlen, W. (2014). Helping children's development of inquiry skills. *Inquiry in Primary Science Education*, 1(1), 5–19. <https://bit.ly/3TiBhWM>
- Hassan, S., & Hod, R. (2017). Use of item analysis to improve the quality of single best answer multiple choice question in summative assessment of undergraduate medical students in Malaysia. *Education in Medicine Journal*, 9(3), 33–43. <https://doi.org/10.21315/eimj2017.9.3.4>
- Heale, R., & Twycross, A. (2015). Validity and reliability in quantitative studies. *Evidence-Based Nursing*, 18(3), 66–67. <https://doi.org/10.1136/eb-2015-102129>
- Hew, K. F., & Brush, T. (2007). Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research. *Educational Technology Research and Development*, 55(3), 223–252. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-006-9022-5>
- Hodosyova, M., Útla, J., Vnukova, P., & Lapitkova, V. (2015). The development of science process skills in physics education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 186, 982–989. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.184>
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275–288. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ884397.pdf>

- Jacob, J. (2017). Reliability: How? When? What? *International Journal of Advances in Nursing Management*, 5(4), 372–374. <https://bit.ly/3T1OEef>
- Ješková, Z., Balogová, B., & Kireš, M. (2018). Assessing inquiry skills of upper secondary school students. In *Journal of Physics: Conference Series* (vol. 1076, no. 1). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1076/1/012022/meta>
- Ješková, Z., Jurková, V., Lukáč, S., Šnajder, L., & Guniš, J. (2021). Development of inquiry skills at upper secondary level. *Journal of Physics, Conf. Series*, 1929, 1–11. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1929/1/012029/meta>
- Ješková, Z., Lukáč, S., Hančová, M., Šnajder, L., Guniš, J., Balogová, B., & Kireš, M. (2016a). Efficacy of inquiry-based learning in mathematics, physics and informatics in relation to the development of students inquiry skills. *Journal of Baltic Science Education*, 15(5), 559–574. <https://bit.ly/3g32K0h>
- Ješková, Z., Lukáč, S., Šnajder, L., Guniš, J., Balogová, B., & Kireš, M. (2016b). Hodnotenie bádateľských zručností žiakov gymnáziá. *Scientia in educatione*, 7(2), 48–70. <https://doi.org/10.14712/18047106.350>
- Justice, C., Rice, J., Warry, W., Inglis, S., Miller, S., & Sammon, S. (2007). Inquiry in higher education: Reflections and directions on course design and teaching methods. *Innovative Higher Education*, 31(4), 201–214. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10755-006-9021-9>
- Kireš, M., Ješková, Z., Ganajová, M., & Kimáková, K. (2016). *Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní*. Štátny pedagogický ústav. <https://bit.ly/3VvR0n6>
- Kireš, M., & Jurková, V. (2021). Development of inquiry skills at lower secondary school level. *Journal of Physics: Conference Series*, 1929(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1929/1/012028/meta>
- Kotuláková, K. (2020). Prírodovedná gramotnosť a kritické zhodnotenie mediálnych výstupov. *Biológia, Ekológia, Chémia*, 24(1). <https://bit.ly/3T3TLdY>
- Krišková, K., & Kireš, M. (2017). Making predictions skill level analysis. In *AIP Conference Proceedings* (vol. 1804, no. 1). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/1.4974393>
- Kruit, P. M., Oostdam, R. J., van den Berg, E., & Schuitema, J. A. (2018). Assessing students' ability in performing scientific inquiry: instruments for measuring science skills in primary education. *Research in Science & Technological Education*, 36(4), 413–439.
- Kubiš, T., Demkanin, P., Hajdúk, M., Hanuljaková, H., Lapitka, M., & Malčík, M. (2015). *Metodika tvorby testových úloh a testov*. Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania.
- Lati, W., Supasorn, S., & Promarak, V. (2012). Enhancement of learning achievement and integrated science process skills using science inquiry learning activities of chemical reaction rates. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4471–4475. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.279>
- Liew, S. S., Lim, H. L., Saleh, S., & Ong, S. L. (2019). Development of scoring rubrics to assess physics practical skills. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4), 1–14. <https://doi.org/10.29333/ejmste/103074>
- Llewellyn, D. (2013). *Teaching high school science through inquiry and argumentation – Second edition*. Corwin, A SAGE Company.
- Liu, X. (2013). Expanding notions of scientific literacy: A reconceptualization of aims of science education in the knowledge society. In *Science education for diversity* (pp. 23–39). Springer, Dordrecht. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4563-6\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-4563-6_2)
- Lou, Y., Blanchard, P., & Kennedy, E. (2015). Development and validation of a science inquiry skills assessment. *Journal of Geoscience Education*, 63(1), 73–85. <https://doi.org/10.5408/14-028.1>
- Miklovičová, J., & Valovič, J. (2019). *Národná správa PISA 2018*. Bratislava: Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania.
- Millar, R., & Driver, R. (1987). Beyond Processes, *Studies in Science Education*. <https://doi.org/10.1080/03057268708559938>
- Minárechová, M. (2014). História induktívneho prístupu v prírodovednom vzdelávaní v USA a jeho súčasná reflexia na Slovensku. *Scientia in educatione*, 5(1), 2–19. <https://doi.org/10.14712/18047106.94>
- Miškovičová Hunčíková, I., & Ušáková, K. (2009). Experimentálne overovanie alternatívneho obsahu biológie na gymnáziách. In *New trends in the didactic training of teachers* (pp. 19–24). EDUCO.
- Mukti, W. R., Yuliskurniawati, I. D., Noviyanti, N. I., Mahanal, S., & Zubaidah, S. (2019). A survey of high school students' scientific literacy skills in different gender. *Journal of Physics: Conference Series*, 1241(1). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1241/1/012043/meta>

- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mulyeni, T., Jamaris, M., & Supriyati, Y. (2019). Improving basic science process skills through inquiry-based approach in learning science for early elementary students. *Journal of Turkish Science Education*, 16(2), 187–201.
- Neideen, T., & Brasel, K. (2007). Understanding statistical tests. *Journal of Surgical Education*, 64(2), 93–96. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2007.02.001>
- Nejedlý, A., & Vojří, K. (2022). How do students formulate a research question and conclusions in science research? In *Project-Based Education And Other Student-Activation Strategies And Issues In Science Education XIX*. (pp. 29–38). PedF UK.
- Noor, A. M. (2021). Evaluating multiple choice questions from engineering statistics assessment. *International Journal of Education and Pedagogy*, 3(4), 33–46. <http://myjms.mohe.gov.my/index.php/ijeap>
- Nosálová, K. (2022). *Praktické cvičenia ako nástroj podpory bádateľských zručností*. PriF UK v Bratislave.
- NRC. (1996). *National science education standards*. National Academies Press. <https://bit.ly/3g8S40c>
- NRC. (1998). *The Canadian system of soil classification* (No. 1646). NRC Research Press.
- NRC. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press. <https://bit.ly/3yHeHil>
- Nurdin, K., Muh, H. S., & Muhammad, M. H. (2019). The implementation of inquiry-discovery learning. *IDEAS: Journal on English Language Teaching and Learning, Linguistics and Literature*, 7(1), 164–175. <https://doi.org/10.24256/ideas.v7i1.734>
- O'Connor, G., & Rosicka, C. (2020). *Science in the early years. Paper 2: Science inquiry skills*. Australian Council for Educational Research. <https://bit.ly/3rTtLpA>
- Ong, E. T., Ramiah, P., Ruthven, K., Salleh, S. M., Yusuff, N. A. N., & Mokhsein, S. E. (2015). Acquisition of basic science process skills among Malaysian upper primary students. *Research in Education*, 94(1), 88–101. <https://doi.org/10.7227/RIE.0021>
- Opara, J. A., & Oguzor, N. S. (2011). Inquiry instructional method and the school science curriculum. *Current Research Journal of Social Sciences*, 3(3), 188–198.
- Orolínová, M., & Kotuláková, K. (2014). *Rozvoj spôsobilostí vedeckej práce v podmienkach kontinuálneho vzdelávania učiteľov*. Typi Universitatis Tyrnaviensis.
- Özgelen, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283–292. <https://bit.ly/3T3eyhL>
- Öztürk, N., Tezel, Ö., & Acat, M. B. (2010). Science process skills levels of primary school seventh grade students in science and technology lesson. *Journal of Turkish Science Education*, 7(3), 15–28. <http://tused.org/index.php/tused/article/view/520>
- Pallant, J. (2007). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. Routledge.
- Prokša, M., Held, L., Haláková, Z., Tóthová, A., Orolínová, M., Urbanová, A., & Žoldošová, K. (2008). *Metodológia pedagogického výskumu a jeho aplikácia v didaktikách prírodných vied*. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Rahayu, U., Sekarwinahyu, M., & Sapriati, A. (2022). The inquiry skills of teachers in elementary school. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 6(2). <https://doi.org/10.23887/jisd.v6i2.46909>
- Rao, D. B. (2008). *Science process skills of school students*. Discovery Publishing House.
- Rezba, R. J., Sprague, C., & Fiel, R. (2003). *Learning and assessing science process skills*. Kendall Hunt.
- Shahali, E. H. M., & Halim, L. (2010). Development and validation of a test of integrated science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 142–146. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.127>
- Schleicher, A. (2019). *PISA 2018: Insights and interpretations*. OECD Publishing.
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763–1768. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Song, Y. (2016). “We found the ‘black spots’ on campus on our own”: Development of inquiry skills in primary science learning with BYOD (Bring Your Own Device). *Interactive Learning Environments*, 24(2), 291–305. <https://doi.org/10.1080/10494820.2015.1113707>
- Sparks, J. R., & Deane, P. (2015). Cognitively based assessment of research and inquiry skills: Defining a key practice in the English language arts. *ETS Research Report Series*, 2015(2), 1–55. <https://doi.org/10.1002/ets2.12082>

- Stone, E. M. (2014). Guiding students to develop an understanding of scientific inquiry: A science skills approach to instruction and assessment. *CBE — Life Sciences Education*, 13(1), 90–101. <https://doi.org/10.1187/cbe-12-11-0198>
- Suryawati, E., & Osman, K. (2017). Contextual learning: Innovative approach towards the development of students' scientific attitude and natural science performance. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 61–76. <https://doi.org/10.12973/ejmste/79329>
- Šmida, D., & Čipková, E. (2021). Inquiry skills of primary school pupils in Slovakia. In *4th ICTLE, Proceedings of The 4th International Conference on Teaching, Learning and Education* (pp. 84–97). Diamond Scientific Publishing. <https://www.dpublication.com/wp-content/uploads/2021/08/31-6641.pdf>
- ŠPÚ. (2015). *Inovovaný ŠVP pre 2. stupeň ZŠ*. <https://bit.ly/3EJkXu6>
- Šterbáková, K. (2014). Nové technológie – interaktívna tabuľa SMART Board vo vyučovaní fyziky. *Edukacja – Technika – Informatyka*, 5(2), 181–186. <https://bit.ly/3S4u1g9>
- Tan, A. (1996). The way forward for Penang: Growth or development? In *Penang Economic Seminar*, Penang, May.
- Temiz, B. (2020). Assessing skills of identifying variables and formulating hypotheses using scenario-based multiple-choice questions. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7(1), 1–17. <https://doi.org/10.21449/ijate.561895>
- TIMSS (2019). Prvé výsledky medzinárodného výskumu vedomostí a zručností žiakov 4. ročníka ZŠ v matematike a prírodných vedách. <https://www2.nucem.sk/dl/4840/Prv%C3%A9%20v%C3%BDsledky%20Slovenska%20v%20%C5%A1t%C3%BAdi%20TIMSS%202019.pdf>
- Topalsan, A. K. (2020). Development of scientific inquiry skills of science teaching through argument-focused virtual laboratory applications. *Journal of Baltic Science Education*, 19(4), 628–646. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1264527>
- Tosun, C. (2019). Scientific process skills test development within the topic “Matter and its Nature” and the predictive effect of different variables on 7th and 8th grade students' scientific process skill levels. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 160–174. 10.1039/C8RP00071A
- Wang, J., Guo, D., & Jou, M. (2015). A study on the effects of model-based inquiry pedagogy on students' inquiry skills in a virtual physics lab. *Computers in Human Behavior*, 49, 658–669. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.043>
- Wenning, C. J. (2005). Levels of inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 2(3), 3–12. [http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications/levels\\_of\\_inquiry.pdf](http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications/levels_of_inquiry.pdf)
- Wenning, C. J. (2006). Assessing nature-of-science literacy as one component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(4), 3–14. <https://www.phy.ilstu.edu/jpteo>
- Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 4(2), 21–24. [http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications/assessing\\_Sclnq.pdf](http://www2.phy.ilstu.edu/pte/publications/assessing_Sclnq.pdf)
- Wenning, C. J. (2010). Levels of inquiry: Using inquiry spectrum learning sequences to teach science. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 5(3), 11–20. [http://www.phy.ilstu.edu/pte/publications/learning\\_sequences.pdf](http://www.phy.ilstu.edu/pte/publications/learning_sequences.pdf)
- Windschitl, M. (2000). Supporting the development of science inquiry skills with special classes of software. *Educational Technology Research and Development*, 48(2), 81–95. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02313402>
- Woodford, K., & Bancroft, P. (2004). Using multiple choice questions effectively in information technology education. *21st Annual ASCILITE Conference 2004*, 4, 948–955. <https://www.ascilite.org/conferences/perth04/procs/pdf/woodford.pdf>
- Zeidan, A. H., & Jayosi, M. R. (2015). Science process skills and attitudes toward science among Palestinian secondary school students. *World Journal of Education*, 5(1), 13–24. <https://doi.org/10.5430/wje.v5n1p13>
- Zheng, Y., Yu, S., Zhang, M., Wang, J., Yang, X., Zheng, S., & Ping, X. (2022). Research on performance assessment of students' inquiry skills in China's elementary schools: A video analysis of Beijing discovering science around us. *Research in Science & Technological Education*, 1–27. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2126973>