

VLIV KOGNITIVNÍCH SCHOPNOSTÍ NA ROZVOJ
PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOSTI U ŽÁKŮ PRVNÍHO
STUPNĚ ZÁKLADNÍ ŠKOLY

Jan Tírpák
Vlastimil Chytrý

2023

Název:

Vliv kognitivních schopností na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy

Autoři ©:
PaedDr. Ing. Jan Tirpák, Ph.D., MBA
doc. PhDr. Vlastimil Chytrý, Ph.D.

Jazyková korektura:
autoři textů

Odborní recenzenti:
Doc. PaedDr. Janka Medová, Ph.D.,
PaedDr. Miriam Uhrinová, PhD.

Vydavatel ©:
Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
První vydání, 2023

Všechny práva vyhrazena. Toto dílo, ani jeho část není možné reprodukovat bez souhlasu majitele práv.

ISBN 978-80-7561-213-7

Vydání této publikace bylo finančně podpořeno Univerzitou J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM



OBSAH

ÚVOD	6
I. OBECNÉ VYMEZENÍ KONCEPCE PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOTI	8
II. VÝZKUMY A TESTOVÁNÍ NA POLI PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOTI.....	17
III. MOŽNOSTI ROZVOJE PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOTI.....	22
IV. VYMEZENÍ KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ A MOŽNOSTI JEJICH TESTOVÁNÍ.....	26
V. ROZVOJ KOGNITIVNÍCH SCHOPNOSTÍ U DĚTÍ MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU.....	31
VI. OBECNÁ DESKRIPTIVNÍ VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ.....	33
VII. VÝSLEDKY VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ.....	51
VIII. DISKUSE A INTERPRETACE DAT	76
IX. ZÁVĚR.....	88
X. SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	92
XI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	94
XII. PŘÍLOHY	123

Motto

„Naučit se vidět je celé tajemství přírodních věd“

George Sand

ÚVOD

Cílem publikace (monografie) s názvem *Vliv kognitivních schopností na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy* je rozpoznat odlišnosti v kognitivních schopnostech u žáků prvního stupně základní školy ve vztahu k míře jejich přírodovědné gramotnosti.

Výzkumnou část naší práce tvoří výsledky šetření standardizovaným Testem kognitivních schopností-TKS (Thorndike & Hagen, 1998) a didaktickým testem zaměřeným na zjištění úrovně přírodovědné gramotnosti u žáků čtvrtých ročníků základních škol, který je inspirovaný uvolněnými úlohami mezinárodního šetření TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*).

Svět se v současné době nachází v epoše sociálních, kulturních, environmentálních a globálních celosvětových změn. Technologie zásadním způsobem ovlivňují a proměňují všechny stránky našeho života. Nejde přitom o žádné abstraktní tendence a myšlenky, neboť hluboké společenské a technologické změny jsou charakterizovány nástupem umělé inteligence, využíváním nanotechnologických materiálů, kvantových procesorů u počítačů či nových digitálních technologií.

Proměnou prochází také celý trh práce. Důležitými vlastnostmi jedince se stává jeho flexibilita, motivace k výkonu, sociabilita či schopnost přizpůsobit se měnícím podmínkám. Před několika lety byla odborná kvalifikace hlavním kritériem pro profesní postup. V současné době hrají mnohem významnější roli kompetence sociální, motivace k výkonu či odolnost vůči zátěži. Mnoho pracovních pozic zaniká a vytváří se s ohledem na potřeby současné informační a technologické společnosti profese zcela nové a závislé na velmi úzké specializaci s nutností celoživotního učení a vzdělávání. Mění se i soubory dovedností, znalostí a schopností potřebné pro nově vznikající povolání a trh práce. (Tirpák, 2022)

Výrazně se od předchozích generací liší i žáci vzdělávající se v současných školách. Vládní úředníci, parlamentní poslanci, vysoké školy, pedagogové i rodiče musí přijmout zodpovědnost za zásadní rozhodování, jak připravit současnou mladou generaci na využívání nepřeborného množství příležitostí moderního světa a překonávání rostoucích technologických či environmentálních změn naší společnosti (Levitin, 2014).

Aktuální trendy v přírodovědném vzdělávání poukazují na nezbytnost propojení praktického využívání znalostí, dovedností a postojů žáků s jejich každodenními zážitky. V současnosti je uvedená oblast věnována stále větší pozornosti, neboť v posledních letech můžeme být svědky stoupajícího nezájmu studentů o studium přírodovědných předmětů. Jednou z cest (a to dle našeho názoru i na úrovni základních škol) by mohl být integrační proces vázaný na předměty STEM¹ (*science, technology, engineering, mathematics*), jež by se měly stát pevnou součástí politiky jednotlivých států, jejich cílů a obsahů školního vzdělávání (Sanders, 2009; Salinger & Zuga, 2009). Ačkoliv má pojem STEM v různých vzdělávacích kontextech mnoho významů (Deboer, 2000; Bybee, 2010; McComas, 2014), většina se shoduje na interdisciplinárním přístupu, zvažující a propojující znalosti mezi uvedenými oblastmi. Obory v oblasti STEM jsou přitom chápány jako rozhodující pro rozvoj a růst ekonomik, pro udržení konkurenceschopnosti a trvale udržitelného rozvoje.

Není pochyb o tom, že samotný profesní úspěch dnes zajišťuje kombinace jazykového vybavení, soubor profesních odborných dovedností (kompetencí) a schopnost práce s moderními informačními technologiemi. Důležitou skutečností se v budoucnu stane fakt, že se lidé nebudou připravovat

¹ STEM – koncept vznikl pro označení vzdělávání v oborech přírodní vědy (*science*), techniky (*technology*) a technologie (*engineering*) a matematiky (*matematics*). Přirozená blízkost a vzájemná přibuznost těchto oborů vybízí k tomu, aby byly ve vzdělávání spojeny pod jedním označením.

a vzdělávat pouze pro jednu určitou pracovní pozici. Vzdělávací systémy tak musí být uzpůsobeny tomu, aby mohly lidem tyto příležitosti poskytovat. Díky technologiím se mění i samotný vzdělávací systém. Jedná se o trend vedoucí nevyhnutelně k nutnosti přizpůsobovat se prostředí, ve kterém vzdělávání probíhá. (OECD, 2019)

Strategie vzdělávací politiky České Republiky (ČR) do roku 2030+ je zastřešujícím dokumentem propojujícím různé úrovně a součásti vzdělávání. Cílem této strategie je modernizovat vzdělávání tak, aby děti i dospělí obstáli v dynamickém a neustále se měnícím světě 21. století. Mezi hlavní směr vzdělávací politiky v ČR má z pohledu uvedeného dokumenty patřit snaha o neustálé zvyšování úrovně klíčových kompetencí a gramotností, proměna obsahu, metod a forem vzdělávání, rovný přístup ke kvalitnímu vzdělávání či výrazné zlepšení schopnosti vyhodnocovat dosažené kompetence a gramotnosti ve vztahu k jejich obsahu. Součástí priorit je rovněž snaha proměnit způsob a strukturu vzdělávací nabídky tak, aby reflektovala u jedince maximální rozvoj jeho kompetencí a dovedností (Fryč et al., 2020).

Námi deklarovaný ústřední pojem gramotnost v našem pojetí představuje systém nutných znalostí, budovaných na základě požadavků společnosti a vztažených nutně vždy ke konkrétnímu sociálnímu kontextu (Kovaříková, 2020). Původ tohoto konceptu je relativně nedávný a v odborné literatuře zatím dosti neukotvený (Bawden, 2001; Palán, 2002; Lonsdale & McCurry, 2004; Addison & Meyers, 2013; Stordy, 2015).

Až přibližně v osmdesátých letech minulého století se totiž termín rozšířil ve vzdělávacím diskurzu, kde došlo k jeho rozštěpení na různé předmětové gramotnosti (Lankshear & Knobel, 2003). V současném pojetí se spíše než o konkrétní soubor dovedností, znalostí a kompetencí, jedná o jejich praktické uplatnění ve společenském, hospodářském, technickém či kulturním životě společnosti (Street, 2003; Mackey & Jacobson, 2014; Stordy, 2015), implikující vyšší úroveň kognitivních schopností (Gurak, 2001). Jedná se nejen o poznatky získané formálním vzděláváním ve škole, ale také o osobní zkušenosti s kontexty a situacemi každodenního života (Štech, 2011). Souhrn těchto znalostí poskytuje člověku pomoc efektivně se orientovat ve sporných názorech napříč různými problémy a informačními zdroji a pochopit jejich interpretaci v každodenním životě (*cognitive science literacy*) (Howell & Brossard, 2019).

Domníváme se, že se proto jedná ve vztahu ke shora uvedeným skutečnostem o téma v dnešní době velmi aktuální. Teoretická část předložené monografie se úzce dotýká problematiky kognitivních schopností a rozvojem přírodovědné gramotnosti u žáků mladšího školního věku. Věnujeme se obecnému vymezení přírodovědné gramotnosti z historického vývoje. Reflektujeme a diskutujeme z vybraných výzkumů významné faktory, ovlivňující podmínky, průběh a výsledky vzdělávání žáků v přírodních vědách. Předmětem našeho zájmu jsou i možnosti rozvoje přírodovědné gramotnosti. Výzkumnou část naší práce tvoří výsledky šetření standardizovaným Testem kognitivních schopností-TKS (Thorndike & Hagen, 1998) a didaktickým testem zaměřeným na zjištění úrovně přírodovědné gramotnosti u žáků čtvrtých ročníků základních škol, který je inspirovaný uvolněnými úlohami mezinárodního šetření TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*). Cílem výzkumného šetření je ověřit vliv kognitivních schopností ve vztahu k rozvoji přírodovědné gramotnosti. Součástí práce je širší polemika zjištěných závěrů, formulace relevantních závěrů a doporučení pro praxi primárního přírodovědného vzdělávání.

I. OBECNÉ VYMEZENÍ KONCEPCE PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOSTNOTI

Pokud bychom chtěli úvodem jasně vymezit pojem (koncept)² přírodovědné gramotnosti (*scientific literacy* nebo také *science literacy*) a zaobírat se jeho vztahem s kognitivními schopnostmi u dětí mladšího školního věku, nebude to úkol vůbec jednoduchý. Na základě příslušné odborné literatury zjišťujeme, že nenalzááme ani na mezinárodní úrovni všeobecně přijímané a jediné konsenzuální vymezení (Hurd, 1958, 1998; Shamos, 1995; Bybee, 1997; DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; Kolstø, 2001; Fensham, 2004; Millar, 2006; Dillon, 2009; Liu, 2013; Archer-Bradshaw, 2014; Douglas & Rodger, 2014; Hand, 2017; Janoušková et al., 2019).

Problematika přírodovědné gramotnosti je zatížena výraznou terminologickou nestabilitou, a to i navzdory tomu, že v některých zahraničních kurikulárních dokumentech je považována za jeden z hlavních cílů přírodovědného vzdělávání ve všech jeho fázích (Roberts, 2007; Valladares, 2021) s celosvětovým významem (McEneaney, 2003).

Vzhledem k tomu je vhodné pokusit se pragmaticky formulovat obsah a interpretaci přírodovědné gramotnosti na základě již existujících vymezení v odborné literatuře. Je nutné podotknout, že význam tohoto pojmu se v průběhu historie měnil a vyvíjel. V obecné rovině se formoval v podstatě od přístupu zaměřeného na zapamatování a znalost věcného obsahu přírodních věd až po porozumění a využívání jejich výsledků jako nástroje společenských změn (Liu, 2009). Tedy v obecném pojetí hovořit o přírodovědné gramotnosti znamená mluvit o samotném přírodovědném vzdělávání (DeBoer, 2000).

Pojem přírodovědné gramotnosti se objevil na konci 50. let 20. století (Hurd, 1958; McCurdy, 1958). Od počátku byl spojován s osvojováním a rozvojem vědomostí, dovedností, postojů a hodnot v oblasti přírodovědných disciplín, jež jsou potřeba pro kvalitní profesní i osobní život člověka v dané době a to bez ohledu na jeho roli ve společnosti (Shamos, 1995; Hurd, 1998; Laugksch, 2000). Uvedená definice vyjadřuje uplatnění přírodovědných poznatků na situace, se kterými se jednotlivci jako občané setkají (Bybee 1997).

Jedná se však o dosti široký okruh témat obsahujících značné množství významů přírodovědného poznávání (Norris & Phillips, 2003). Pella, O'Hearn a Gale (1966), v jednom z prvních pokusů dospět k definici přírodovědné gramotnosti, kladou důraz na pochopení základních pojmů, principů a podstaty přírodních věd, související s ekonomickým rozvojem, sociálním a politickým pokrokem a samotnou kvalitou života. Mezi důležité atributy přírodovědně gramotné osoby patří znalosti, dovednosti a dispozice k pochopení přírodních věd, jež umožní člověku účast v lidských či občanských záležitostech a ovlivňující samotné chápání okolního světa (Seitz, 1958). Důvodem tohoto pojetí byla silně vnímaná národní potřeba všestranného studia přírodních věd jako kulturní síly v participaci občana (Carlton, 1963), jež jsou nezbytnou součástí k udržení rovnováhy vědeckých, sociálních, ekonomických a vojenských sil světa (Roberts, 2007). Je nutné podotknout, že se jednalo v dané době spíše více či méně o pouhé deklarace uvedené skutečnosti, neboť málokdo hovořil ve spojitosti s přírodovědnou gramotností o vztahu mezi přírodními vědami a společností (DeBoer, 2000).

² Zájem o tento koncept se rozšířil zejména díky šetření PISA (*Programme for International Students Assessment*) Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Jednotlivé teoretické konceptuální rámce (metodiky) tohoto šetření ve své podstatě demonstrují, jak jsou pro účely testování definovány a ověřovány jednotlivé vzdělávací cíle a taktéž rozšiřováno a prohlubováno samotné přemýšlení o konkrétních měřených oblastech přírodovědné gramotnosti v hlavních kurikulárních oblastech.

Explozivní vývoj technologií a obavy o národní bezpečnost (reflektující zkušenosti druhé světové války a gradací tzv. studené války), vedou do poloviny 70. let 20. století diskurz o polytechnickém paradigmatu přírodovědného vzdělávání (Škoda & Doulík, 2009) a vymezení univerzální přírodovědné gramotnosti (Janoušková et al., 2019), se zřetelem na výběr širokých kategorií témat (Agin, 1974; O'Hearn, 1976). Jsou preferovány kognitivní cíle zohledňující přímo obsah jednotlivých přírodních disciplín (fyziky, chemie, biologie). Porozumění zákonitostem a povaze těchto věd jsou řazeny mezi základní atributy přírodovědné gramotného člověka (Shen, 1975).

Na začátku osmdesátých let je znovu propagován vztah mezi přírodními vědami a společností, kdy se přírodovědná gramotnost identifikuje v jejím sociálním kontextu (Ravitch, 1983). Dochází k oslabování polytechnického paradigmatu ve vzdělávání s tím, že cíle přírodovědného učení by měly být kvalitativně odlišné od obav o národní bezpečnost. Výuka přírodních věd má sloužit k osobnímu rozvoji a pomáhat jednotlivci se přizpůsobit životu v moderní společnosti, umožnit mu pochopit vzájemné vztahy mezi přírodními vědami, technikou a dalšími hledisky sociálního a ekonomického rozvoje společnosti. (Roberts, 2007)

Nutně se tedy z pohledu přírodovědné gramotnosti musí jednat o multidimenzionální konstrukt (Miller, 1983), představující využívání poznatků a způsobů myšlení při řešení společenských problémů (Rubba & Andersen, 1978). Kontinuálně s tím probíhá debata i o tom, zda by mělo být přírodovědné vzdělávání primárně o jeho obsahu, respektive o podložených sociálních otázkách (DeBoer, 2000). Cílem takového vzdělávání by měla být schopnost identifikovat sociální problémy, dokázat je analyzovat, prozkoumat jejich souvislosti, vypracovat a implementovat plán řešení (Ramsey, 1989).

Turbulentní změny soudobého světa osmdesátých let, jako byly objevy v buněčné biologii, průzkumu vesmíru nebo v hledání nových zdrojů energie a ochraně životního prostředí, podněcují stále více k otázkám efektivnějšího přírodovědného vzdělávání s akcentem na strategickou roli poznatků, umožňující lidem žít a pracovat v tak rychle se měnícím světě. Přírodovědná gramotnost by měla zohledňovat rozsah těchto změn a pomáhat jednotlivci se přizpůsobit životu v moderní společnosti (Boulding & Senish, 1983). Objevuje se názor, že jedno všeobecné vymezení přírodovědné gramotnosti není vhodné (Branscomb, 1981). Přírodovědná gramotnost nebo spíše její úroveň (Shamos, 1995; Lee, 1998) jsou vymežovány pro různé účely využití (Janoušková et al., 2019), podporující sociálně odpovědného a kompetentního občana (*civic concept of scientific literacy*), charakterizovaného tím, že dokáže rozpoznat mezery, rizika a limity při vlastním rozhodování, využívajícího svých širokých vědeckých nebo technických znalostí při přijímání a řešení životních a společenských problémů a rozhodnutí. V souhrnu můžeme mluvit o vědomém chování jedince, souvisejícího s chápáním vědy a techniky v lidských záležitostech a umožňujícího přizpůsobit se měnícímu se světu (Hurd, 1998).

Samotná výuka přírodních věd by tedy měla zohledňovat vztah k těmto osobním potřebám a odehrávat se v úzké spojitosti s podstatnými aspekty společenského života, jako je například obor chemie a jeho využití v zemědělství (Ramsey, 1989). Tímto pojetím zahrnuje koncept přírodovědné gramotnosti spíše povahu přírodních věd (*nature of science*) a její procesy než samotný obsah (Shamos, 1995). Z uvedených důvodů ji lze chápat jako klíčovou dovednost a definovat jako schopnost používat postupy a poznatky přírodních věd v souvislostech a jejich vzájemných sociálních vztazích (Rychen & Salganik, 2003). Ke skutečnému pochopení přírodních vědeckých pojmů a teorií je možné proto dospět pouze usilovnou deduktivní a induktivní duševní činností, podloženou interpretací vlastního pozorování a zkušeností (Arons, 1983).

V 90. letech 20. století se opět hovoří o reformě přírodovědného vzdělávání (DeBoer, 2000) v oblasti vyšších standardů interdisciplinárního pojetí s komplexní orientací na témata s tzv. sociální relevancí (Maršák & Janoušková, 2006). Za velmi významné lze považovat v tomto období vznik a realizaci

komparativních celosvětových výzkumů zaměřených na zjišťování výsledků žáků v přírodních vědách.

Prvním pravidelně realizovaným výzkumem na globální úrovni je výzkum TIMSS³, koordinovaný společností IEA (*The International Association for the Evaluation of Educational Achievement*). Zcela zásadní z pohledu tohoto výzkumu bylo společné testování matematiky a přírodovědných předmětů. Matematická a přírodovědná gramotnost zde byla chápána jako schopnost orientovat se a používat naučených vědomostí a postupů v situacích běžného života. Je nutné upozornit na skutečnost, že samotný pojem přírodovědné gramotnosti se v tomto šetření výslovně nevyskytuje. Konceptuální rámec totiž formují tři dimenze (tabulka 1). První dimenze je obsahová, konkretizující rozsah učiva. Druhou oblastí je výkon odrážející typ kognitivní operace nutné pro vyřešení úlohy a třetí perspektivy, tedy postoje a zájem v dané oblasti pracovat (Straková, 2016).

Matematika	Přírodovědné předměty
Obsah	
Čísla Měření Geometrie Úměrnost Funkce, vztahy a rovnice Reprezentace dat, pravděpodobnost a statistika Elementární analýza	Vědy o zemi Vědy o životě Fyzikální vědy Vědy, technika a matematika Historie vědy a techniky Životní prostředí Přírodní vědy a další obory
Výkon	
Znalost Používání rutinních postupů Zkoumání a řešení problémů Matematické zdůvodňování Komunikace	Porozumění Teoretizování Analyzování a řešení problémů Používání nástrojů, rutinní postupy Zkoumání světa přírody Komunikace
Perspektivy	
Postoje Volba povolání Zapojení Zájem Myšlenkové návyky	Postoje Volba povolání Zapojení Zájem Bezpečnost Myšlenkové návyky

Tabulka 1: Matematický a přírodovědný konceptuální rámec výzkumu TIMSS 1995 (Straková, 2016, s. 36)

Otázkou v rámci diskuse zůstává fakt, zda jsou výsledky těchto mezinárodních šetření legitimním měřítkem opravdového stavu přírodovědného vzdělávání (Baumert, 1997). Je možné se domnívat, že plošné testování žáků má dokonce i řadu negativních dopadů na samotné vyučování. Zbavuje například jednotlivce příležitosti být aktivním činitelem procesů, jejichž prostřednictvím jsou přijímány rozhodnutí vzdělávací politiky (Kyle, 1996). Samotní učitelé mohou nabýt také dojmu, že ztratili vlastně to, co je na výuce nejvíce bavilo, pocit vnitřního uspokojení a kontrolu nad svou prací (Howe, 1999). Na základě výsledků je sice možno velmi podrobně popsat silné a slabé stránky žáků a podmínky jejich výuky. Jen zřídka však tyto závěry odpoví na otázku, jaké jsou přesné příčiny těchto rozdílů v konkrétních vzdělávacích systémech. Konečnou interpretaci je proto nutné číst vždy s vědomím specifik jednotlivých zemí (Straková, 2016). Jakýkoliv přijatý rámec hodnocení by měl mít však vždy pozitivní a příznivý vliv na výuku a studium přírodních věd. Totéž lze říci

³ TIMSS (*Third International Mathematics and Science Study*) zahájil od roku 1995 čtyřletý cyklus testování, jež je nyní známý pod názvem *Trends in International Mathematics and Science Study*.

o standardech obsahu, jež učitelům dávají jasnější představu o tom, co je důležité, a tím reflektují kladným způsobem rozvoj samotného kurikula (Millar & Osborne, 1998).

Snahy o přesné a konzistentní vymezení přírodovědné gramotnosti pokračují i v tomto století a to s akcentem zejména na paradigmatu uplatňovaná v národních kurikulech (Liu, 2009). Roberts (2007, 2011) v tomto ohledu reflektuje existenci dvou extrémních pojetí, označující vize přírodovědné gramotnosti.

První vize představuje aktivní osvojení si základních pojmů, zákonů, principů, hypotéz, teorií, modelů a procesů přírodních věd. Můžeme ji chápat jako schopnost myslet a využívat poznatků přírodních věd v sociální, technologické, ekonomické a osobní oblasti. Přírodovědné poznání musí být předáváno prostřednictvím transmisivních strategií, zaměřených na získávání informací (Norris & Phillips, 2003; Liu, 2013; Bybee, 2016; Sjöström & Eilks, 2018). Přírodní vědy vyžadující procedurální znalosti, metakognici a dispozice (Aikenhead, 2006).

Naopak druhá vize zahrnuje definice přírodovědné gramotnosti zaměřené na pochopení užitečnosti přírodovědných poznatků v životě společnosti. Přijímá v obecné rovině také sociokulturní perspektivu učení a uznává, že přírodní vědy nejsou pouze izolovaným obsahem, ale zahrnují kontext kulturních konotací (hodnot, přesvědčení, emoci) souvisejících jak se sociálním, tak i s individuálním životem jedince (Mansour & Wegerif, 2013). Důraz je kladen na diskusi a aplikaci přírodních věd v kontextu řešení problémů (Liu, 2013). Přírodovědná gramotnost vyjadřuje pochopení podstaty přírodních věd a širší kontext přírodovědného poznání (Roberts, 2007).

Většina autorů názorově stojí mezi těmito extrémny (Janoušková, Žák & Rusek, 2019), přičemž větší část se přiklání spíše k vizi druhé (Holbrook, 2005; Holbrook & Rannikmäe, 2009).

Podle následné úrovně přírodovědného zapojení klasifikuje Hodson (2003) čtyři roviny přírodovědné gramotnosti. V první rovině je nutné chápat a učit se přírodním vědám koncepčně. Ve druhé rovině je již možné poznávat přírodní vědy, jejich povahu a vztahy s partikulárními zájmy (segmenty) lidského poznání či společnosti. Ve třetí rovině následuje aktivní používání. Poslední rovina reflektuje systematické využívání (interakci) s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti a projevuje se jako aktivita ve vztahu k transformativnímu řešení složitých sociálních, kulturních, politických a environmentálních problémů (Benceze, 2017; Sjöström & Eilks, 2018). Přírodovědná gramotnost se profiluje jako postupný, měřitelný a celoživotní proces (Liu, 2013).

Výše uvedené vize lze vnímat i jako dvě různé orientace přírodovědného kurikula (Eilks et al., 2013). Podle našeho názoru by měla přírodovědná gramotnost ve svém komplexním pojetí obsahovat obě výše uvedené vize přírodovědné gramotnosti (Gibbons et al., 1997; Roberts, 2007; Bybee, 2016) a zároveň zahrnovat i všechny rysy přírodovědné gramotnosti podle projektu PISA⁴.

Mezinárodní výzkum PISA představuje směřování v úvahách o vzdělávacích systémech jednotlivých zemí, vytvořené na tzv. politice založené na důkazech (*evidence based policy*) a tvorbě indikátorových systémů (Janoušková et al., 2019). Ve výzkumu PISA 2000 byla přírodovědná gramotnost (pod označením přírodovědné znalosti) definována jako „*schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a na základě důkazů vyvozovat závěry vedoucí k porozumění a usnadňující rozhodování týkající se přirozeného světa a změn, které v něm nastaly v důsledku lidské činnosti.*“ (OECD, 1999, s. 25) Základní konceptuální rámec přírodovědné gramotnosti v šetření PISA 2000 uvádí tabulka 2.

⁴ PISA (*Programme for International Students Assessment*) je mezinárodní výzkum, uskutečňovaný Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (*OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development*) v tříletých cyklech od roku 2000. Informace o české realizaci výzkumu PISA jsou spolu s národními analýzami, výzkumnými nástroji a českými datovými soubory k dispozici na webových stránkách České školní inspekce.

Přírodovědné postupy	Rozpoznání otázek, které je možno vědecky zkoumat Stanovení důkazů nezbytných pro přírodovědné zkoumání Vyvozování nebo hodnocení závěrů Sdělování platných závěrů Prokázání porozumění přírodovědným pojmům
Obsah	Struktura a vlastnosti hmoty Atmosférické změny Chemické a fyzikální změny Přeměny energie Síla a pohyb Forma a funkce Biologie člověka Fyziologické změny Biologická různorodost Genetika Ekosystémy Země a její postavení ve vesmíru Geologické změny
Situace	Přírodní vědy v životě a zdraví Přírodní vědy na Zemi a v životním prostředí Přírodní vědy v technice

Tabulka 2: Konceptuální rámec přírodovědné gramotnosti PISA 2000 (Straková, 2016, s. 45)

Jednotlivým prvkem všech námi doposud uvedených pohledů na přírodovědnou gramotnost je široké chápání přírodních věd a aktivní osvojování základních zákonů, principů a teorií, umožňující v konečném pohledu jedinci rozpoznat, sledovat a uvědomovat si vzájemné vztahy mezi člověkem a prostředím. Neboť je nutné si uvědomit, že lokální, regionální a celosvětové problémy a jejich vliv se v dnešní globalizované společnosti neustále propojují. Z těchto důvodů vytváří odpovědné jednání, podpořené nutně komplexem kognitivních a afektivních dimenzí či kompetencemi, u jedince vztah a participativní účast na utváření okolního prostředí, ovlivňujícího udržitelný rozvoj lidské civilizace. Jedná se o snahu syntetizovat mnohotvárnost pojmu přírodovědné gramotnosti, která je do značné míry výsledkem teoretického rozvoje přírodních věd a technologií v sociálním kontextu (Yore, 2012; Liu, 2013). Tato společná konstrukce přírodních věd a společnosti v současné době předpokládá aktivní přesah a dopad na člověka v sociální a politické angažovanosti (Sjöström & Eilks, 2018), označované někdy jako kritická přírodovědná gramotnost (*critical scientific literacy*) či třetí vize přírodovědné gramotnosti (Santos, 2009; Hodson, 2009). Jedná se o koncept, představující ideální souhrn žádoucích znalostí, kognitivních dovedností a volných procesů (Gustavsson, 2014), nejen tedy osobní rozvoj jedince, ale i jeho socializaci a výchovu (Fischler, 2011). Záměrem a cílem je být více v souladu s nestálostí, nejistotou, složitostí a nejednoznačností turbulentně se rozvíjejícího současného světa, jež s sebou přináší potřebu přizpůsobit se stále měnícím podmínkám (Millar, 2006; Liu, 2009).

Jako lidstvo musíme společně čelit a řešit množství vážných společenských a ekonomických problémů. V důsledku války na Ukrajině zažíváme silnou bezpečnostní krizi a potýkáme se s různými formami násilí a systematickým porušováním lidských práv. Výraznou ekologickou krizi představuje i neustále se zvyšující využívání neobnovitelných zdrojů energií. Hrozbou se stávají taktéž stále se více projevující změny klimatu, charakteristické rychle tajícím sněhem v polárních oblastech a nepředvídatelným nebo extrémním počasím v různých částech světa. Je nutné vnímat i další globální rizika, například v podobě celosvětového dopadu pandemie onemocnění virem SARS-CoV-2. To je jen malý výčet toho, co podněcuje a nezadržitelně v budoucnu musí lidstvo vést k velmi diskutovaným otázkám v oblasti přizpůsobování se klimatickým změnám, výroby energie

či regulace nemocí. Rychlost a dramatičnost ekonomických, vědeckých či environmentálních změn se mezi zeměmi neustále prohlubují a eskalují, což vyvolává v současném světě konflikty o materiální a surovinové zdroje.

Paradoxně všechny tyto změny postupují spolu s nebývalým vědeckotechnickým rozvojem, jenž je schopen hluboce předdefinovat vztahy mezi přírodou, kulturou a společností. Nestálost, nejistota, složitost a nejednoznačnost, charakterizují současné sociální, ekologické, politické a ekonomické systémy (Bennett & Lemoine, 2014). Být schopen přizpůsobit se měnícím podmínkám, změnit styl, metody a postupy práce jsou v dnešním světě klíčové schopnosti člověka zapojeného do pracovního procesu (Tirpák, 2018). Identifikování aktuálních hledisek přírodních, technických, ekologických, ekonomických, politických, občanských či prostorových, směřuje jedince (nebo by mělo směřovat) k aktivní ochraně a utváření okolního prostředí (přírody). To nutně znamená vědět, jak je společnost strukturována, jak funguje a jaké místo v této sociální struktuře zaujímá přírodovědné vzdělání (Sensoy & DiAngelo, 2017).

Přírodovědné vzdělávání jako postupný rozvoj souboru dovedností, spojených s vědeckými aktivitami a jejich historickými, sociálními, kulturními, politickými a environmentálními důsledky (Sjöström & Eilks, 2018). Jedná se o třetí vizi přírodovědné gramotnosti, jež by měla umožnit lepší hledání uceleného porozumění složitým a dlouhodobým procesům, podporující více udržitelné vztahy nejen mezi lidmi, ale také i k životnímu prostředí (Yore, 2012). Přírodovědná angažovanost (*science engagement*), porozumění přírodním vědám či jejich vztahům již jednotlivci nestačí, neboť je nutná aktivní účast, participace a dialog o složitých společenských a etických problémech moderního světa (Santos, 2009; Liu, 2013).

Participace je obecně jedním z klíčových indikátorů úrovně angažovanosti ve vědě (DeWitt & Archer, 2017). Vyšší participace na společenském, vzdělávacím nebo kulturním procesu bude téměř vždy odpovídat maximální míře angažovanosti (Fredricks et al., 2004), zahrnující minimálně behaviorální, emocionální a kognitivní složku (Grabau & Ma, 2017). Behaviorální část se úzce dotýká formální i neformální účasti na aktivitách souvisejících s přírodními vědami. Emocionální součást zahrnuje pozitivní nebo negativní afektivní reakce a postoje k přírodním vědám. Kognitivní složka (*cognitive science literacy*) se týká ochoty rozvíjet přírodovědné koncepty, dovednosti či seberegulaci (Woods-McConney et al., 2014; DeWitt & Archer, 2017). Angažovanost v přírodních vědách zahrnuje podstupování většího rizika, spontánnost, motivaci a kreativní jednání (Hoffman et al., 2005) a souvisí s procesy vytváření, distribuce a využívání přírodovědných poznatků v každodenním životě i společenském jednání (Levinson, 2010).

Významy a porozumění smyslu se totiž jedinci zvnitřňují ve chvíli, kdy aktivně pracuje s předloženými informacemi a zkušenostmi. Tedy vytváří nejen vlastní vědomosti, dovednosti, ale i postoje na základě zkušenosti a myšlenkových operací. Uvedené se nutně musí odrážet v zájmu rozvíjet schopnost kriticky uvažovat (Santos, 2009) a v orientaci na individuální rozhodování, etické úvahy, sociální akce, transformaci a zmocnění (Pedretti & Nazir, 2011). Přírodovědná gramotnost se proto stává integrující ideou, zastřešující cílové, obsahové a kompetenční složky přírodovědného vzdělávání, zdůrazňující explicitně jejich vzájemnou souvislost. Můžeme tedy mluvit o procesu získávání, analýzy, syntézy, kódování, hodnocení a využívání výsledků přírodních věd v lidském a společenském životě (Norris & Phillips, 2003).

Uvažujeme o přírodovědném vzdělávání založeném na společenských otázkách (*socio-scientific issues (SSI) based science education*) související s přírodními vědami, společností a životním prostředím (Pedretti & Nazir 2011; Bencze et al. 2012; Zeidler, 2015). Námi uvedené závěry se vztahují i k myšlenkám vzdělávání pro udržitelnost (*education for sustainability*) a transformativnímu učení (Thomas, 2009; Sterling, 2011). Jejich smyslem je rozvoj dovedností ve vztahu k utváření společnosti udržitelným způsobem (Sjöström et al., 2015) a participace jedince

na těchto změnách (Simonneaux, 2014). Musíme si uvědomit, že náš celkový pohled na obsah přírodovědných znalostí závisí vždy na době, úrovni kultury, společnosti a jejich hodnotách. Přírodovědné učení (poznávání) musí být proto zaměřeno a rozšířeno nejen o metaúčení (metakognici), ale také o transformativní učení (Sterling, 2011; Sjöström & Talanquer, 2014).

Co by tedy mělo být základem efektivního a kvalitního přírodovědného vzdělání? Jak dospět z pohledu jedince k optimální přírodovědné gramotnosti, tedy ke komplexu dimenzí znalostí, dispozic, kompetencí a angažovanosti ve společenském životě? Přírodovědné vzdělávání a výuka by měla být považována spíše za vzdělávání pomocí přírodních věd (Holbrook & Rannikmae, 2007). Uvedené zahrnuje pochopení podstaty přírodních věd s vazbami na dosahování cílů v osobní sféře. Důraz by měl být kladen na rozvoj intelektuálních a komunikačních dovedností. Stejně tak i na podporu pozitivních postojů při řešení a rozhodování o společensko-přírodovědných problémech (Shamos, 1995).

Výuka založená na tomto modelu předpokládá méně konstruktivistických přístupů a souvisí více s činností (Roth & Lee, 2004), přičemž potřeby žáků, motivace a zájem tvoří hlavní konstrukční rámec výuky (Fensham, 2004). Vysoce kvalitní přírodovědné vzdělávání má potenciál položit důležité základy pro znalosti a zájem dětí o přírodní vědy a posílit nejen přírodovědné, ale i jazykové či matematické dovednosti (Nayfeld et al., 2011; Gerde et al., 2013). Systematické zapojení dětí do přírodovědného pozorování, dotazování, předpovídání, experimentování, shrnutí a sdílení výsledků, povzbuzují jejich budoucí zájem o přírodovědné vzdělávání (Eshach & Fried, 2005; Peterson & French, 2008; Howitt et al., 2011). Z hlediska primárního stupně vzdělávání můžeme konstatovat, že zájem u dětí učit se přírodovědu je ve větší míře obecně pozitivní (Osborne et al., 2003).

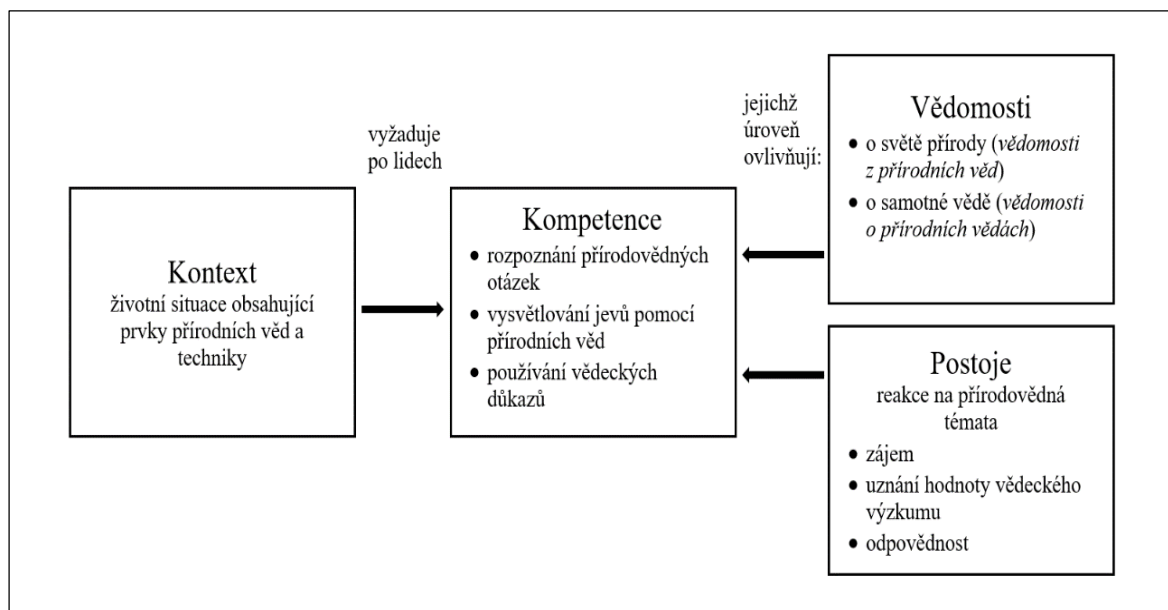
Ve výuce přírodních věd se však již opouští od myšlenky o žákovi jako o malém vědci (Šebeňová, 2002), objevujícím vlastní pravdy svou badatelskou aktivitou. Spíše se jedná o výuku přírodovědných obsahů jako o socializaci do specifických způsobů (metod a procedur) vědeckého poznávání (Brtnová Čepičková, 2013). Tedy vytváření způsobilosti, praktických dovedností, vlastních postojů a přístupů k různým problémům. Žák má pochopit význam, smysl a metody práce na příkladech poznávání přírodních objektů, jevů a zákonitostí. Má mít schopnost umět kriticky, kreativně a logicky reagovat na problémy v jeho každodenním životě a využívat svých znalostí při rozhodování o nich a hledat jejich řešení. Celoživotní přírodovědná gramotnost začíná postojem a zájmy vytvořenými v raném dětství (Shroeder et al., 2009; Miller, 2012).

V souvislosti s tím je nutná inovace vhodných strategií výuky, jednotlivých procesů a řízení učení, aplikace širšího repertoáru metod a organizačních forem výuky. Domníváme se, že v primárním vzdělávání při výuce přírodovědných předmětů k tomuto existují reálné předpoklady a podmínky (Tirpák & Škoda, 2018).

Podle Brtnové Čepičkové (2013) je přírodovědné učivo tvořeno soustavou poznatků, úkonů a operací, které žáci musí zvládnout na určité úrovni, a tím si postupně osvojit základy daného oboru. Jedním z možných způsobů je podle našeho názoru výuka přírodních věd v souvislostech nebo jako přístup STS (*science-technology-society*) (Yager, 1992; Solomon, 1993; Aikenhead, 1994, 2006). Uvedený přístup klade ve výuce přírodních věd důraz na filozofické, historické, společenské aspekty přírodních věd a propojuje je s každodenními zážitky žáků (EACEA, 2011). Takto pojatá výuka je chápána jako vztah k pozorování jevů a jejich zobecnění do teorií (Laughsch, 2000).

Jestliže se zaměříme na námi diskutovanou problematiku v kontextu vzdělávání v ČR, tak v kurikulu povinného vzdělávání, jež představuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV), se pojem přírodovědné gramotnosti v žádné jeho části nevyskytuje (Maršák et al., 2011). Pojem gramotnost lze však zdůraznit ve vztahu k praktickému využití znalostí, dovedností a postojů

se životem propojených souvislostí (Veteška, 2010). Právě vnímání a podporování praktického poznávání přírody a kontakt s ní, se zdá být z pohledu přírodovědného vzdělávání zcela zásadní otázkou (viz obrázek 1).



Obrázek 1: Jednotlivé složky přírodovědné gramotnosti ve vzájemných vztazích (Malčík & Mechlová, 2010, s. 35)

Podle Čábalové a Podroužka (2013) by mělo být cílem takového vzdělávání integrování přírodovědného obsahu a kultivace osobnosti dítěte v oblastech emocionálního prožívání, estetického, etického a environmentálního vnímání (cítění). Svobodová (2013) pod pojmem přírodovědná gramotnost rozumí více či méně úplný výčet toho, co vše člověk potřebuje, aby porozuměl přírodním vlivům na jeho život.

Pro přírodní vědy je charakteristické i modelování, tj. vytváření kopií skutečnosti, kladoucí důraz na konkrétní rysy skutečnosti. Důležitým znakem je tudíž i specifická epistemologie či způsob získávání znalostí. Které základní pojmy, zákony, principy, teorie a modely si má jedinec osvojit a do jaké hloubky, musí být podle Černockého et al. (2011) konkrétně vyjádřeno v kurikulárních dokumentech typu vzdělávacích programů či standardů pro daný stupeň či fázi vzdělávání.

Avšak zaměření pouze na kognitivní složku (chápaná často jako soubor měřitelných vědomostí) výrazně omezuje následně další důležité oblasti ve vzdělávání (Brtnová Čepičková, 2005). Za tímto účelem musí být do identifikace konkrétních činností a oblastí výuky zapojen i samotný žák (Roth & Lee, 2004). Proto by mohlo být velice důležité pro rozvoj uvedených prvků přírodovědné gramotnosti již preprimární vzdělávání a první dva ročníky vzdělávání primárního. Z vývojového hlediska zde totiž dochází k velmi dynamickému rozvoji nejen jazykových, ale také motorických dovedností dětí (Janoušková et al., 2014). Utvářejí se první složitější mentální koncepty o okolním prostředí a dítě objevuje systematickým zkoumáním svět. Přesto jednoznačná odpověď na tuto otázku není, neboť longitudinální studie o významném přínosu a vlivu výuky s prvky přírodovědné gramotnosti od raných stádií vzdělávání chybí. Předškolní vzdělávání je přitom klíčové v rozvoji schopností dítěte a může mít i pozitivní vliv na dlouhodobé zlepšení školní úspěšnosti (Barnett, 2008; Blair & Razza, 2007; Gopnik, 2012; Nayfeld et al., 2013).

Některé studie však poukazují na nedostatečné znalosti v přírodních vědách u učitelů v preprimárním vzdělávání (Kallery & Psillos, 2001; Greenfield et al., 2009). V důsledku toho mohou učitelé poskytovat nedostatečná nebo nepřesná vysvětlení vědeckých teorií a jevů. Dochází následně k tomu, že se události snaží vysvětlit iracionálně (popisují události jako „kouzlo“), než aby poskytovali souhrn

faktických informací o tom, proč se něco děje (Conezio & French 2002). Navzdory tomu jsou děti již v předškolním období svého vývoje schopny pochopit pojmy z oblasti přírodních věd, pokud jsou jim prezentovány vhodnými způsoby a tím rozšiřovat své dosavadní znalosti o okolním světě a korigovat případná nedorozumění (Duschl et al., 2006). Vzhledem k důležitosti přírodovědné gramotnosti pro současnou společnost, by měla být její podpora již od raných let důležitou prioritou současného vzdělávání (Cavagnetto, 2010; Papadakis et al., 2021; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016).

Účelem tohoto oddílu není předložit vyčerpávající přehled o dané problematice. Chceme spíše upozornit z našeho pohledu na klíčové aspekty a souvislosti. V odborné literatuře se vyskytuje řada dalších terminologických vymezení pojmu přírodovědné gramotnosti. Domníváme se, že všechny námi uvedené skutečnosti dostatečně vystihují podstatu a obsah tohoto pojmu reflektovaného i v zahraniční odborné literatuře. Byly vybrány zcela záměrně tak, aby se v obecné rovině doplňovaly, nepřekrývaly a dostatečně vystihovaly diskutovanou problematiku.

II. VÝZKUMY A TESTOVÁNÍ NA POLI PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOSTI

V následující kapitole se budeme věnovat možným faktorům ovlivňující podmínky, průběh a výsledky vzdělávání žáků v přírodních vědách.

Původním cílem mezinárodních komparativních výzkumů zjišťujících výsledky ve vzdělávání bylo odpovědět na otázku, jaké okolnosti na úrovni školy, učitele a žáka ovlivňují efektivitu tohoto procesu (Straková, 2016). Vzhledem k tomu můžeme například testovat, jaký je například vztah výsledků žáků s povoláním či vzděláním jejich rodičů. Důležité údaje poskytuje i samotný kontext školy a její vybavenost, organizace výuky či charakter prostředí, tedy celkové převládající školní klima. (Lebeda et al., 2022b) Odborná šetření na mezinárodní úrovni poukazují také na velmi významnou spojitost mezi domácím prostředím a školními výsledky žáků (Jonsson & Erikson 2000; Breen & Jonsson, 2005; Perry & McConney 2010; Hair et al., 2015; Straková, 2016), související i s dopadem na přírodovědné vzdělávání (Rutherford, 2005; Zhang & Campbell, 2015; Blažek & Příhodová, 2016; Huang & Zhuova, 2017).

Velmi významnou proměnnou, předpovídající úspěšnost žáka v těchto vzdělávacích výzkumech, je socioekonomický status rodiny (SES) (Novosák, et al., 2022). Představuje zásadní prediktor a lze jej definovat jako kombinaci sociálního postavení, ekonomických příjmů, vzdělání a s ním spojeného povolání jednotlivce či rodiny (Heimer, 1997). Třídní komponenta SES vyjadřuje materiální prostředí, kterým jedinec disponuje. Naproti tomu statusová představuje rozdíly v životním stylu, postojích, názorech či znalostech. Za ukazatele statusové komponenty jsou považovány úroveň vzdělání a povolání (Stronks, 1997).

Důležitost přírodovědné gramotnosti pro zapojení jednotlivce do demokratických společností, jsme již v tomto textu několikrát zdůrazňovali. Celosvětově však stále existují značné nerovnosti v přístupu k přírodovědným poznatkům. Nejvíce trpí těmito nerovnostmi lidé ze zranitelných skupin, jako jsou etnické menšiny, migranti, děti z neakademického rodinného prostředí a jednotlivci s nízkým socioekonomickým statusem (Pandya, 2012). Uvedené nerovnosti představují problém nejen pro tyto občany (zejména pro lidi z těchto zranitelných skupin), ale také pro společnost. Výzkumy potvrzují, že nerovnosti v oblasti přírodovědné gramotnosti vytváří v současné době překážky v přístupu k inovacím a jejich praktickému využívání v každodenním životě (Apter et al., 2008; Paasche-Orlow et al., 2018; Soler & Gómez, 2020). Proto pokud již od počátku školní docházky existují uvedené nerovnosti i u dětí a nejsou náležitě společností řešeny, během školních let se pouze postupně prohlubují (Kähler et al., 2020; Morgan et al., 2016) a negativně ovlivňují školní výsledky (Capitelli et al., 2016; Thier, 2002).

Úzký vztah mezi socioekonomickým statusem (SES) rodiny a výsledky žáků v mezinárodních šetřeních je všeobecně a dlouhodobě známý i v České republice. Strategie vzdělávání 2030+⁵ podtrhuje fakt, že SES v českém vzdělávacím systému ovlivňuje směřování a budoucí úspěch žáků již v průběhu povinné školní docházky a v navazujícím vzdělávání se rozdíly již pouze prohlubují. Prakticky každá analýza sledující prostorová data na úrovni krajů v České republice, poukazuje na velmi silný efekt SES ve strukturálně postižených regionech Karlovarského a Ústeckého kraje (Lebeda et al., 2022a). Nerovnosti v českém vzdělávání patří bohužel mezi nejhorší v rámci členských zemí OECD⁶. Výzkumy jasně poukazují i na fakt, že socioekonomicky znevýhodněné školy dosahují ve standardizovaných studijních ukazatelích horších výsledků (Willms, 1999; Rumberger & Palardy, 2005; Sirin, 2005; Perry & McConney 2010). Naopak se již málo rozumí tomu, jak se tento vztah liší,

⁵ Strategie vzdělávání 2030+ je klíčovým dokumentem, reflektující a stanovující směr rozvoje a priorit investic ve školství v České republice.

⁶ OECD Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (*Organisation for Economic Co-operation and Development*)

pokud se striktně rozdělí socioekonomický status školy (SES) a individuální výsledky žáků (Noel & de Broucker, 2001).

Přesto vzdělanostní potenciál žáků prokazatelně snižuje skutečnost, že žáci pocházejí z méně podnětného prostředí (Sirin, 2005), a kromě rodinných (individuálních) faktorů závisí jejich výsledky na socioekonomickém statusu úrovně školy (Perry & McConney, 2010). Žáci s vyšším SES mají obvykle lepší skóre i ve standardizovaných výkonových testech a je pravděpodobnější, že dokončí střední školu a univerzitu než jejich vrstevníci z prostředí nižšího SES (Blossfeld & Shavit, 1993; Willms, 1999; Kahlenberg, 2001).

V rámci vlastních výzkumných aktivit jsme provedli v roce 2020 dvě na sobě nezávislá šetření kognitivních schopností pomocí standardizovaného Testu kognitivních schopností-TKS u žáků čtvrtých ročníků základních škol v Ústeckém kraji ze sociálně vyloučených lokalit a u dětí reprezentujících majoritu. Námi zjištěné závěry nejsou jakkoliv reflektovány v celkových výsledcích naší monografie. Domníváme se, že je tedy na tomto místě možná jejich základní charakteristika ve vztahu s popisovanou problematikou. Sběr těchto dat byl realizován na souhrnném vzorku 321 respondentů, kdy stěžejním ukazatelem pro následnou komparaci se stalo percentilové pořadí⁷ respondentů z hlediska jejich věku. Z provedeného šetření vyplývají statisticky významné rozdíly percentilových průměrů obou skupin výzkumu. Signifikantně horší výsledky se objevují u žáků čtvrtých tříd spádových základních škol ze sociálně vyloučených lokalit. Celkový kognitivní profil je ale téměř stejný a to bez ohledu na námi sledovanou skupinu. Všechny děti se nejlépe zorientovaly v baterii slovní (Hejnová, 2020; Takacsová, 2020; Tirpák, 2020).

Námi zjištěné výsledky se do velké míry shodují i s dalšími publikovanými závěry, zaměřenými na problematiku sociálního znevýhodnění v kontextu vzdělávání (Reid, 1999; Butler, 2003; Fergusson et al., 2008; Berens & Nelson, 2015; Dvořák & Straková, 2016; Blaisdell et al., 2019).

Vzdělávání žáků se sociálním znevýhodněním, respektive žáků z odlišného sociokulturního prostředí je jedno z aktuálních témat současného školství. Pojem žák z odlišného sociokulturního prostředí se přesto v platných školských legislativních dokumentech již nevyskytuje. Výraz odlišné kulturní prostředí však definuje například metodický materiál Národního ústavu pro vzdělávání (NÚV) a to ve vztahu k rozdílnostem, pramenícím z úrovně jazykových kompetencí, hodnotové orientace, zvykům, tradicím, filozofickým východiskům k pohledu na život, genderové tematice či etnické minoritě (Kubíčková, 2016). Tyto fenomény jsou v současné společnosti dynamicky ovlivňovány i problematikou tzv. sociální exkluze (Svoboda & Morvayová, 2010). Za sociální vyloučení považujeme stav vyčlenění osoby mimo běžný život společnosti a nemožnost se do něj zapojit v důsledku nepříznivé sociální situace, představující oslabení nebo ztrátu schopnosti nutnou pro zvládání základních životních potřeb z důvodu věku, nepříznivého zdravotního stavu, krizové sociální situace či sociálně znevýhodňujícího prostředí (Zákon č. 108/2006 Sb.).

Při takovéto konstelaci je žádoucí, aby ve prospěch dětí systematicky a dlouhodobě intervenovaly především instituce vzdělávací, tedy zejména školy. Nejúčinnějším způsobem ovlivnění školního úspěchu těchto dětí je kombinací programů včasné péče, udržení heterogenního prostředí škol a rozvíjející přímá práce s dítětem ve vazbě na jeho sociální prostředí (Svoboda & Morvayová, 2010). Především v mladším školním věku jsou z hlediska rozvoje dětské osobnosti klíčové tři oblasti: rodina, škola a vrstevnická skupina (Skorunková, 2005). Ve sféře těchto různých sociálních skupin se postupně rozlišují role a socioekonomické postavení dítěte. Z jakého sociálního a ekonomického prostředí žák pochází, výrazně ovlivňuje i jeho výsledky ve vzdělávání (Lebeda et al., 2022b).

⁷ Percentil je statistický parametr určující pozici měřené hodnoty v rámci celé populace stejného věku a pohlaví. Vyjadřuje tedy relativní postavení žáka výzkumného šetření vůči jeho vrstevníkům posuzovaným na stupnici od 0 do 100. Každý jeden percentil proto vyjadřuje jednu setinu frekvence výskytu v rámci celé populace.

Uvedená zjištění je velmi důležité z našeho pohledu zohlednit při koordinované státní podpoře znevýhodněných regionů v České republice. Nutné je však pochopit a znát i konkrétní mechanismy rodinného zázemí, působící na úspěch žáků ve školním prostředí. Jedině tak můžeme najít správný směr podpůrných strategií z pohledu samotných rodin a dětem s nízkým SES pomoci dosáhnout spravedlivých vzdělávacích výsledků (Barone, 2006; Byun et al., 2012; Tan, 2015; Puzic et al., 2016).

Do jaké míry ovlivňuje jedince prostředí rodiny, ve které vyrůstá, zůstává předmětem mnoha odborných diskuzí a názory na tuto skutečnost se mnohdy značně liší (Kraus et al., 2001; Svoboda & Morvayová, 2010; Scourfield et al., 2006). Výzkumy sociálních nerovností ve vzdělávání například jasně ukázaly mnohem menší pravděpodobnost u znevýhodněných dětí, že získají vysokoškolské akademické vzdělání (Goodman & Gregg, 2010). Dalším důležitým závěrem některých šetření je i skutečnost, že sociálně a ekonomicky slabší děti jsou ve srovnání se svými průměrně dosahujícími a ekonomicky zvýhodněnými vrstevníky velmi často ve vzdělávání akademicky předběhnuty (Feinstein, 2003; Tomlinson, 2013). Booth et al. (2020) kupříkladu zkoumali i efekt a dopady rozhovorů mezi rodiči a dětmi, kdy kladení otázek a podněcování kritického myšlení má značně pozitivní vliv a účinně podporuje vznikající přírodovědnou gramotnost dětí.

Studie SES jsou však často na odborné úrovni kritizovány za to, že omezují svůj rozsah výzkumu pouze na vztah k akademickým výsledkům a nezkoumají širší souvislosti uvedené problematiky (Creemers & Kyriakides, 2008). Ačkoliv domácí prostředí zůstává jedním z nejsilnějších faktorů ovlivňující školní výkon, špatné výsledky automaticky nevyplývají jen ze znevýhodněného domácího zázemí. Vzájemným působením těchto vnitřních a vnějších faktorů se zabývalo již více autorů (Bond et al., 2001; Fletcher et al., 2003; Heckman, 2006; McClelland et al., 2006; Průcha, 2012; Korbel & Paulus, 2017; Kowalski et al., 2019).

Sun et al. (2012) přepokládají, že faktory ovlivňující přírodovědnou gramotnost z pohledu školy lze rozdělit do dvou oblastí. První oblast vlivů obsahuje proměnné, jako jsou finanční zdroje školy, umístění školy, počet žáků, sociálně ekonomický stav a kvalita lidských zdrojů (představující podíl plně kvalifikovaných učitelů). Druhá oblast zahrnuje proměnné týkající se toho, co je označované jako klima školy. Příkladem je samotná autonomie školy v rozhodování, konkrétní školní aktivity na podporu učení žáků přírodních věd a průměrná doba výuky za týden. Obecně však neexistuje všeobecná shoda v odborné literatuře na to, jaké proměnné na úrovni školy souvisí s výkonem v přírodních vědách. Pro porovnávání výsledků jednotlivých škol z hlediska výzkumů se však ukazuje za stabilnější faktor využívat průměrný socioekonomický status (Gillece et al., 2010).

Omezený počet studií naznačuje, že samotný učitel či učební klima jsou schopny eliminovat vytvořené mezery v dosažených výsledcích mezi žáky (Desimone & Long, 2010; Huang & Zhu, 2017). Na třídní klima může mít jistý vliv i velikost konkrétní třídy. Navzdory tomu objektivních výzkumných poznatků o vztahu velikosti tříd a efektivnosti edukačního procesu je málo a nesvědčí jednoznačně o pozitivním efektu vyvolaném nízkým počtem žáků (Průcha, 2006). Avšak se jasně ukazuje, že příznivé klima třídy usnadňuje motivaci a učení žáků (Hamre & Pianta, 2001; Fan, 2012; Mikk et al., 2016). Různé složky života třídy, interakce mezi žáky navzájem a samotným učitelem totiž pozitivně přispívají k rozvoji motivace, která se následně společně s dalšími prvky školního prostředí promítá do oblasti školního výkonu (Patrik et al., 2007).

Motivace je nutnou podmínkou rozvoje schopností žáků, neboť na její úrovni a kvalitě úzce záleží rozvoj obecných schopností dětí. Naproti tomu její nedostatek může vést a být příčinou neúspěchu ve škole (Cameron & Maginn, 2012). Čabalová a Podroužek (2013) doporučují v přírodovědné výuce využívat pro aktivizaci a motivaci žáků tzv. badatelsky orientované vyučování. Jeho přínos reflektují i další četné studie poukazující na pozitivní vliv u žáků v oblasti zlepšení jejich učebního

výkonu (Chiang et al., 2014; Minner et al., 2010; Caro et al., 2016; Lazonder & Harmsen, 2016). Charakteristickým rysem badatelsky orientované výuky je rozvoj znalostí, dovedností a postojů (Dostál, 2015), relativně samostatným poznáváním a zkoumáním přírodního světa (Kuo et al., 2015).

Vzdělávací proces je v praxi ovlivňován mnoha okolnostmi, je však významně utvářen přesvědčením pedagoga a jeho pojetím výuky. Můžeme tím rozumět soubor učitelových názorů, přesvědčení, postojů a argumentů. Je možné do uvedené problematiky zahrnout také využívané strategie a metody výuky, konkrétní řízení učební činnosti žáků učitelem, způsoby interakce a komunikace vzhledem k cílům a obsahu vzdělávání či k učebním schopnostem žáků (Brtnová Čepičková, 2005). Pro učitele je proto důležité mít určité znalosti o základních přírodovědných faktech. Umožňuje mu to nejen porozumět důležitým otázkám souvisejícím s přírodními vědami, ale i hodnotit platnost těchto informací (Maienschein 1999).

Některé výzkumy přesto poukazují na fakt, že učitelé základních škol se cítí být méně připraveni a kompetentní učit přírodovědné předměty (Stiggins, 2002; Volante & Fazio, 2007; Hamlin & Wisneski, 2012). Chybí jim především obsahové znalosti k vysvětlování přírodních jevů, popřípadě postrádají dovednosti a sebevědomí pro smysluplnou integraci poznatků z hlediska vzdělávání žáků (Bybee, 2003; Sumida, 2004; Gerde et al., 2013). Věnovat proto pozornost otázce toho, co si učitelé myslí a co vědí, je důležité pro plánování a realizaci dalšího vzdělávání učitelů. Podstatou výběru metod a strategií vyučování je porozumění učivu učitelem a jeho přesná představa o kognitivních schopnostech a konkrétních učebních procesech dětí (Brtnová Čepičková, 2005).

Role učitele a jeho znalosti jsou při vytváření přírodovědné gramotnosti u žáků ve škole naprosto klíčové (Shulman, 1987). Učitel by měl proto rozumět povaze přírodovědného poznání a umět správně aplikovat koncepty, principy, zákony a teorie při řešení problémů (Rubba & Anderson, 1978). Učitelství je profesí, založenou na vysoké úrovni interdisciplinárních znalostí předmětových, pedagogických, didaktických a pedagogicko-psychologických, se širokým všeobecným rozhledem v oblasti společenskovědní, humanitní, přírodovědné a technické (Vašutová, 2004). Učitel řídí na základě těchto kompetencí proces žákova učení, individualizuje ho z hlediska času, tempa a hloubky míry pomoci (Brtnová Čepičková, 2005). Kvalita učitele je všeobecně považována za klíčový faktor, který zásadním způsobem ovlivňuje vzdělávání (Švecová et al., 1997; Průcha, 2002; Reeve & Cheon, 2014; Reeve, 2016). Vysoká připravenost učitelů na výuku ve všech směrech je v dnešním moderním světě nutnou podmínkou ke kvalitní výuce přírodovědných předmětů (Škoda & Tirpák, 2019).

Mezi další činitele působící na podmínky, průběh a výsledky vzdělávání žáků v přírodních vědách, lze zařadit sociodemografické proměnné působící na žáka. Diskutuje se totiž nad tím, jaký vliv má pohlaví či velikost místa bydliště (Gibb et al., 2008; Matějů & Smith, 2014; Lebeda et al., 2022). Pokud bychom se zaměřili na genderové rozdíly žáků v průměrném výkonu v přírodních vědách, tak ty jsou v porovnání s ostatními dovednostmi hodnocenými v mezinárodních výzkumech poměrně malé (Brotman & Moore, 2008; Farland-Smith, 2009; EACEA, 2011). Mezinárodní studie například poukazují i na určitou vazbu mezi samotným postojem žáků k přírodovědnému vzdělávání a jejich výsledky v přírodních vědách (Aschbacher, Li & Roth, 2010). Nemusíme zde dlouze polemizovat nad tím, že negativní postoje k užitečnosti přírodovědného poznání činí takové vzdělávání obtížné (Wang & Staver, 2001). Bohužel Česká republika patří v šetření TIMSS 2019 mezi země s nejnižší oblibou přírodovědy mezi žáky čtvrtých ročníků (Tomášek et al., 2020). Výzkumy potvrzují, že interindividuální rozdíly ve vědeckém myšlení se vytvářejí již během základního vzdělávání (Bullock et al., 2009) a ovlivňují později výkon a výsledky dospívajících ve schopnosti řešit vědecké problémy (Kwon & Lawson, 2000). Hledání těchto faktorů a diskuse příčin je proto podle našeho názoru klíčovou součástí změny současné situace. Vzhledem k některým dalším dílčím publikovaným studiím může souviset vyšší úroveň přírodovědné gramotnosti u jedince i s jeho kvalitnějším zdravotním stavem (Rowlands et al., 2015; Rudd, 2010), celkově lepšími

dosaženými výsledky ve vzdělání (Morgan et al., 2016), mnohem větší společenskou participací (Miller, 2012; Rudolph & Horibe, 2016; Vanegas Muñoz et al., 2019) a významnějším pracovním postavením (Austin & Arnott-Hill, 2014).

V této kapitole jsme pojednali o roli socioekonomického statusu (SES) samotné rodiny, kognitivních schopnostech dětí, úloze školy a učitele, velikosti či příznivém klimatu třídy. Za velmi důležitý považujeme i samotný vztah žáků ke škole (Creemers, 2006). Avšak míra sounáležitosti českých žáků se školou je podle šetření TIMSS 2019 opět jedna z nejnižších v porovnání s jejich vrstevníky z ostatních zemí Evropské unie (EU) (Tomášek et al., 2020). Je důležité si však uvědomit, že právě v období mladšího školního věku se upevňuje správný postoj ke škole (Svoboda et al., 2020).

III. MOŽNOSTI ROZVOJE PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOSTI

V období mladšího školního věku se klíčovým momentem při rozvoji přírodovědné gramotnosti stává aktivní interakce žáka s látkou, učivem (Brtnová Čepičková, 2013). V minulosti se cíle vzdělávání, zvláště při uvažování o výuce přírodovědných předmětů (Biggs, 1996), dělily podle oblastí rozvoje žákovi osobnosti na kognitivní (vzdělávací), afektivní (postojové) a psychomotorické (Bloom, 1956). Dnes je však již tento pohled mnohem širší a zahrnuje například i složky intelektuální, postojové, komunikativní, sociální, morální či kooperativní (Holbrook & Rannikmae, 2007).

Přírodovědné vzdělávání musíme chápat nejen jako pochopení podstaty přírodních věd, nýbrž i jako oblast podpory osobního a společenského rozvoje jedince v sociálněvědních problémech. Jen takový přístup umožňuje osobním a sociálním složkám učení, hrát relevantní a motivační roli u žáků při zvyšování jejich přírodovědné gramotnosti (Sadler & Zeidler, 2005; Zeidler et al., 2005).

Výuka přírodovědných předmětů by proto měla probíhat pomocí kontextu konkrétní situace, nikoliv prostřednictvím identifikace podstatného obsahu. Uvedený pohled představuje zásadní změnu zaměření výuky přírodovědných předmětů. Ve svém pojetí znamená, že žádný přírodovědný obsah (závislý do značné míry na kultuře a společnosti) není pro výuku podstatný a klíčové je pro přírodovědné vzdělávání získat především sociální dovednosti (Roth & Lee, 2004), aby jedinec jednal odpovědným způsobem a měl schopnost učit se a přizpůsobovat měnící se společnosti (Shamos, 1995; Bybee, 1997).

Můžeme tedy uvedené vyjádřit jako vzdělávání zaměřené na společenskovední problémy (Zeidler & Keffer, 2003), ve které je samotná povaha vědy propojena s osobní a sociální doménou žáka (Holbrook & Rannikmae, 2007). Jedná se o výuku zaměřenou na učení a rozvoj schopností, umožňující účast žáků v rozhodovacích procesech každodenního života (Moraes et al., 2022). Prioritním cílem se proto stává porozumění okolnímu světu dětmi a to prostřednictvím poznání přírodních jevů přítomných v jejich každodenním životě (Cachapuz et al., 2005; Gil & Vilches, 2001). Schopnost kriticky zkoumat a dělat promyšlená rozhodnutí týkající se těchto otázek jsou považovány za hlavní cíl přírodovědného vzdělávání (OECD, 2001; Rutherford & Ahlgern, 1990).

Námi uvedené závěry se vztahují i k myšlenkám vzdělávání pro udržitelnost (*education for sustainability*) (Thomas, 2009; Sterling, 2011). Smyslem takového vzdělávání je rozvoj dovedností ve vztahu k utváření společnosti udržitelným způsobem (Sjöström et al., 2015) a společenská (občanská) participace na těchto změnách (Simonneaux, 2014). Navzdory složitosti takových myšlenek lze tvrdit, že společenskovední diskuse přispívá k rozvoji přírodovědných dovedností žáků. Nicméně stále zůstává otázkou, jak uvedenou představu co nejlépe realizovat z pedagogického hlediska ve výuce (Bryce & Gray, 2004; Day & Bryce, 2011). Soudobá psychologie velmi ovlivnila výzkumy v oblasti vzdělávání a stále roste počet prací týkajících se procesů učení, zpracovávání informací a s tím souvisejících charakteristik žáků (Mysterud, 2003; Goswami, 2006; Qiu, 2018).

V textu naší monografie si neklademe za cíl postihnout vybranou problematiku v celé její šíři. Bližší pozornosti by však rozhodně zasluhovala oblast teorií vzdělávání (Bertrand, 1998) a to s ohledem na konstruktivistické teorie (Kuthan et al., 2018). Konstruktivismus jako takový zdůrazňuje proces aktivního vytváření vlastních poznatků jedincem prostřednictvím činnosti (aktivity) a sdílením tohoto poznání s ostatními (Čepičková Brtnová, 2013). V konstruktivistickém pojetí vyučování je kladen důraz na princip problémovosti a následné uspořádání poznatků je chápáno jako odpověď jedince na problémové situace (Spilková et al., 1996). Takto pojatá výuka musí být založena na méně tradičních organizačních formách a vyučovacích metodách.

Jsou to zejména skupinová a individualizovaná výuka, kooperativní výuka, práce na projektech, dialogické vyučovací metody (dialog, diskuse). Metod rozvíjející motivaci žáků ve vyučování je velké množství a souvisí především s tvořivostí učitele v organizování konkrétní výuky. Následná volba je ovlivněna zejména obsahem samotného vyučování (Tirpák & Škoda, 2018). Při navrhování intervencí k úspěšné podpoře je nutné tedy diskutovat a kriticky posoudit současné možnosti a výukové metody ve vztahu k rozvíjení přírodovědné gramotnosti.

Výukové metody patří mezi základní didaktické kategorie v procesu výuky a slouží k dosahování vzdělávacích cílů. Z hlediska jejich úspěšnosti jsou však výzkumná zjištění ohledně výhod tradičních a moderních výukových metod do značné míry sporná (Lebeda et al., 2022). Některé ze závěrů totiž poukazují na pozitivní vliv tradičních vyučovacích postupů na výsledky žáků (Lavy, 2011; Schwerdt & Wuppermann, 2011; Bietenbeck, 2014). Na druhé straně můžeme reflektovat šetření poukazující na poměrně malý, či dokonce negativní efekt alternativních vyučovacích postupů, jako jsou studie zaměřené na zdůrazňování aplikací v reálném životě či práce v malých skupinách (Goldhaber & Brewer, 1997; Lavy, 2011; Bietenbeck, 2014). Pouze na základě těchto zjištění ovšem nemůžeme nesporně tvrdit, že tradiční metody jsou oproti alternativním obecně kvalitnější pro dosahování lepších vzdělávacích výsledků žáků.

Současné trendy v přírodovědném vzdělávání však poukazují na nezbytnost určité míry kooperace, a proto je vhodné využívat a kombinovat projektovou (*project-based teaching*) a kooperativní výuku (*cooperative learning*) (Čábalová & Podroužek, 2013). Maňák a Švec (2003) je řadí mezi inovativní výukové metody, jež jsou charakteristické proměnou v postavení učitele a žáka. Aktivním činitelem ve výuce se stává žák vyhledávající si získané informace a spolupracující s ostatními na jejich zpracování. Na oba modely výuky je v odborné literatuře nahlíženo různorodě, je tudíž nutné v další části textu provést jejich podrobnější rozbor.

Z našeho pohledu chápeme kooperaci jako společnou lidskou činnost, směřující ke společnému cíli, kooperativní výuku jako souhrn strategií, metod a technik výuky založených na spolupráci žáků při dosahování společného cíle v malých skupinách (Kasíková, 2004; Zormanová, 2012).

Pokud bychom se zaměřili na identifikaci klíčových prvků při vytváření skupin u kooperativního učení, je třeba v jejich struktuře vždy zakotvit pět klíčových prvků (Gillies, 2014). První složka zahrnuje nastolení stavu pozitivní nezávislosti na cíli. Členové skupiny musí pochopit, že se od nich vyžaduje nejen schopnost dokončit svou část práce, ale zajistit totéž i u ostatních. Závisí na tom totiž úspěch všech, což následně rozvíjí ve skupině soudržnost. Jedná se o přímý důsledek společného vnímání vzájemné úzké závislosti, vytvářející impuls pro společnou spolupráci všech členů. Druhý prvek představuje poznání jednotlivých členů skupiny, že jsou individuálně odpovědní za určitý konkrétní úkol ve skupině a zároveň povzbuzují ostatní, aby dělali totéž. Děti lépe spolupracují, když se naučí interpersonálním dovednostem v malých skupinách. Mezi potřebné patří řízení skupinových interakcí a aktivní naslouchání během diskusí, jež ve skutečnosti tvoří třetí klíčovou součást chování žáka v kooperativním učení. Důležité je i srozumitelné vyjadřování vlastního nápadu a to bez znevažujících komentářů ostatních, konstruktivní kritika nápadu druhých či přijetí odpovědnosti za své chování. Předposlední čtvrtou komponentou je podpůrná interakce v samotné skupině, představující vzájemné povzbuzování, naslouchání, výměnu nápadů a nabízení konkrétních vysvětlení ostatním. Poslední se dotýká principu společného zhodnocení, umožňující členům hromadnou diskuzi a uvažování o dosažených cílech (Johnson & Johnson, 1990).

Učení v kooperativním prostředí je proto závislé na sociálně strukturované vzájemné výměně informací mezi žáky ve skupině, ve které jsou motivováni a zodpovědní i za učení ostatních (Olsen & Kagan, 1992; Hancock, 2004). Chceme-li v přírodovědném vzdělávání využívat kooperativní výuky, pak je kriticky důležitá pro celkový úspěch již volba úkolů a aktivit učitelem

vyžadujících a podněcujících interakce mezi jednotlivými členy skupiny (Shachar & Sharan, 1994). Kooperativní výuka však přináší lepší výsledky v porozumění přírodních věd a ve výkonnosti žáků při získávání vědomostí než při uplatnění tradičních výukových metod (Cohen, 1994; Johnson & Johnson, 2002; Hanze & Berger, 2007).

Jedním z inovativních modelů ve výuce přírodních věd je i projektová výuka (Afifah et al., 2019), jež má konstruktivistický charakter vytváření znalostí (Keser & Karahoca, 2010). Při jejím využívání je však potřeba porozumět integraci učiva v oblastech o přírodě a společnosti (Čábalová & Podroužek, 2013). Mezi výhody projektové výuky pro žáka i učitele však patří především možnost rozšíření inovací ve výuce, práce s různými informačními zdroji, využívání rozmanitých způsobů hodnocení, rozvoj tvořivosti a kritického myšlení u dětí (Šafránková, 2019). Nejdůležitějším prvkem je však vlastní aktivita žáků doprovázená dobrým pocitem z učení a jejich spokojeností (Krajčovičová & Cápav, 2012). Žáci totiž musí využívat řadu dovedností, jako jsou týmová práce, řízení konfliktů, rozhodování a komunikační schopnosti. Mají příležitost věnovat se svým vlastním otázkám a hledat na ně ve společných diskusích odpovědi, čímž vytvářejí pozitivní vztah k poznávání a učení (Musa et al., 2011). Projektová výuka zahrnuje komplexní přístup k procesu učení, umožňující zapojení a motivaci žáků do autentického zkoumání problémů (Darling-Hammond, 2008). Podstatou je tedy realizování projektu žáky od jeho elementárního plánování až ke konkrétním výstupům a konečnému výsledku, včetně zprostředkování své zkušenosti ostatním žákům a učiteli (Čábalová & Podroužek, 2013). Při práci na projektech dochází u žáků k integraci znalostí z jiných oblastí a využití vlastních zážitků z mimoškolních aktivit (Keser & Karahoca, 2010).

V uvedeném nalézáme podle našeho názoru možný přesah do výuky přírodovědných předmětů. Během projektového vyučování se hranice mezi různými předměty narušují. Dochází k objevování vztahů mezi jevy (mezipředmětové vztahy), hledají se způsoby řešení problémů, vytvářejí se předpoklady zjištěné při pozorování, nastává diskuse a sdělují se nápady ostatním či se tvoří hypotézy a pokládají otázky ohledně pozorovaných jevů (Panasan & Nuangchalerm, 2010). Pro zdárnou realizaci projektové výuky v přírodovědném vzdělávání je však nezbytné chápat výuku jako interaktivní model umožňující řešit problémy spojené s přírodou a společností.

Kromě kooperativní a projektové výuky je pro rozvoj přírodovědné gramotnosti možné využívat i metod badatelsky orientované výuky (*inquiry-based teaching*), přispívající v prvních letech školní docházky k rozvoji přírodovědné gramotnosti (Moraes et al., 2022). Ve většině případů je badatelsky orientované vyučování (IBSE, *inquiry-based science education*) chápáno jako vyučovací metoda založená zejména na provádění pokusů. Součástí badatelsky orientovaného vzdělávání je i řešení problémů, zahrnující jejich identifikaci a následné kladení otázek, plánování, vedení a reflexi, zpracování, analýzu, interpretaci důkazů a sdělování vlastních zjištění. Je nutné si uvědomit, že tabulky, diagramy a grafy vytvořené během vědeckého bádání, poskytují žákům smysluplné a konkrétní způsoby, jak diskutovat o konceptech vztahů rovnosti a nerovnosti, tedy uvažovat o vztazích (Epstein, 2006). Experimentování, analyzování, interpretování a chápání vědeckých jevů při badatelsky orientovaném vyučování naopak pomáhá dětem vytvářet si své vlastní představy (Brenneman & Louro 2008). Proto získávání kompetencí, porozumění, zájem a postoje představují hlavní cíle uvedeného vzdělávání (Harlen, 2013).

V této souvislosti je nutné podotknout, že v šetření TIMSS 2019 je zastoupeno pět základních postupů důležitých pro vědecké bádání v jakémkoliv oboru a žáci se je musí ve výuce přírodovědných předmětů naučit a osvojit. Tyto postupy jsou vázány na kontext zkoumaného přírodovědného tématu a vyžadují od žáků uplatnění různých kognitivních činností. První z nich je schopnost formulace otázek na základě vlastního pozorování, které je nutnou součástí jakéhokoliv vědeckého zkoumání a pozorování jevů okolního světa. Druhým vědeckým postupem je tvorba důkazů s následným testováním hypotéz, vyžadující především způsobilost v navrhování a provádění systematických výzkumů a kontrolovaných experimentů. Třetím okruhem je systematická práce s daty a jejich popis,

případně vizuální znázornění a zobecnění typických projevů a vztahů. Důležitým čtvrtým způsobem práce je odpovídání na výzkumné otázky, představující důkazy z pozorování a výzkumů společně s teoriemi k zodpovídání těchto otázek. V neposlední řadě je zde nutná znalost postupu argumentování na základě důkazů k prokázání smysluplnosti vlastních závěrů a vysvětlení jejich aplikování na nové situace (ČŠI, 2020). Tento kumulativní a cyklický proces získávání znalostí a změn zahrnuje schopnosti vytvářet, testovat a revidovat hypotézy a reflektovat tento postupný proces (Wilkening & Sodian, 2005). Nezbytnou podmínkou je však jistá změna v interpersonálních vztazích mezi učitelem a žáky ve vyučování. Totiž nutnou akceptaci žáka jako aktivního subjektu vyučování, hledajícího vlastní poznání a vyžadujícího záměrnou koordinaci teorie a důkazů (Kuhn, 2002).

Závěrem této kapitoly bychom se chtěli zaměřit na slovní dialogickou metodu diskuse. Z několika provedených zahraničních studií lze totiž reflektovat pozitivní dopad intervencí zaměřených právě na dialogické vyučovací metody při výuce přírodovědy (dialog, diskusi), včetně písemné i ústní formy (Cavagnetto, 2010; Archila et al., 2018; Casado-Ledesma et al., 2021). Cigdemoglu et al. (2017) například provedli u dětí intervenci založenou na diskusi přírodovědných poznatků ohledně kyselin a zásad. Jejím výsledkem byl závěr, že takto pojatá výuka zvyšuje přírodovědnou gramotnost v oblastech znalostí a kompetencí. Naproti tomu Hand et al. (2018) zjistili, že aplikování prvků diskuse ve vyučování přírodovědy významně ovlivňuje kritické myšlení a to zejména u dětí s nízkým socioekonomickým postavením. Dai et al. (2021) dospěli ke stejným závěrům, potvrzující vliv argumentačních praktik historických vědeckých narativů na zlepšení učení.

IV. VYMEZENÍ KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ A MOŽNOSTI JEJICH TESTOVÁNÍ

Ke stěžejním oblastem teoretického výkladu naší publikace jednoznačně patří i vymezení odborného rámce ústředního tématu kognitivních schopností (cognitive abilities). Kognitivní funkce (jinak řečeno funkce poznávací) patří mezi základní činnosti našeho mozku (Klucká & Volfová, 2016) a znamenají způsobilost člověka přijímat, zpracovávat a správně používat relevantní informace (Plaňava, 2005).

Souvisí s mentálními dovednostmi, nezbytnými v rámci každodenního fungování jedince a to včetně jeho práce či volnočasových aktivit. Tyto schopnosti umožňují jednotlivcům nejen vědět, uvědomovat si, myslet, konceptualizovat, používat abstrakce, zdůvodňovat či být kreativní, ale také získávat, interpretovat, organizovat a využívat informace (Almahdawi & Almomani, 2013). Prostřednictvím kognitivních funkcí člověk vnímá svět kolem sebe, jedná, reaguje a zvládá obtížné životní situace (Plevová, 2019).

Mezi základní kognitivní funkce řadíme především pozornost, paměť a myšlení (Klucká & Volfová, 2016). Z hlediska jejich širokého pojetí lze do kognitivních funkcí zahrnout rovněž koncentraci, pozornost, řečové funkce, rychlost myšlení, schopnost pochopení informací (Cowan et al., 2017). Sternberg (2002) rozčleňuje kognitivní schopnosti na složky strategické, které plánují, řídí a vyhodnocují intelektovou činnosti, složky výkonné a složky zajišťující informace.

Zkoumání a hodnocení kognitivních schopností u dětí jako výkonových komponent proto může poskytovat pro pedagogickou praxi důležité informace ve vztahu ke školnímu výkonu žáků. Naopak včasné zjištění jejich deficitů umožňuje vhodnou intervenci již v raném dětství a efektivně tak eliminuje případné budoucí studijní problémy. Pochopení podstaty vztahu mezi kognitivními schopnostmi a studijními výsledky má proto široké důsledky a uplatnění v teorii i praxi (Rohde & Thompson, 2007).

V textu publikace se snažíme hledat odpovědi na otázky vlivu kognitivních schopností na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy. Kognitivní vývoj se podle Piageta (1972) uskutečňuje ve stádiích, kterých se dosahuje pomocí ekvibrace (vyvažováním). Mnoho teoretiků kognitivní psychologie se však s názorem Piageta (1972) neztotožňuje (Case, 1992; Halford, 1993; Jensen, 1998; Morra, 2000). Řada těchto autorů zastává názor, že kognitivní vývojové fáze fungují mnohem flexibilnějším způsobem a záleží především na typu problému i mnoha jiných okolnostech (například jaký způsob myšlení dítě použije). Z hlediska kognitivního vývoje u dětí je nutné akcentovat i působení sociálního a hmotného prostředí či jejich předchozí zkušenosti (Sternberg, 2002). Uvedené vlivy a předchozí zkušenosti umožňují zdůraznit předpoklad, že mentální konstrukce jsou vytvářeny v těsném vztahu s prostředím, ve kterém jsou i konstruovány (Fischer & Pipp, 1994). Logické uvažování má především induktivní charakter, postupuje od specifické zkušenosti k zobecňujícímu závěru (Thorová, 2015). Spolu s vývojem myšlení se rozvíjí i řeč, kdy její celková úroveň zásadně ovlivňuje průběh, kvalitu i výstupy vzdělávacího procesu (Bendová, 2012) a významně souvisí s dovednostmi čtení a mluveného jazyka (Durand et al., 2005; Trpišovská & Vacínová, 2006; Cowan et al., 2011). Lidská činnost je organizovaná, proměnlivá a zásadně se měnící. Charakteristickým znakem dynamické povahy lidského chování je její všudypřítomná přizpůsobivost, umožňující reagovat na změny různých situací a ve vztahu ke konkrétnímu sociálnímu kontextu (Chomsky, 1995).

Na tomto místě je nutné zmínit také pravděpodobně nejznámější taxonomii kognitivních cílů podle Blooma (Bloom, 1956). Teorie vymezuje šest hierarchicky uspořádaných poznávacích (kognitivních) cílů výuky, mezi které řadíme: znalost (vědomost), pochopení, aplikaci, analýzu,

syntézu a hodnocení. Dosažení vyšší úrovně poznání vyžaduje vždy splnění předešlé. Uvedené znamená určité relativní zjednodušení procesu učení, při kterém jsou nutné nejdříve konkrétní znalosti, následované procesem porozumění a jejich aplikací. Jedná se však o nezbytný postup umožňující žákům zapojit se do více sofistikovaného a kreativního učení, jako je analýza, syntéza a vyhodnocování. Všestrannost takového přístupu je možné vidět v jeho použití ve všech úrovních vzdělávání, od mateřské školy až po vysokoškolské studium (Granello, 2001; Athanassiou et al., 2003; Bissell & Lemons, 2006). Je třeba mít přitom na paměti, že by učitel měl u žáka naplňovat všechny tyto kognitivní cíle (Zormanová, 2014).

Při vstupu dítěte do školy se významně mění všechny poznávací procesy (Trpišovská & Vacínová, 2006). Mezi důležité schopnosti predikující vysoký školní výkon patří pozornost (Barriga et al. 2002; Duncan et al., 2007; Pagani et al., 2010). Dobře rozvinutá schopnost pozornosti je důležitým činitelem náročných učebních, pracovních i zájmových činností (Čáp, 1997). Podle Vágnerové (2004) pozornost úzce souvisí s pamětí a je funkcí vědomí zajišťující její zaměření určitým směrem. Prostřednictvím pozornosti aktivně zpracováváme omezené množství informací z obrovské zásoby údajů z dlouhodobé paměti, jakož i informace dopadající v daném okamžiku na naše smyslové systémy (Sternberg, 2002). Kvalita pozornosti ovlivňuje efektivitu kognitivních operací (Vágnerová, 2005). Závisí na ní úroveň aktuální orientace v prostředí a získávání důležitých informací (Valenta et al., 2018).

Přesto vztah mezi pozorností a školním výkonem není stejně silný, jako je tomu například z pohledu obecné inteligence (Duncan et al., 2007). Inteligence je v našem pojetí způsobilost determinující kognitivní operace, jejíž podstatou je objevování a chápání různých vztahů myšlení a řešení problémů. Přestože pozornost a obecná inteligence spolu souvisejí (Gordon et al., 1990; Buehner et al., 2006), mohla by právě vyšší pozornost plně se zapojit do úkolu vysvětlovat různé rozdíly ve školním výkonu nad rámec obecné inteligence. Myšlenka možné interakce mezi pozorností a obecnou inteligencí podporují i některé studie, zkoumající děti s poruchou pozornosti a hyperaktivitou (ADHD) (Mayes & Calhoun, 2007). Další důležitou vlastností pozornosti je i její koncentrace (soustředění se), umožňující zaměření na určitý podnět. Neméně podstatným znakem je i distribuce (rozdělení) pozornosti a musíme zmínit i vigilitu, představující schopnost člověka přenášet pozornost z podnětu na podnět (Vostrý & Veteška, 2021).

Velmi intenzivně se v mladším školním věku rozvíjí i paměťové funkce, představující základní podmínku rozvoje psychických funkcí. S pamětí jsou úzce propojeny všechny kognitivní aktivity, neboť je spojena nejen s vnímáním, myšlením, prožíváním, ale i s jazykem a dostatečnou slovní zásobou (Vágnerová, 2016). Souvisí také s pozorností, neboť jejím prostřednictvím přijímáme, uchováváme a následně si vybavujeme nové informace, vjemy a zážitky (Klucká & Volfová, 2016).

Podle Guilforda (1967) působí faktory paměti a myšlení ve vzájemné interakci. V širším slova smyslu lze myšlení definovat jako proces zpracování a využívání informací (Nakonečný, 2015; Plevová, 2019). Naproti tomu paměťová schopnost je důležitou podmínkou učení a vzdělávání. Podle délky uchování konkrétních informací ji můžeme rozdělit na paměť krátkodobou, operativní, epizodickou a dlouhodobou. Struktura paměťového procesu se skládá z ukládání (zakódování) informací, jejich uchování v paměti (tedy retence) a následného vybavování (znovupoznání) (Průcha & Veteška, 2014).

Paměť je úzce propojena s učením a umožňuje jedinci jeho adaptaci na prostředí. Následná zkušenost (fixovaná v paměti) se projevuje v prožívání, uvažování i chování jedince. Paměť se však rozvíjí a zdokonaluje především činnostmi a učením tak, jako ostatní psychické procesy a vlastnosti (Čáp, 1997).

Možnost učení, zapamatování, přizpůsobování se měnícím podmínkám okolního prostředí dávají člověku myšlenkové procesy. Myšlení je vedeno snahou orientovat se v okolním světě a porozumět mu (Klucká & Volfová, 2016). Tento postup získávání znalostí a změn zahrnuje schopnosti vytvářet, testovat a přezkoumávat teorie a hypotézy a reflektovat tento proces (Mayer et al., 2014). Myšlení je považováno za nejsložitější kognitivní proces (Plevová, 2019). V posledních dvaceti letech řada výzkumů již prokázala, že uvedených psychických operací jsou schopné i děti (Bullock et al., 2009; Zimmerman, 2007). Výsledky některých šetření u dětí předškolního a primárního stupně vzdělávání naznačují základní dovednosti experimentování a hodnocení důkazů. Děti na základní škole například dokáží rozeznat mezi průkazným a neprůkazným (Sodian et al., 1991), preferují kontrolovaný experiment a odlišují mezi hypotézou a důkazy (Koerber et al., 2005). Jsou tedy schopny regulovat vlastní učební proces a zaměřit svou pozornost na usměrňování vlastní aktivity (Sternberg, 2002). Na druhé straně děti často nedokáží interpretovat vzorce empirických důkazů a vzít v úvahu účinky více než dvou proměnných (Kuhn et al., 1988). Více než dospělí mají také tendenci zkreslovat data, pokud zjištěné důkazy odporují jejich předchozím přesvědčením nebo znalostem (Amsel & Brock, 1996). Základní jednotkou myšlení je pojem, reprezentující celou škálu jednotlivých objektů a shrnující nejdůležitější vlastnosti příbuzných objektů (Klucká & Volfová, 2016). S myšlením úzce proto souvisí také řeč, umožňující lidem značně diferencovanou sociální komunikaci, logické myšlení, uvědomělou autoregulaci související se záměrným vytyčováním cílů a plánů k jejich dosažení a následnou kontrolu realizace (Čáp, 1997).

Obecné kognitivní schopnosti však hrají důležitou roli z hlediska přírodovědného myšlení (Hartig & Klieme, 2006), jsou nutné pro pochopení podstaty přírodních věd, porozumění teoriím, navrhování experimentů a jejich interpretaci (Hartig & Klieme, 2006; Koeppen et al., 2008). Přesto zkoumání vztahů mezi různými složkami přírodovědného uvažování nebyla doposud u dětí z pohledu longitudinálních šetření věnována velká pozornost (Bullock & Ziegler, 1999; Chen & Klahr, 1999; Wilhelm & Beishuizen, 2003; Lazonder & Kamp, 2012). Nicméně na základě dosavadních výzkumů se předpokládá, že i elementární přírodovědné uvažování u dětí mladšího školního věku lze měřit jako samostatný konstrukt, jež je odlišný od obecných kognitivních schopností (Bullock et al., 2009). Neboť děti jsou schopny chápání prostorových reprezentací k úsudkům, jako je například vyhodnocení hypotézy na základě dat zobrazených v grafu (Koerber & Sodian, 2009; Mayer et al., 2014). Musíme podotknout skutečnost, že interindividuální rozdíly v kognitivních schopnostech jsou v některých studiích považovány za nejdůležitější předpoklad školního úspěchu (Neisser et al., 1996; Deary et al., 2007; Mayes et al., 2009; Von Salisch et al., 2013).

V závěru kapitoly se ještě zmíníme o pojmu exekutivních funkcí (*executive functions*, EF). Mezi ně jsou totiž řazeny poznávací procesy, zajišťující samostatné a účelné jednání a myšlení člověka. Představují soubor dovedností pomáhajících ovládat a regulovat pozornost, jednání a chování člověka (Miyake et al., 2000; Huijzinga et al., 2006; Best et al., 2011). Stojí za plánováním, organizací činností a myšlením a jejich vzájemnou souhrou (Carlson, 2005; Wiebe et al., 2011; Diamond, 2013). Někteří odborníci považují exekutivní funkce za nadřazené ostatním kognitivním funkcím a předpokládají, že jsou spíše odpovědné za to, zda a jak naplánujeme, zahájíme a ukončíme činnost. Často jsou spojovány se specifickými kognitivními funkcemi, jako jsou vhléd, vůle, abstrakce či úsudek. Zahrnují plánování, organizaci či reagování na nové skutečnosti. Představují proces účelného chování člověka při zvládnání nároků běžného dne, určení si priorit, rozdělení složitějších činností do více kroků, ale uplatnění mají i při udržování běžných sociálních vztahů. Zatímco kognitivní deficit postihuje u jedince jeho specifické fungování, nedostatek exekutivních funkcí má globálnější charakter a vliv na všechny aspekty jeho chování (Klucká & Volfová, 2016).

Aktuální trend výzkumů kognitivních schopností se stále více opírá o výsledky kognitivní psychologie, věnující se primárně poznávacím procesům. Současná kognitivní psychologie totiž přichází s teorií, že děti se již narodí s určitými základními schémata myšlení a zkušenostmi je postupně doplňují, přizpůsobují, obohacují a mění. Ve vztahu k tomuto uvažování je zajímavou myšlenkou o těchto kognitivních predispozicích vrozená schopnost dětí rozumět fyzikálním konceptům. Podle této teorie jsou děti intuitivní fyzikové, rodící se s již elementárními schémata myšlení (nebo si je velmi záhy osvojují) o fyzikálních konceptech, jakými jsou gravitace, trvalost (permanence) předmětu a jeho setrvačnost. Je nutné upozornit, že tím není myšleno chápání abstraktních fyzikálních zákonů v pravém slova smyslu, ale vrozené schopnosti předvídat chování věcí ve fyzikálním světě (Thorová, 2015). Vzhledem k tomu, že kognitivní schopnosti jsou považovány za základ úspěchu téměř v každé lidské činnosti, objevila se nutná tendence tyto schopnosti zkoumat a objektivně měřit. Kognitivní testy se postupně staly součástí širokého výběrového ověřování jako predikce úspěchu a rozsahu sociálního chování (Herrnstein & Murray, 1994). Analýza odborné literatury zabývající se prediktory akademického úspěchu ukazuje, že je obecně spojována s kognitivními schopnostmi (Cattell, 1987; Neisser et al., 1996, Farsides & Woodfield, 2003, Colom & Flores-Mendoza, 2007; Sternberg et al., 2008).

Danner et al. (2011) například zjistili, že úroveň kognitivních schopností předvídá budoucí úspěch ve vědě, technice a matematice. Vybrané výzkumy dále deklarují i úzký vztah mezi obecnými kognitivními schopnostmi a učením (Benbow & Armand, 1990). Pokud bychom však měli na tomto místě v obecné rovině diskutovat faktory ovlivňující kognitivní schopnosti dětí, můžeme mezi ně při určitém zjednodušení zařadit především věk dítěte, pohlaví, socioekonomický status rodiny a úroveň vzdělání rodičů, školní prostředí či pořadí narození (Byrne & Watkins, 2003; Diaz, 2005; Van Kempen et al., 2012). Primární stupeň vzdělávání je však obdobím zcela klíčovým pro kognitivní i emocionální rozvoj dětí (Heckman et al., 2006).

Obecně výzkumy poukazují na fakt, že děti vychovávané v rodinách s vyššími sociálními a finančními zdroji si akademicky vedou lépe (Marjoribanks, 2003; Sirin, 2005). Naproti tomu žáci z rodin s nízkými příjmy jsou prokazatelně neúměrně více ohroženi školními potížemi a neúspěchy (Bos et al., 1999; McDermott & Spencer, 1997). Výzkumníci proto stále častěji zkoumají kognitivní schopnosti dětí a vzdělávací procesy ve vztahu k socioekonomickým faktorům (Coleman, 1988; McLoyd, 1998; Bradley & Corwyn, 2002; Bornstein & Bradley, 2003). Mechanismy pro pochopení tohoto vlivu však nejsou do současné chvíle zatím dostatečně prozkoumány. Nízký socioekonomický status (SES) však úzce souvisí se složitějším přístupem jednotlivce ke vzdělávání a vytváří značné mezery ve výsledcích ve škole (Duncan & Murnane, 2011). Další možná vysvětlení představují škálu faktorů, od nespravedlivého rozdělování zdrojů a příležitostí ve společnosti, až po variance v každodenních interakcích rodiny (Conger et al., 2002; Mistry et al., 2002; Chen, 2005), jako jsou specifické projevy chování rodičů, rodičovský styl či výchova (Feldman & Wentzel, 1990; Connell & Prinz, 2002; Davis-Kean, 2005). Významný kognitivní vývoj probíhá většinou v dětství a proto je i silně spojen se socioekonomickými faktory rodiny, kde děti tráví většinu svého času (Carlsson et al., 2015).

Současný výzkum však využívá celou širokou škálu ukazatelů SES, mezi které můžeme zařadit příjem rodiny, sociální postavení, vzdělání a povolání rodičů, etnickou příslušnost, osobnostní charakteristiky žáků a jejich zdravotní zdatnost či umístění školy.

Bylo prokázáno, že socioekonomický status rodiny (SES) ovlivňuje výkonné a kognitivní funkce dětí (Dotson et al., 2009). Ze zjištěných dat lze také odvodit závěr, že rozdíly v kognitivních schopnostech jsou geneticky více ovlivněny u dětí ve střední a vyšší střední socioekonomické třídě. Naopak u nižší se projevují spíše vlivy prostředí, například kvalita kognitivní stimulace dětí (Thorová, 2015). Každý jednotlivý psychický proces však prochází zvláště v dětství značnými změnami (Čáp, 1997). Z dlouhodobého hlediska má úroveň vzdělání rodičů pozitivní vliv

na kognitivní schopnosti dětí, neboť významně zvyšuje jejich školní docházku (Lynn & Vanhanen, 2002; Jones & Schneider, 2006; Aslund & Gronqvist, 2010). Zejména vzdělaní rodiče jsou si mnohem více vědomi důležitosti formálního vzdělávání při obohacování intelektuálních schopností svých dětí (Hertz et al., 2007). Ve větší míře se zabírají školní docházkou a zároveň poskytují mentální stimulaci dítěti, podporující mezigenerační přenos lidského kapitálu (Davis-Kean, 2005; Umek et al., 2005). Uvedené souvisí i se zdravějším životním stylem, jako je lepší výživa a hygienické prostředí rodiny (Cutler & Lleras-Muney, 2008). Vzdělanější rodiče mívají také vyšší příjmy, ze kterých si mohou hradit náklady na kvalitnější školství a zdravotní péči pro jejich děti (Ermisch, 2003; Monstad et al., 2008). Ho (2010) poukazuje ve svém výzkumu na to, že přírodovědná gramotnost žáků úzce souvisí s postoji rodičů k hodnotě vědeckých poznatků a jejich rodičovského zapojení. Zajímavou skutečností je například i to, že internalizující symptomy u dětí (příznaky zahrnující vyhýbání se společností, odtažitost a nesdílnost, úzkost, stažení se do sebe, sklíčenost a deprese, nadměrná sebekontrola) lze spojovat s nedostatky kognitivních funkcí a paměti (Vasa et al., 2007). Díky tomu mohou mít takové děti potíže s různými kognitivními úkoly zahrnujícími především řešení problémů (Emerson et al., 2005; Kristensen & Torgersen, 2008). Ke zvýšené úzkostlivosti může přispívat i příliš soutěživé prostředí ve třídě, neboť vytváří u žáků až nadměrně vysoký tlak na jejich výkon (Johnson et al., 1973). Z uvedeného textu můžeme učinit závěr, že vyšší míra kognitivních schopností chrání děti před účinky stresu, úzkosti a deprese (Der et al., 2009; Burt & Roisman, 2010; Weeks et al., 2014). Souvislost nižšího akademického výkonu byla již ve výzkumech potvrzena s příznaky úzkosti a deprese u dětí (Lin et al., 2011).

V. ROZVOJ KOGNITIVNÍCH SCHOPNOSTÍ U DĚTÍ MLADŠÍHO ŠKOLNÍHO VĚKU

V tomto textu pojednáváme o vývoji v mladším školním věku souhrnně, je však nutné podotknout určité významné rozdíly mezi dětmi na začátku a konci primární stupně vzdělávání.

Langmeier a Krečířová (2006) upozorňují na rozdíl první etapy (zhruba první dva roky školní docházky) a druhé etapy (do 10. – 11. roku, před začátkem pubescence). První etapa se vyznačuje pozvolnou adaptací na školní požadavky a průvodními jevy nestálosti a rozporů. Druhá je charakteristická vyšší úrovní sociálních vazeb mezi žáky, strukturou zájmů a formováním životně důležitých postojů.

Na kognitivním vývoji se podílí proces zrání (biologické vlivy) i učení (vlivy prostředí). Jedná se o proces celoživotní, i když k nejvýraznějším změnám dochází v období dětství (Thorová, 2015). Život dětí se skládá z rozmanitých činností, jako jsou hra, učení, práce či zájmové aktivity. Některé z těchto činností jsou ve svých požadavcích natolik mnohostranné, že mohou rozvíjet řadu psychických předpokladů. V odborné literatuře nacházíme velmi mnoho různých klasifikací výukových metod. Přikláníme se v tomto ohledu k dělení podle Maňáka a Švece (2003), kteří do této skupiny řadí metody diskusní, heuristické, situační a didaktické hry.

Významnou úlohu v socializačním procesu má především hra. Vede k osvojení celé řady dovedností, k rozvoji schopností, fantazie a kreativity (Wedlichová et al., 2009). Metody učení hrou mají významnou vzdělávací úlohu převážně v interdisciplinárních tématech vyžadujících u dítěte konkrétní schopnosti a dovednosti, jako je kritické myšlení, komunikace ve skupině, diskuse a rozhodování (Klement et al., 2017). Didaktické hry jsou cíleně zaměřené k rozvoji dovedností a znalostí dítěte, a to zejména těch kognitivních. Hra umožňuje navodit situace, ve kterých si můžeme u dítěte všimnout například délky soustředění pozornosti, reakcí na pokyny a pravidla, rychlosti rozhodování pro určitá řešení, předvídaní důsledků svých rozhodnutí. Uvedené herní situace mají pro pedagogiku velký význam (Vališová & Kasíková, 2011), neboť se používají v kognitivní oblasti k prohloubení poznání ve vybraných obsahových tématech (člověk, rodina, společnost, příroda) (Košátková, 2005). Promyšlené a předem připravené činnosti didaktických her umožňují v případě potřeby posoudit úroveň kognitivního vývoje dítěte a zároveň odhadnout jeho budoucí předpoklady. Specifickou oblastí z pohledu našeho uvažování jsou didaktické počítačové hry, umožňující zábavnou formou navozovat cílené činnosti zaměřené na rozvoj osobnosti dítěte. Podle obsahu mohou podněcovat tvořivost, rozvíjet koncepční a strategické myšlení, učit sociálním dovednostem a v neposlední řadě pozitivně působit na rozvoj počítačové gramotnosti (Klement & Dostál, 2018).

Je pochopitelné, že škola a školní vzdělávání hraje v rozvoji kognitivních schopností u dětí mladšího školního věku zcela zásadní roli. Práce učitelů při rozvoji kognitivních schopností dětí je v tomto ohledu stěžejní (Thorová, 2015). Ovšem rozdílnou efektivitu výuky zpravidla nevysvětlují základní demografické charakteristiky učitelů, jako jsou věk, zkušenosti nebo pohlaví. Pozornost se přesunula spíše k samotnému procesu a průběhu výuky (Rockoff, 2004; Korbel, 2022). Má-li být vzdělávací proces úspěšný, učitel nesmí využívat pouze instrukce, ale i praktická cvičení a ilustrace. Pokud totiž máme fungovat v neznámé situaci a cítíme se zároveň nejisti, naše pozornost a schopnost ukládat si informace do paměti klesá. Jestliže se dětem pomůže s organizováním pozornosti a aktivit, nemusí je nejistota snižující jejich výkon jakkoliv omezovat. K její redukci může posloužit učitelem vedený dialog, práce s motivací, vysvětlování, instruování, dotazování, opravování, usměrňování, zdůrazňování důležitého či vhodné povzbuzování (Thorová, 2015).

Výzkumníci, učitelé a rodiče již dlouho diskutují o tom, které vyučovací postupy jsou pro učení žáků

ve školách nejlepší. Tradiční vyučovací postupy zejména zvyšují faktické znalosti žáků a jejich kompetence při řešení běžných problémů, ale nemají významný vliv na rozvoj schopnosti uvažování. Účinky moderních vyučovacích postupů jsou přesně opačné. Výrazný pozitivní efekt na výsledky žáků mají proto aktivizující metody (Bietenbeck, 2014). Do centra pozornosti se proto dostávají přístupy k výuce více zaměřené na žáka a práce v malých skupinách. Domníváme se, že navzdory těmto snahám stále dominují ve školách spíše tradiční vyučovací postupy. Učitelé se totiž stále ve větší míře spoléhají na přednášení, opakování a memorování, aby transmisivní výukou naučili žáky základní fakta a postupy. Ani to však nelze úplně ztracovat, neboť některé studie nacházejí pozitivní dopady i těchto tradičních vyučovacích postupů (Schwerdt & Wuppermann, 2011).

Metody však nikdy nefungují odděleně od osoby učitele a třídy. Dopad samotných vyučovacích metod může kooperovat s dalšími aspekty, jako jsou udržování klimatu třídy (Stronge, 2018), osobnostní profil učitele či jeho plánování výuky (Korber, 2022). Tradiční a moderní vyučovací postupy proto podporují různé kognitivní dovednosti (Bietenbeck, 2014). Je také nutné si uvědomit, že vyučovací postupy jsou potenciálně důležitým determinantem učení. Algan et al. (2013) naznačují vliv moderních vyučovacích postupů na posílení důvěry mezi žáky. Nejedná se tedy jen o myšlenkové aktivity, ale také o samostatnost, či naopak kooperaci ve vyučovacích hodinách. Proto z našeho pohledu akcentujeme pro rozvoj kognitivních schopností u dětí mladšího školního věku především využívání aktivizujících metod výuky. Ty jsou totiž obvykle založeny na řešení problémových situací ve vyučování a podporují rozvoj tvořivého myšlení a spolupráci (Zormanová, 2012). Jednou z takových aktivit je navrhování a provádění experimentů. Demonstrační aktivity totiž mohou přiblížit žákům na prvním stupni základní školy situace skutečného okolního světa a poskytovat jim příležitosti aktivně přemýšlet a využívat praktických zkušeností při řešení daných problémů (Grace, 2001). Základní přírodovědné postupy si mohou žáci osvojovat prostřednictvím specifických činností, zaměřených na pozorování, kladení otázek, komunikaci, měření, předvídání či konstruování modelů. Uvedené postupy u dětí rozvíjejí jejich zvědavost a přirozenou motivaci ke zkoumání okolního prostředí, což dělá jejich učení smysluplnějším. (Buckleitner, 2002; Boudourides, 2003) Důležitou a přesto ne tolik využívanou metodou rozvoje kognitivních schopností u dětí mladšího školního věku je i diskuse. Díky svému potenciálu stimulovat myšlení a učení zůstává diskuse jednou z významných a v tomto textu již diskutovanou výukovou metodou (Rakow & Bell, 1998).

VI. OBECNÁ DESKRIPTIVE VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ

Cílem výzkumného šetření je zjistit, nalézt a porovnat odlišnosti v kognitivních schopnostech u vybraných skupin žáků čtvrtých ročníků základní školy ve vztahu k úrovni přírodovědné gramotnosti. Výzkumné problémy, jež jsou stěžejní k empirickému výzkumnému šetření, stanovujeme v následujících bodech:

- Jaké jsou odlišnosti v kognitivních schopnostech u žáků čtvrtých ročníků základní školy?
- Jaký je vztah mezi kognitivními schopnostmi u vybraných skupin respondentů a jejich úspěšností v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti?
- Jaké intervenující proměnné mají vliv na kognitivní schopnosti a úspěšnost žáka v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti?

Prvním cílem výzkumného šetření je na podkladě realizovaného výzkumného šetření zjistit, nalézt a porovnat odlišnosti v kognitivních schopnostech u žáků čtvrtých ročníků základní školy ve vztahu k úrovni jejich výsledků v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti.

Druhým cílem je zjistit, zda jednotlivé rozdíly ve výkonu v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti mohou předpovídat rozdíly v kognitivních schopnostech dětí, tedy na základě schopnosti používat abstraktní a symbolické vztahy a s těmito vztahy manipulovat. Jedná se v rámci kognitivních schopností o tři typy symbolů, představující slova, množství, prostorové, geometrické a obrázkové vzorce. Vizuální prostorové myšlení totiž představuje zásadní roli v osvojení podstaty vědeckých znalostí a k jejich interpretaci a používání (Mathewson, 1999; Wai et al., 2009). Námi zvolená metoda TKS umožňuje posoudit schopnost úspěšně pracovat s každým z těchto tří typů symbolů. Úspěšností je vždy míněno průměrné hodnocení v daném testu, případně součet bodů za jednotlivé položky či přepočtení do normativního skóru.

Naším třetím cílem je sledovat vliv vybraných proměnných, mezi které řadíme v rámci výzkumu řadu dílčích nezávisle intervenujících proměnných:

i) socioekonomický status rodiny (SES), *ii)* pohlaví, *iii)* školní hodnocení z předmětů matematiky a přírodovědy, *iv)* vztah žáků k přírodovědě.

Socioekonomický status (SES) je pravděpodobně nejpoužívanější kontextovou variací (Chiu, 2007). Akademická šetření opakovaně poukazují na fakt, že socioekonomický status rodiny je obecně důležitý při předpovídání výsledků dětí (Haveman & Wolfe, 1995; Huston & Bentley, 2010; Wang & Sheikh-Khalil, 2014) a to i ve vztahu k přírodovědné gramotnosti (Sun et al., 2012; Lam & Lau, 2014). Pro výpočet v našem výzkumu byla využita konstrukce proměnných v ABCDE socioekonomické klasifikaci (Nielsen Atmosphere, 2022). Základem této klasifikace je tzv. socioekonomické skóre domácnosti představující hodnotu jejího predikovaného příjmového indexu na základě znalosti hodnot proměnných vstupujících do výpočtu skóre (příloha 6). Obsahuje 8 kategorií A, B, C1, C2, C3, D1, D2 a E, které jsou definovány jako oktily socioekonomického skóre v populaci všech domácností ČR. V případě potřeby je možné používat následující slovní ekvivalenty pěti ABCDE písmenných nadskupin: A = vyšší třída, B = vyšší střední třída, C = střední třída, D = nižší střední třída, E = nižší třída.

Důležitou proměnou se stal i gender a školní hodnocení z předmětů matematiky a přírodovědy. Vzhledem k tomu, že zapojení do vědy zůstává vysoce genderové (Lee, 1997; Carlone & Johnson, 2007), náš zájem ve výzkumu rozšiřujeme i o zkoumání uvedené problematiky ve vztahu k přírodovědné gramotnosti a kognitivním schopnostem. Značná část dosavadního výzkumu

přírodovědné gramotnosti se totiž soustředila spíše na pedagogické inovace ve výuce přírodovědných předmětů, přípravu učitelů či na samotné výsledky žáků. Přesto oblast přírodovědné gramotnosti ovlivňuje i řada dalších faktorů, mezi které můžeme zařadit právě pohlaví, třídu či etnický původ (Drew & Thomas, 2017; Hand 2017). Několik studií ukázalo významný vliv pohlaví žáků na jejich výkon v přírodovědných předmětech, přičemž chlapci vykazují lepší výsledky než dívky (Lam & Lau, 2014; Sun et al., 2012). Významnou úlohu a podstatnou součást učebního procesu tvoří také sumativní hodnocení žáků známkou, které má nejen zásadní vliv na klima ve třídě (má výraznou podporu suportivního klimatu), ale je součástí i sociálního učení. Přitom je zřejmé, že vnímání hodnocení žáky a spokojenost se školou mají velmi úzkou souvislost (Čapek, 2010). Hodnocení ve vyučování významně ovlivňuje kvalitu výchovně vzdělávacího procesu, neboť umožňuje nejen posuzovat úspěšnost vyučování, ale i plánovat obsah vyučování, volbu metod a organizačních forem. Má zásadní význam pro motivaci žáka, poskytuje zpětné hodnocení a ovlivňuje jeho aspirace (Vališová & Kasíková, 2011).

Poměrně velký prostor byl věnován v rámci testování i tématu vztahu žáků k přírodovědě. V šetření výzkumu se jednalo se o souhrn jedenácti položek Likertova typu, kdy námi využitý nástroj představuje pouze modifikovanou verzi již použitých otázek z nástroje žakovského dotazníku v šetření TIMSS 2019. V tomto dotazníku lze nalézt otázky dotýkající se nejen samotných žáků (datum narození, pohlaví, počet knih v domácnosti), ale i jejich vztahu k přírodovědě. Mezi základní otázky patřilo. Jak moc souhlasíš s následujícími větami o přírodovědě:

- i) *Baví mě učit se přírodovědu.*
- ii) *Nejraději bych se přírodovědu neučil/a.*
- iii) *Přírodověda je nudná.*
- iv) *V přírodovědě se naučím mnoho zajímavého.*
- v) *Přírodovědu mám rád/a.*
- vi) *Těším se na hodiny přírodovědy.*
- vii) *Přírodověda mě učí, jak věci ve světě fungují.*
- viii) *Rád/a dělám přírodovědné pokusy.*
- ix) *Přírodověda patří k mým oblíbeným předmětům.*
- x) *Přírodověda mi většinou jde.*
- xi) *Přírodovědu se učím rychle.*

K jednotlivým položkám se vždy žáci vyjadřovali na stupnici 1–5: 1 (nejvíce) – 5 (nejméně). Následné vyhodnocení otázek vztahu žáků k přírodovědě probíhá vždy jako celek (znamenající součet všech položek), tedy na stupnici 11 (všude volil možnost 1) 55 (všude volil možnost 5) s tím, že čím menší hodnota, tím lepší vztah žáka k přírodovědě. V tomto případě bylo však nutné položky číslo dvě a tři přečíslovat. Ve vztahu k odpovědím žáků totiž platilo, že čím nižší je získaná hodnota, tím horší má žák vztah k přírodovědě. Vztah a zájem o přírodní vědy představuje faktor, který je úzce spojený s přírodovědnou gramotností (Basl, 2011; Britner & Pajares, 2006; Bybee & McCrae, 2011).

Ve svém charakteru se z hlediska našeho výzkumu jedná o komparativní analýzu mezi standardizovaným Testem kognitivních schopností-TKS (Thorndike & Hagen, 1998) a didaktickým testem přírodovědné gramotnosti. Jednotlivé etapy našeho výzkumu jsou proto následující (Škoda, 2008; Chytrý, 2020):

- i) Důkladná rešeršní činnost, neboť problematika přírodovědné gramotnosti je zatížena výraznou terminologickou nestabilitou. Vymezení koncepce přírodovědné gramotnosti v oblasti primárního vzdělávání s ohledem na kompetenční model využívaný v rámci mezinárodních srovnávacích výzkumů TIMSS 2015 a 2019.
- ii) Formulace základního výzkumného problému, dílčích cílů výzkumu, výzkumných otázek a hypotéz vztahujících se k porovnání vlivu kognitivních schopností na výsledky žáků v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti.
- iii) Specifikace a výběr cílových skupin respondentů a škol, na kterých bude realizována výzkumná kvantitativně orientovaná studie.
- iv) Volba a implementace vhodných výzkumných nástrojů. Především se jedná o přípravu didaktického testu pro ověření přírodovědné gramotnosti u žáků čtvrtých ročníků základní školy konstruovaného na principu testování úloh TIMSS. Navržené výzkumné nástroje vycházejí z uvažovaných typů měření a z možností použití konkrétních výzkumných metod, respektive technik.

- v) Navržení a precizace podrobné metodiky, jež umožní sběr a následný přepis dat. Svou podstatou se jedná o jeden z nejdůležitějších bodů, a to zejména z důvodu validity celého šetření.
- vi) Vyhodnocení získaných dat pomocí induktivních metod statistické analýzy. Zpracování a analýza dat pomocí statistického softwaru Statistica v13.
- vii) Grafické zpracování výsledků a statistických analýz. Formulace závěrů a doporučení pro praxi výuky přírodovědných předmětů v rámci primárního stupně vzdělávání.

K definovaným výzkumným problémům byly formulovány následující věcné a nulové hypotézy. Tyto hypotézy jsou vymezeny jako věcné (alternativní) a nulové. Z hlediska přehlednosti proto uvádíme vždy ke každé hypotéze i definované výzkumné problémy.

- Jaké jsou odlišnosti v kognitivních schopnostech u žáků čtvrtých ročníků základní školy?

V průběhu výzkumu je analyzováno několik hypotéz s vybranými faktory ve vazbě na kognitivní schopnosti u žáků čtvrtých ročníků základní školy. Tento daný výzkumný problém je však nadále precizovaný pomocí níže uvedené věcné a nulové hypotézy.

H₁: Kognitivní schopnosti u žáků čtvrtých ročníků základní školy se liší z pohledu jednotlivých testových baterií.

H₁₋₀: Kognitivní schopnosti u žáků čtvrtých ročníků základní školy se neliší z pohledu jednotlivých testových baterií.

- Jaký je vztah mezi kognitivními schopnostmi u vybraných skupin respondentů a jejich úspěšností v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti?

Výzkumným tématem tohoto šetření je v nejširším slova smyslu vliv kognitivních schopností na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy. Vzhledem k teoretickému východisku práce a zkoumané problematice jsme proto zvolili následující věcné a nulové hypotézy ve vztahu k výzkumnému problému.

H₂: Se zvyšující se mírou dosažených kognitivních schopností žáků čtvrtých ročníků základní školy se zvyšuje také úspěšnost v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti.

H₂₋₀: Korelační koeficient mezi mírou dosažených kognitivních schopností žáků čtvrtých ročníků základní školy a úspěšností v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti je roven nule.

- Jaké intervenující proměnné mají vliv na kognitivní schopnosti a úspěšnost žáka v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti?

Protože výzkumný problém je v tomto ohledu definován značně obsáhle, musíme udělat jeho zpřesnění řadou dílčích hypotéz níže.

H₃: Slovní, početní a obrázkové baterie se z hlediska dosaženého skóre liší mezi chlapci a dívkami.

H₃₋₀: Slovní, početní a obrázkové baterie jsou pro chlapce a dívky shodné z hlediska dosaženého skóre.

H₄: Výsledky slovních, početních a obrázkových baterií se liší pro jednotlivé stupně školního hodnocení v matematice.

H₄₋₀: Výsledky slovních, početních a obrázkových baterií se neliší pro jednotlivé stupně školního

hodnocení v matematice.

H5: Znamka z přírodovědy u žáků čtvrtých ročníků základní školy má vliv na rozdílné výsledky v jednotlivých bateriích testu TKS.

H5-0: Neexistuje závislost mezi známkou z přírodovědy a výsledky vybrané výzkumné skupiny z hlediska kognitivních schopností.

H6: Socioekonomický status rodiny (SES) má přímou souvislost s úrovní kognitivních schopností vybraných skupin výzkumného šetření.

H6-0: Úroveň jednotlivých složek kognitivních schopností u žáků čtvrtých ročníků základní školy je stejná pro odlišné stupně socioekonomického statusu rodiny (SES).

H7: V didaktickém testu přírodovědné gramotnosti jsou výsledky u chlapců a dívek různé.

H7-0: Chlapci a dívky dosahují stejných hodnot v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti.

H8: Žáci s lepším školním hodnocením z matematiky jsou v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti úspěšnější než žáci, kteří mají horší školní hodnocení z matematiky.

H8-0: Aritmetické průměry výsledků žáků čtvrtých ročníků základní školy v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti jsou stejné pro odlišné stupně klasifikace z matematiky.

H9: Úroveň přírodovědné gramotnosti žáka měřená didaktickým testem se různí pro různé stupně klasifikace z přírodovědy.

H9-0: Úroveň přírodovědné gramotnosti žáka měřená didaktickým testem je stejná pro různé stupně klasifikace z přírodovědy.

H10: Čím příznivější je žákův vztah v hodnocení přírodovědy, tím je žák úspěšnější v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti.

H10-0: Korelační koeficient mezi vztahem žáka k přírodovědě a jeho úspěšností v didaktickém testu je roven nule.

Při výzkumu byly použity zejména metody pro hromadné získávání dat a jejich následné zpracování. K vlastnímu zpracování dat jsme přistoupili nepředpojatě z toho hlediska, že jsme analyzovali každou proměnnou zvlášť. K tomuto pojetí přispěl i fakt, že vztahy mezi veličinami nemusejí být obecně tranzitivní (je-li vztah mezi veličinami A a B a také mezi B a C , nemusí to nutně znamenat, že nalezneme vztah mezi veličinami A a C). V rámci šetření a možnosti porovnání výsledků s jinými výzkumy jsme se rozhodli na výsledky pohlížet zejména prismatem statistické významnosti (Chytrý, 2020).

Výzkumné šetření probíhalo a bylo realizováno na výzkumném vzorku 393 respondentů. Výpočet velikosti souboru je určen na základě kalkulátoru velikosti rozsahu vzorku s úrovní spolehlivosti 95 % a s rozpětím chyby 5 % (podíl populace 50 %) se základním souborem $N = 1\,450\,000$. Zjištěná velikost vzorku je $N = 385$. To znamená, že je potřeba z hlediska výzkumného souboru minimální počet 385 nebo více měření/průzkumů, aby hladina spolehlivosti byla 95 % a skutečná hodnota v rozmezí ± 5 % naměřené/průzkumné hodnoty. Celkový počet respondentů výzkumného šetření je 393, z toho 211 chlapců (54 %) a 182 dívek (46 %). V závislosti charakteristiky výzkumného vzorku se proto jedná o počet dostačující. Samotný výběr škol byl záměrný a týkal se celkem čtrnácti škol běžného typu v Ústeckém a Středočeském kraji. V každé z těchto škol byli vždy testováni žáci čtvrtých ročníků základních škol. Z hlediska věkového rozpětí jsme pro šetření kognitivních schopností pomocí testu TKS u dětí využili standardně úrovně baterie C a to podle sledovaného ročníku a věkového rozpětí (odpovídá 9,6–12,9 roku probanda). Pro testování přírodovědné gramotnosti jsme vytvořili vlastní didaktický test přírodovědné gramotnosti, inspirovaný z uvolněných úloh mezinárodního šetření TIMSS 2015 a 2019.

Mezi základní materiály potřebné k testování souhrnně patřilo: testový sešit TKS pro každého žáka i pro administrátora testu, odpověďový arch TKS pro každého žáka i zadavatele testu, tužka nebo propisovací tužka pro každého žáka, čistý list papíru na pomocné výpočty při řešení úloh z početní baterie, didaktický test přírodovědné gramotnosti, dotazník ABCDE socioekonomické klasifikace pro rodiče, stopky pro administrátora.

Z hlediska výběru konkrétních probandů do výzkumného šetření byl využit jejich dosažený hrubý skór v TKS a výstražná a riziková úroveň (tabulka 3), kdy do námi provedeného komplexního statistického zpracování nebyli zahrnuti žáci se standardním věkovým skóre v jakékoliv baterii testu 70- (odpovídající percentilovému pořadí 2-). Při rizikové úrovni je totiž potřeba opatrnosti při využití skóru jako takového (Thorndike & Hagen, 1998).

Baterie testů	Maximální hrubý skór	Dosažený hrubý skór	
		výstražná úroveň	riziková úroveň
Slovní	100	25	20
Početní	60	18	15
Obrázková	80	28	24

Tabulka 3: Celkový počet úloh pro všechny úrovně testu/výstražná a riziková úroveň (Thorndike & Hagen, 1998, s. 56)

Ačkoliv tento skór představuje skutečnou úroveň kognitivních schopností žáka v době testování, bylo by vhodné mít pro další posouzení důvodů takto nízké úrovně podrobnější individuální zdůvodnění. Důvody nízkých výsledků však u jednotlivých respondentů nebyly ve výzkumném šetření dále sledovány. Spolehlivější a podrobnější individuální informace by však umožňovaly následně i jejich lepší interpretaci. Podle našeho názoru však mezi relevantní skutečnosti ovlivňující výsledky výzkumného šetření v obecné rovině patřily například blíže nedefinované těžkosti ve výuce čtení (dyslexie) a matematických dovedností (dyskalkulie) u jednotlivých žáků, případně dvojjazyčná výchova (limitující probandy především ve slovní baterii) či komplexně problematika žáků se speciálními vzdělávacími potřebami (kupříkladu žáci s lehkým mentálním postižením). Vážné poruchy zraku nebo sluchu mohou také značně snížit skóry ve všech testech. Při administraci jednotlivých subtestů TKS je nutno počítat i s možností neúmyslného podcenění významu instrukce ze strany některých žáků. Nelze vyloučit ani problémy s pochopením instrukcí v jednotlivých testových bateriích. Někdy proto může žák získat lepší hodnocení svých schopností, pokud se mu zadá nižší úroveň TKS, případně je testován individuálně. To však z hlediska charakteru sběru dat nebylo možné. Abychom však co nejvíce eliminovali výskyt chyb při komplexním vyhodnocování, každý záznamový arch byl posuzován dvěma na sobě nezávislými osobami.

VÝZKUMNÉ NÁSTROJE A SBĚR DAT

Praktickou část tvoří výsledky šetření pomocí standardizovaného Testu kognitivních schopností-TKS (Thorndike & Hagen, 1998). Dále byl v rámci výzkumného šetření vytvořen didaktický test zaměřený na zjišťování úrovně přírodovědné gramotnosti u žáků čtvrtých ročníků základní školy, jenž je inspirovaný příklady a výzkumem mezinárodního šetření TIMSS 2015 a 2019. V další části textu publikace je proto nutný jejich obecný popis.

Hlavním cílem našeho šetření v rámci didaktického testu bylo získat informace o úrovni dosažených vědomostí a dovedností žáků čtvrtých ročníků v oblasti přírodovědných předmětů. Samotná koncepce vzorového testu přírodovědné gramotnosti vychází z chápání pojetí a uvolněných úloh mezinárodního šetření TIMSS 2015 a 2019. Finální podobu tohoto didaktického testu je možné najít v příloze 3. Ačkoliv se v projektu TIMSS pojem přírodovědné gramotnosti přímo nevyskytuje, jeho rámec hodnocení je zahrnut ve dvou dimenzích: obsahové a kognitivní (operační). Obsahová je tvořena třemi oblastmi: vědou o živé a neživé přírodě a naukou o Zemi. Z hlediska kognitivních aspektů se jedná: o prokazování a používání znalostí a uvažování. Obsahová složka vymezuje učivo, které je zahrnuto v úlohách zařazených do testu TIMSS, přičemž každý z těchto tematických celků je podrobněji členěn do cílových kategorií žákova kognitivního výkonu (ten lze chápat

jako očekávaný výstup tak, jak jej popisuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání). Naproti tomu operační definuje dovednosti, které by měli žáci prokázat při řešení a následných odpovědí u samotných úloh. Podrobnější popis těchto procesů myšlení znázorňuje tabulka 4.

Kognitivní dovednosti zařazené do oblasti prokazování znalostí	
Vybavování a rozpoznávání	Uvést přírodovědná fakta, vztahy a koncepty. Určit vlastnosti konkrétních organismů, látek nebo procesů. Schopnost určit a využít vhodné vědecké postupy a vybavení. Znat a používat vědecké pojmy, symboly, zkratky, jednotky a měřítka.
Popisování	Popsat nebo určit správný popis vlastností, stavby a funkcí organismů a látek, vztahů mezi organismy, látkami, procesy a jevy.
Uvádění příkladů	Uvést nebo určit příklady organismů, látek a procesů, které mají určité vlastnosti. Doložit tvrzení o přírodovědných faktech či konceptech vhodnými příklady.
Kognitivní dovednosti zařazené do oblasti používání znalostí	
Porovnávání, rozlišování a třídění	Určit nebo popsat podobnosti a rozdíly mezi skupinami organismů, látek nebo procesů. Rozlišit, roztrdit nebo uspořádat předměty, látky, organismy a procesy podle jejich znaků a vlastností.
Hledání souvislostí	Dát do souvislosti znalost přírodovědného konceptu s pozorovanými nebo odvozenými vlastnostmi, chováním nebo užitím předmětů, organismů nebo látek.
Používání modelů	Používat schémata a jiné modely při prokazování porozumění přírodovědným konceptům, při demonstrování procesů, cyklů, vztahů nebo systémů a při hledání řešení přírodovědných problémů.
Interpretace informací	Používat znalosti přírodovědných konceptů k interpretaci informací z textů, tabulek, obrázků nebo jiných grafických znázornění.
Vysvětlování	Podat nebo vybrat vhodné vysvětlení pozorované situace nebo přírodního jevu s využitím přírodovědných konceptů či zákonů.
Kognitivní dovednosti zařazené do oblasti prokazování znalostí	
Analyzování	Určit prvky přírodovědného problému a použít pro jeho řešení relevantní informace, koncepty, vztahy a data.
Propojování a syntetizování	Zodpovídat otázky, které vyžadují posouzení více různých faktorů nebo souvisejících konceptů.
Formulování otázek, hypotéz a předpovědí	Formulovat otázky, které mohou být zodpovězeny vědeckým výzkumem, a předvídat výsledky výzkumu na základě informací o výzkumném plánu. Formulovat testovatelné předpoklady založené na pochopení přírodovědných konceptů a na znalostech získaných ze zkušenosti, z pozorování a/nebo z analýzy odborných informací. Využívat vědecké důkazy a přírodovědné koncepty k vytváření předpovědí o dopadech změn v daných biologických nebo fyzikálních podmínkách.
Navrhování výzkumných postupů	Navrhovat výzkumy nebo postupy vhodné k zodpovězení přírodovědných otázek nebo k testování hypotéz. Popsat nebo poznat znaky dobře navrženého výzkumu, co se týče měřených a kontrolovaných proměnných a kauzálních vztahů.
Hodnocení	Vyhodnotit alternativní vysvětlení. Při rozhodování o výběru postupu nebo látky z několika možných alternativ zvážit jejich výhody a nevýhody. Zhodnotit, zda závěry výzkumu byly podpořeny dostatečným množstvím dat.
Vyvozování závěrů	Činit opodstatněné závěry na základě pozorování, důkazů nebo pochopení přírodovědných konceptů. Vyvozovat vhodné závěry, které se vztahují k výzkumným otázkám nebo hypotézám. Prokázat porozumění tomu, co je příčina a co následek.
Zobecňování	Vyvozovat obecné závěry, které přesahují experimentování nebo dané podmínky. Aplikovat vyvozené závěry na nové situace.
Zdůvodňování	Použít důkazy a přírodovědné znalosti k doložení toho, že vysvětlení, řešení problému nebo závěry výzkumu jsou smysluplné.

Tabulka 4: Konceptuální rámec kognitivních domén v oblasti přírodovědy ve výzkumu TIMSS 2019 (ČŠI, 2020, s. 35-36)

Cílové kategorie kognitivního výkonu žáka uvádějí slovesa určující míru kognitivního výkonu (tabulka 4). K těmto postupům patří dovednosti získané v běžném životě i ve výuce. Žáci je využívají pro systematický přístup k vědeckému bádání a zkoumání, která jsou základem všech přírodovědných oborů. Zařazení vědeckých postupů do šetření TIMSS bylo motivováno skutečností, že se ve stále větší míře objevují v kurikulech, standardech a vzdělávacích rámcích řady zemí účastnících se tohoto mezinárodního šetření (Tomášek et al., 2016).

Námi vytvořený test přírodovědné gramotnosti obsahuje celkem dvacet úloh (viz příloha 3), reflektujících vždy procentuální zastoupení učiva a jednotlivé dovednosti podle koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2015 a 2019 (tabulka 5). Pro konstrukci didaktického testu byla využita i stanovená obtížnost jednotlivých uvolněných úloh 1–4. Tyto hodnoty určují vědomostní úrovně žáků, kdy obtížnost 1 mají úlohy nejjednodušší, 4 naopak ty nejobtížnější.

Systém úloh byl nakonec následovný (cíl/oblast úlohy: ověřovaná žákovská dovednost: obtížnost):

- oblast: prokazování znalostí: obtížnost: (A)1–2–3, (B)2–3–4, (C)3–4: celkem 8 úloh
- oblast: používání znalostí: obtížnost: (A)1–2–3–4, (B)2–3–4, (C)3: celkem 8 úloh
- oblast, uvažování: obtížnost: (A)2–3, (B)3, (C)3: celkem 4 úlohy

Oblasti učiva			Dovednosti	
Přírodověda				
A	Živá příroda	45 %	Prokazování znalostí	40 %
B	Neživá příroda	35 %	Používání znalostí	40 %
C	Nauka o Zemi	20 %	Uvažování	20 %

Tabulka 5: Podíl zastoupení oblastí učiva a dovedností TIMSS 2015 (Tomášek et al., 2016, s. 7)

Při první vědomostní úrovni (nízké) vykazují žáci pouze základní znalosti z přírodních věd a to například tím, že dokáží vysvětlit a popsat jednoduché obrázky, doplní elementární tabulky a zformulují krátké písemné odpovědi založené na konkrétních poznacích. Naopak u čtvrté vědomostní úrovně (velmi vysoké) již uplatňují žáci určité porozumění přírodním vědám a prokazují znalosti postupů přírodovědného bádání. Kupříkladu objasní výsledky zkoumání, uvažují a vyvozují závěry z popisů a obrázků, jsou schopni připravit jednoduchý pokus (Tomášek et al., 2016).

Pro snadnější aplikaci v rámci výzkumného šetření jsou úlohy řazeny podle charakteru učiva (obsahu) a tematických celků šetření TIMSS (tabulka 6).

Oblast učiva (4. ročník)	Tematické celky
Živá příroda	vlastnosti a životní procesy organismů
	životní cykly, rozmnožování a dědičnost
	organismy, prostředí a jejich vzájemné vztahy
	ekosystémy
	lidské zdraví
Neživá příroda	třídění a vlastnosti látek, změny látek
	formy a přenos energie
	síla a pohyb
Nauka o Zemi	fyzikální vlastnosti, zdroje a historie Země
	počasí a podnebí na Zemi
	Země ve sluneční soustavě

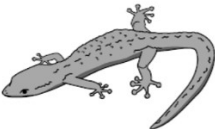

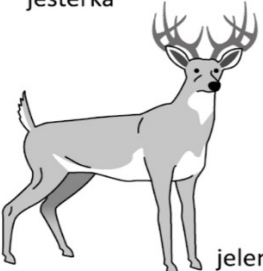
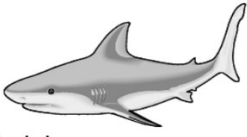
Tabulka 6: Přírodovědný obsah učiva v šetření TIMSS a jeho jednotlivé tematické celky (ČŠI, 2020, s. 19-24)

První je studium živé přírody umožňující žákům rozvinout přirozený zájem o jejich okolí a svět, ve kterém žijí. Druhá oblast je zaměřena na bádání v rámci neživé přírody, zprostředkovávající dětem především fyzikální a chemické jevy a procesy. Posledním třetím okruhem učiva je nauka o Zemi zabývající se studiem naší planety, její polohou ve sluneční soustavě a procesy, jež mohou žáci pozorovat v běžném životě.

Samotné úlohy námi vytvořeného didaktického testu přírodovědné gramotnosti mají v zásadě dvojitý charakter. Celkem šest úloh je otevřených s nutnou tvorbou odpovědi a zbytek jsou úlohy uzavřené s možností výběru odpovědi samotnými žáky. Každá úloha v didaktickém testu má vždy identickou strukturu dle uvolněných úloh z mezinárodního šetření TIMSS 2015 a 2019.

Pro názornost uvádíme v další části textu obsah vybrané konkrétní úlohy tak, jak byla předložena žákům v rámci našeho výzkumného šetření. Pro úplnost a konkrétní představu uvádíme za zadáním úlohy ještě její stručnou charakteristiku dle šetření TIMSS: cíl úlohy, ověřenou žakovskou dovednost a obtížnost (obrázek 2).

Který z těchto živočichů je savec?

A)  ještěrka	B)  tučňák	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr></table>	A	B	C	D
A	B	C	D			
C)  jelen	D)  žralok	<p>Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?</p> <p>Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á</p> <p><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></p>				

Cíl úlohy: Určit organismy nebo uvést příklady organismů náležejících do těchto skupin organismů: hmyz, ptáci, savci, ryby, kvetoucí rostliny

Dovednost: Prokazování znalostí

Obtížnost: 1

Obrázek 2: Vzorová úloha testu přírodovědné gramotnosti výzkumného šetření inspirovaná příklady výzkumu TIMSS 2015

Cíl úlohy konkrétně specifikuje, co musí žák v daném učivu zvládnout, aby v řešení uspěl. Dovednost určuje obecnou kognitivní složku. Samotná obtížnost úlohy nabývá hodnot 1 až 4 a určuje vědomostní úroveň žáků. Například uvedená úloha („Který z těchto živočichů je savec?“) je řazena mezi oblast učiva živá příroda a tematický celek vlastnosti a životní procesy organismů. Cílem úlohy je určit organismy nebo uvést příklady a popsat rozdíly mezi hlavními skupinami organismů, tedy hmyzu, ptáků, savců, ryb, plazů a kvetoucích rostlin (definovat a porovnat tělesné vlastnosti). Z hlediska kognitivních dovedností patří zadání do oblasti prokazování znalostí a úloha patří svou obtížností mezi nejjednodušší, protože organismy na obrázcích jsou žákům dobře známé.

Námi vytvořený test přírodovědné gramotnosti obsahoval nakonec celkem dvacet úloh. Jejich výběr byl záměrný a to tak, aby vždy ve svém pojetí reflektoval zastoupení učiva a jednotlivé dovednosti dle koncepce mezinárodního šetření TIMSS. Samotné úlohy mají v zásadě dvojí charakter. Celkem šest úloh je otevřených s nutnou tvorbou odpovědi. Zbytek jsou úlohy uzavřené s možností výběru odpovědi samotnými žáky. Každá úloha v didaktickém testu má vždy identickou strukturu dle uvolněných úloh z mezinárodního šetření TIMSS 2015 a 2019. Odpovědi na jednotlivé otázky/položky našeho didaktického testu přírodovědné gramotnosti jsou hodnoceny alternativně: 0 – žák odpověděl chybně, 1 – žák odpověděl správně. Pokud proband otázku v testu nezodpověděl, byl pro kódování použit prázdný znak. Tento způsob kódování umožňuje tuto interpretaci výsledků: aritmetický průměr naměřených hodnot je vhodným bodovým odhadem parametru p alternativního rozdělení, což je pravděpodobnost toho, že náhodně vybraný žák na otázku odpoví správně (Chytrý, 2020). Jednotlivé úlohy didaktického testu jsou rozšířeny i o soudy jistoty: „*Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?*“. Ke každé otázce byla přiřazena škála od 0–10, kdy platí pravidlo: 0 = *nejsem si vůbec jistý/á*, 10 = *jsem si zcela jistý/á*. Při celkovém zpracování dat bylo bráno v potaz hrubé skóre jednotlivých probandů, kdy maximální počet možných získaných bodů žákem bylo 20 (podle počtu úloh).

Dalšími sledovanými oblastmi v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti byla poslední známka na vysvědčení z předmětů: Přírodověda (Přírodopis), Český jazyk, Matematika, Vlastivěda, Cizí jazyk, Informatika. Sledovanou oblastí se stala taktéž oblíbenost vybraných vyučovaných předmětů a vztah žáků k výuce přírodovědy v závislosti na jejich hodnocení řízení učebního procesu. Jak již bylo zmíněno, jednalo se o souhrn jedenácti položek Likertova typu: *Jak moc souhlasíš s následujícími větami o přírodovědě:* i) *Baví mě učit se přírodovědu.* ii) *Nejraději bych se přírodovědu neučil/a.* iii) *Přírodověda je nudná.* iv) *V přírodovědě se naučím mnoho zajímavého.* v) *Přírodovědu mám rád/a.* vi) *Těším se na hodiny přírodovědy.* vii) *Přírodověda mě učí, jak věci ve světě fungují.* viii) *Rád/a dělám přírodovědné pokusy.* ix) *Přírodověda patří k mým oblíbeným předmětům.* x) *Přírodověda mi většinou jde.* xi) *Přírodovědu se učím rychle.* K jednotlivým položkám se vždy žáci vyjadřovali na stupnici 1–5: 1 (nejvíce) – 5 (nejméně):

Z hlediska následného ověření obsahové validity vytvořeného testu přírodovědné gramotnosti bylo využito expertních posudků sedmi didaktiků přírodovědy, kdy tito experti měli rozlišit jednotlivé otázky podle toho, jak je myšlenkově obtížné na ně odpovědět. Pro rozdělení otázek podle kognitivní náročnosti byla použita Bloomova revidovaná taxonomie kognitivních cílů od Krathwohla a Andersona (Chytrý, 2020), představující v kognitivních vzdělávacích cílech dvě hlavní dimenze: doménu kognitivních procesů (*cognitive processes*) a doménu znalostí/vědomostí (*knowledge*). V rámci obsahové validity expertních posudků se budeme dále držet klasifikace zaměřené pouze na vyšší (V) a nižší (N) kognitivní náročnost. Výhodou námi využitě taxonomie shledáváme především v její jednoduchosti, srozumitelnosti a přehlednosti (tabulka 7).

Tvořit	Vyšší kognitivní náročnost
Hodnotit	
Analyzovat	
Aplikovat	
Porozumět	
Zapamatovat	Nižší kognitivní náročnost

Tabulka 7: Rozlišení kognitivní náročnosti testování (Chytrý, 2020)

Výsledky jednotlivých odpovědí expertů jsou uvedeny v tabulce 8. Z hlediska metakognitivního monitorování je důležité, aby většina otázek v testu byla zformulována na vyšší kognitivní náročnost (Chytrý, 2020). Jednotlivá písmena A–G v tabulce označují dané experty. Zařazení úlohy do kategorie nižší (N) nebo vyšší (V) kognitivní náročnosti bylo založeno na skutečnosti, že alespoň čtyři ze sedmi expertů se na daném zařazení shodli (tabulka 8). Z celkových výsledků expertního

posouzení je námi vytvořený didaktický test tvořen ze 75 % otázek s vyšší (V) kognitivní náročností a je podle komplexního zhodnocení určen a vhodný pro cílovou skupinu žáků čtvrtých ročníků základní školy.

Úloha	A	B	C	D	E	F	G	Zařazení
Úloha 1	N	V	N	N	V	N	N	N
Úloha 2	V	N	V	V	V	N	N	V
Úloha 3	N	V	N	N	V	N	V	N
Úloha 4	V	V	V	V	V	N	N	V
Úloha 5	V	V	V	V	V	N	V	V
Úloha 6	V	V	V	V	V	V	V	V
Úloha 7	V	N	V	V	N	N	V	V
Úloha 8	N	N	N	N	N	N	V	N
Úloha 9	N	N	V	V	V	N	N	N
Úloha 10	V	V	V	V	V	V	V	V
Úloha 11	V	V	V	V	N	V	V	V
Úloha 12	V	V	V	V	V	V	V	V
Úloha 13	V	V	V	V	V	V	N	V
Úloha 14	V	V	V	V	V	N	V	V
Úloha 15	N	V	N	V	V	N	N	N
Úloha 16	V	V	V	V	V	V	V	V
Úloha 17	N	V	V	V	V	V	V	V
Úloha 18	V	V	V	V	N	V	V	V
Úloha 19	V	V	V	V	V	V	V	V
Úloha 20	V	V	V	V	V	V	V	V
Procentuální zastoupení úloh s vyšší kognitivní náročností	70	80	80	85	80	50	70	75

Tabulka 8: Expertní hodnocení kognitivní náročnosti didaktického testu z přírodovědy

Empirickou část naší studie tvoří také výsledky Testu kognitivních schopností-TKS. Jeho zaměření je primárně na slovní (verbální), číselné (kvantitativní) a symboly obsahující prostorové úlohy (neverbální), jež v konečném důsledku umožňují objasnit flexibilitu myšlení a postihování vztahů v různých podmínkách. Na tomto místě je tedy vhodné stručně charakterizovat vybraný test z pohledu kognitivních schopností a jejich měření.

TKS představuje soubor testů pro děti od 7 do 16 let v šesti odlišných testových úrovních (A-B-C-D-E-F). Všeobecně jsou úrovně testu A, B a C určeny pro žáky 2., 3., a 4. ročníků. V rámci výzkumu byla pro sběr kvantitativních dat využita úroveň testu C. Ta totiž z hlediska věkového rozpětí pro standardní věkový skór, odpovídá věku 9,6–12,9 let probanda (tabulka 9).

Úroveň	Ročník ZS	Věkové rozpětí pro standardní věkový skór
A	2.	7,6–10,9
B	3.	8,6–11,9
C	4.	9,6–12,9
D	5.	10,6–13,9
E	6.	11,6–14,9
F	7. až 9.	12,6–15,9

Tabulka 9: Použití testových úrovní A až F podle ročníků a věkového rozpětí (Thorndike & Hagen, 1998)

Testy jsou zpracované formou vícenásobné úrovně, což umožňuje maximální pružnost při přizpůsobování obtížnosti úloh vzhledem k testovaným žákům a jejich schopnostem. Test kognitivních schopností může administrovat učitel (žádná omezení ve vztahu k tomuto testu nejsou), který si předem prostuduje instrukce, a ty pečlivě a s plnou odpovědností dodržuje. Je však nutný určitý zácvik především přirozeného a srozumitelného řečového projevu při čtení pokynů pro žáky. Vždy se z hlediska samotného testování vyplatí věnovat několik minut času i tomu (a to nad rámec samotného doporučení časového rozvrhu testování), aby se u žáků dosáhlo plného pochopení instrukcí. Především vzhledem k tomu, že se při ověřování používají odpověďového archu (viz příloha 2), musí zadavatel testu pečlivě přečíst instrukce k tomu, jak odpovědi zapisovat. Účel správného podání instrukce spočívá v tom, aby všichni žáci dokonale pochopili pokyny k úloze a správný zápis odpovědí. Pro výzkum bylo ve všech testovaných třídách využito baterie testu úrovně C. Podrobné tabulky normativních skóre lze nalézt v příloze monografie (viz příloha 4-6). Pro celkové vyhodnocení výsledků a použití normových tabulek je z hlediska postupu nutné najít nejdříve sloupec přesně odpovídající věku žáka v den testování (případně s odchylkou \pm jeden měsíc). Po zjištění odpovídajícího věku je třeba vyhledat příslušný hrubý skór (HS). Pokud se tato hodnota v příslušném sloupci nenachází, je třeba použít nejbližší skór pod dosaženou úroveň probanda. Následně číslo nacházející se v řádku na levém okraji tabulky udává standardní věkový skór (SVS) žáka. Podobným způsobem získáme na druhé straně vpravo výsledek percentilového pořadí (PP) odpovídající standardnímu věkovému skóru (SVS) a stanin. Rozložení rozsahu jednotlivých typů skóre ve staninové škále je uvedeno v tabulce 10.

Rozložení rozsahu jednotlivých typů skóre	Stanin	Procento případů (%)	Odpovídající percentil	Odpovídající SVS
Velmi vysoký skór	9	4 %	96 a více	126 a vyšší
Nadprůměrný skór	8	7 %	89–95	119–125
	7	12 %	77–88	111–118
Průměrný skór	6	17 %	60–76	104–110
	5	20 %	40–59	97–103
	4	17 %	23–39	89–96
Podprůměrný skór	3	12 %	11–22	82–88
	2	7 %	4–10	73–81
Velmi nízký skór	1	4 %	3 a méně	72 a nižší

Tabulka 10: Rozložení rozsahu jednotlivých typů skóre (Thorndike & Hagen, 1998)

Tyto normy umožňují pro interpretační účely porovnat kognitivní vývoj jedince s ostatními žáky stejné věkové skupiny. TKS totiž umožňuje posuzovat rozvinuté schopnosti představující vztah mezi zkušenostmi a současnou situací žáka. Je možné očekávat, že pochopení testů bude v kladném vztahu k výkonosti.

Při prvním testování probanda je nutné absolvovat zácvičný test (příloha 1), určený především ke konkrétnímu seznámení s jednotlivými typy úloh. Může sloužit i učitelům k tomu, aby vhodně dokázali vysvětlit žákům postup vyplňování a zapisování výsledků do odpověďového archu. Ukázkové příklady jsou podobné těm, které obsahují jednotlivé baterie TKS.

Administrace konkrétních subtestů v jednotlivých bateriích TKS mají stejné schéma, ale liší se v detailech: ukázkové příklady, nalezení správné úrovně a měření času. Je nutné zmínit, že přidělený čas žákům na řešení úloh jednotlivých subtestů je striktně vymezený a určený (tabulka 11).

Test	Čas v minutách stanovený na řešení testů	Odhad celkového času v minutách
Zacvičný test (pro žáky, u kterých se administruje poprvé)	20	40
SLOVNÍ BATERIE Rozdání testových sešitů a odpověďových archů, vyplnění osobních údajů na OA a podání instrukce k prvnímu testu	–	10
1. test	7	8
2. test včetně instrukce	10	15
3. test včetně instrukce	9	14
4. test včetně instrukce	8	13
Sebrání testových sešitů a odpověďových archů	–	2
Celkem za první úsek testování	34	62
POČETNÍ BATERIE Rozdání testových sešitů a odpověďových archů a podání instrukce k prvnímu testu	-	12
1. test	10	12
2. test včetně instrukce	10	15
3. test včetně instrukce	12	18
Sebrání testových sešitů a odpověďových archů	–	2
Celkem za druhý úsek testování	32	59
OBRÁZKOVÁ BATERIE Rozdání testových sešitů a odpověďových archů a podání instrukce k prvnímu testu	–	15
1. test	12	14
2. test včetně instrukce	10	16
3. test včetně instrukce	10	17
Sebrání testových sešitů a odpověďových archů	–	2
Celkem za třetí úsek testování	32	64

Tabulka 11: Časový rozvrh testování, Test kognitivních schopností (Thorndike & Hagen, 1998)

Potřebný čas je třeba věnovat i praktickému ověření pochopení jednotlivých instrukcí při přechodu z jednoho subtestu na druhý. Administrátor musí čas na podávání instrukcí sledovat, a pokud je to potřebné, musí se na to předem připravit. Zejména pro žáky na prvním stupni je zvláště náročné udržovat pozornost po dobu přesahující jednu vyučující hodinu. Celkové testování představuje přibližně čtyři vyučovací hodiny. Jakékoli urychlení testování nesmí být nikdy na úkor žáků z hlediska správného pochopení zadání úloh. Potřebný čas lze získat dle našich zkušeností například při rozdávání testových sešitů či odpověďového archu, přípravou potřebných podkladů pro instrukci tím, že jsou úlohy i řešení znázorněny na tabuli či dataprojektoru. Rozhodující pro rozsah instrukce ke každému subtestu TKS je však vždy její správné pochopení všemi žáky.

Vyhodnocování správných odpovědí se provádí pomocí šablony, jež při přiložení na odpověďový arch výsledků znázorňuje v kroužcích správné odpovědi žáka a tím i možnost zjistit hrubé skóry odpovědí. Ty lze následně převádět do různých normativních typů skóru. Samotný manuál standardizovaného dotazníku upozorňuje na nevhodnost zprůměrování skóru ze tří baterií TKS, jež mohou v daném ohledu zakrýt individuální rozdíl u žáků ve zjišťovaných testových oblastech. Pro účely vyučování je totiž informace o jednotlivých skórech všeobecně účelnější než informace o průměru (Thorndike & Hagen, 1998).

Test kognitivních schopností-TKS se skládá ze tří částí (baterií): slovní, početní a obrázkové.

Test verbálního (slovního) myšlení slouží k určení vztahového myšlení v situacích, kdy jsou relace formulované ve slovních výrazech. Předpokládá se totiž, že čtení je lepším prediktorem kognitivního výkonu a přesnějším měřítkem kvality než celkové roky vzdělání jedince (Byrd et al., 2005; Johnson et al., 2006). Určitě však nesmíme opomenout i další ovlivňující faktory, jako jsou vyučovací metody, pedagogická praxe učitele, přítomnost speciálních pomůcek, délka školního roku, charakteristiky vrstevníků či výše ekonomických výdajů na žáka (Gurland et al., 1992; Manly et al., 2002). Bylo totiž zjištěno, že úroveň čtení úzce koreluje s těmito uvedenými měřítky kvality ve vzdělávání (Hedges et al., 1994) a s celkovým akademickým úspěchem (Wilkinson, 1993). Samotné čtení podporuje verbální i vizuální paměť (Thorová, 2015). Přičemž čtenářské dovednosti jsou v rámci vědy zásadní nejen pro trvalé zapojení do obsahu kurikula, nýbrž také pro nalézání, vyhodnocování a posuzování protichůdných informací spojených se společenskovědními problémy (Pearson et al., 2010; Mason et al., 2014; Drew & Thomas, 2017).

Thomas (2017) tvrdí, že přírodovědná gramotnost je obecné, funkční a epistemologické chápání přírodních věd s cílem smysluplně zapojit informace a znalosti člověka v jeho každodenním životě, kde je nutné klást důraz především na schopnost umět číst, psát a rozumět odborným textům. Ve svém pojetí přírodovědná gramotnost zahrnuje mnohem více než jen obsahové znalosti, ale vyžaduje také pochopení reprezentace a interpretace dat, přírodovědných vysvětlení, projekcí a procesů (Lawless et al., 2018). Čtenářskou gramotnost můžeme proto definovat jako mezioborovou dovednost, ovlivňující úspěch i v jiných předmětech (Baker, 1991; Anstrom et al., 2010). Výzkumy trvale vykazují pozitivní vztah a silný prediktor mezi výsledky žáků v matematice a čtenářskými dovednostmi (Helwig et al., 1999; Jiban & Deno, 2007). Saturnelli a Repa (1995) zjistili, že čtení má výrazný dopad u žáků i na jejich výsledky v přírodních vědách.

Avšak samotné texty mohou nabývat mnoha různých forem a jejich kombinací. Vedle tradičních psaných textů (knihy, časopisy, dokumenty nebo noviny), jsou to v současné době rovněž texty v elektronické podobě (různé způsoby komunikace v prostředí internetu a webových stránek). Z toho důvodu má čtenářská gramotnost v současné společnosti zásadní vliv na vzdělávání a osobní růst každého žáka. Významnou roli má také motivace ke čtení, čtenářské zvyklosti a metakognice (Guthrie et al., 2013). V šetřeních PISA⁸ se potvrdilo, že metakognice spolu se zaujetím pro čtení jsou silnými prediktory úrovně čtenářské gramotnosti a zmírňují dokonce i rozdíly mezi žáky ve vztahu k pohlaví a socioekonomickému statusu. V České republice však byla zjištěna v šetření PISA 2018 třetí nejnižší podpora čtenářských aktivit ze strany učitele ze všech zemí OECD (Boudová et al., 2021).

Všechny tři baterie TKS však vyžadují pochopení ústních instrukcí u každého testu a skupiny úloh, pouze slovní baterie požaduje od žáka schopnost číst slovní symboly. Úlohy dalších dvou baterií (početní a obrázková) a jejich struktura oslabuje nebo přímo vylučuje vliv čtení na tyto skóry. Úlohy v testu jsou nejdříve slovní, potom početní a na závěr obrázkové. Pro názornost uvádíme

⁸ V roce 2018 se Česká republika do mezinárodního šetření PISA (*Programme for International Students Assessment*) zapojila již posedmé a stejně jako v letech 2000 a 2009 byla hlavní sledovanou oblastí šetření čtenářská gramotnost patnáctiletých žáků.

vybraný popis a praktické příklady k jednotlivým subtestům TKS (slovní, početní, obrázková):
Slovní subbaterie číslo jedna je slovník (časový limit 7 minut). Prvním úkolem žáka je přečíst si vždy řádek slov, ve kterém je první slovo vytištěné silně a dalších pět výběrových slov vytištěných slaběji. Z těchto pěti slov má následně proband vybrat k silně vytištěnému slovu významově podobné.

Praktické příklady k SLOVNÍMU TESTU číslo 1: slovník

upravený a) zamazaný b) čistý c) obnošený d) běžný e) mokrý
divoký a) zuřivý b) zbytečný c) vlněný d) skrytý e) vážný

Druhým slovním testem je dokončování vět (časový limit 10 minut) představující slovní úkoly založené na neúplných větách, ve kterých jedno slovo chybí. Následuje pětice vybraných slov označených písmeny *a b c d e*, ze kterých má žák vybrat takové, které větu pravdivě a správně doplní.

Praktické příklady k SLOVNÍMU TESTU číslo 2: dokončování vět

Ve velkých městech je těžké najít místo na..... auta.

a) řízení b) opravu c) umytí d) zaparkování e) schování

Navzdory mnohým pokusům nebyl nikdy.....

a) úspěšný b) nápomocný c) tichý d) velký e) aktivní

Klasifikace pojmů (časový limit 9 minut) patří ke třetímu slovnímu testu věnující se slovům podobným. Zadání dané subbaterie zní, že si žák má přečíst silně vytištěná slova a ve druhém řádku z označených slov vybrat konkrétní, které se v něčem podobá slovům vzorovým.

Praktické příklady k SLOVNÍMU TESTU číslo 3: klasifikace pojmů

taxi autobus náklad'ák

a) řídit b) kolo c) velký d) benzín e) auto

srnče hříbě medvídek kotě

a) medvěd b) tele c) lovec d) ovce e) mladý

Čtvrtý test slovní analogie (časový limit 8 minut) začíná třemi silně vytištěnými slovy, kde první slovo je od druhého oddělené pomlčkou a třetí od druhého dvojtečkou. První dvě slova mají navzájem určitý vztah. Za dvojtečkou je třetí silně vytištěné slovo a žáci vybírají z pěti slov významově podobné či opačné.

Praktické příklady k SLOVNÍMU TESTU číslo 4: slovní analogie

všichni - žádný : mnoho -

a) většina b) víc c) nikdo d) několik e) úplně

objevení se - příchod : zmizení -

a) zatajení b) magie c) odchod d) zatmění e) únik

Je nutné upozornit, že vyloučení dovednosti čtení jako faktoru výkonu v testu TKS a soustředění úloh v rámci dalších baterií na jeden typ symbolů má jasně ohraničené diagnostické možnosti silných a slabých stránek kognitivních funkcí jednotlivého žáka.

Početní baterie je druhou částí testu TKS, tvořící subtesty číselných vztahů, číselných řad, sestavování rovnic. Položky v subtestech početního testu TKS nevyžadují slovní symboly. Při administraci početní baterie je nutné, aby každý z žáků měl jeden nebo i více čistých listů papíru na poznámky.

Námi využitý test v jeho početní části akcentuje především schopnost dítěte pracovat s čísly a numerickými symboly, což je spojeno s odhadem potenciálu dětí dosahovat dobré výsledky v přírodních vědách a matematice (Thorndike & Hagen, 1998). Pro názornost uvádíme vybraný popis a praktické příklady k jednotlivým bateriím testu.

První početní test číselných vztahů (časový limit 10 minut) je zaměřen na porovnávání množství ve dvou připravených sloupcích. Podle zjištěného rozdílu v množství mají žáci přeškrtnout písmeno A, nebo B nebo C takto:

Praktické příklady k POČETNÍMU TESTU číslo 1: číselné vztahy

A přeškrtnete tehdy, pokud je množství něčeho ve sloupci I. větší než ve sloupci II,
 B přeškrtnete tehdy, pokud je množství něčeho ve sloupci I. menší než ve sloupci II,
 C přeškrtnete tehdy, pokud je množství něčeho ve sloupci I. stejné jako ve sloupci II.

Sloupec I	Sloupec II
$10 - (6 - 2)$	$(10 - 6) - 2$
$16 : 4$	$16 - 12$

Druhý početní test jsou logicky uspořádané číselné řady (časový limit 10 minut). Žák má zjistit, jaké číslo by mělo v této řadě následovat a vybrat správné z čísel označených *a b c d e*.

Praktické příklady k POČETNÍMU TESTU číslo 2: číselné řady

4	7	10	13	16	19	a) 20	b) 22	c) 23	d) 24	e) 26
27	32	37	42	47	52	a) 57	b) 59	c) 62	d) 65	e) 67
9	9	8	8	7	7	a) 5	b) 6	c) 7	d) 8	e) 9

V posledním třetím početním testu sestavování rovnic (časový limit 12 minut) žáci dávají dohromady čísla uvedená na levé straně tak, aby s využitím matematických znamének dosáhli výsledku na druhé straně označené písmeny *a b c d e*.

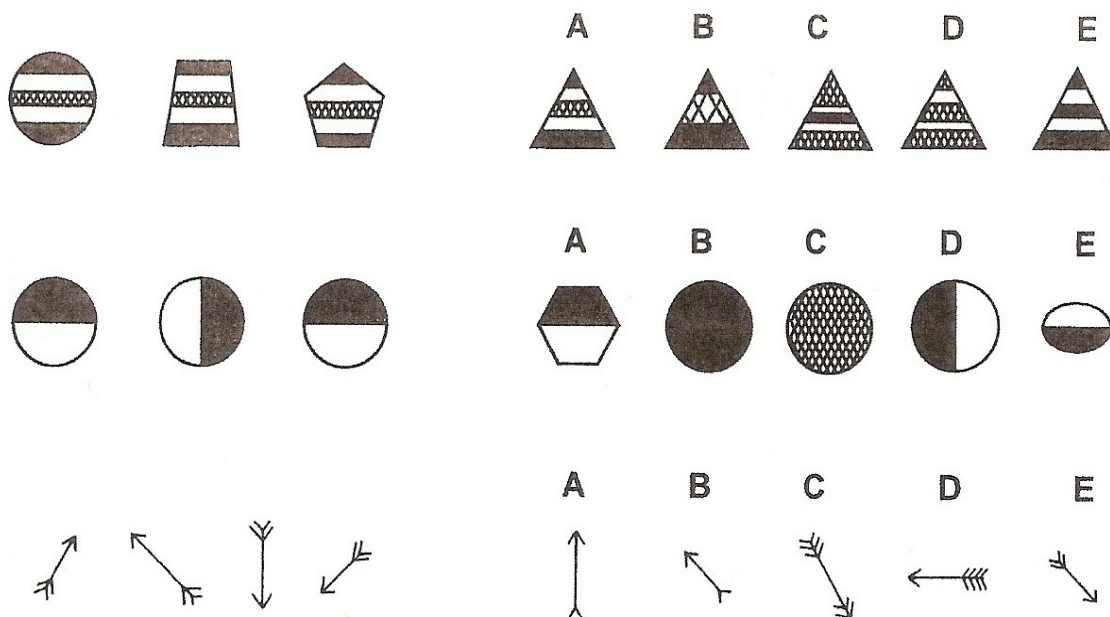
Praktické příklady k POČETNÍMU TESTU číslo 3: sestavování rovnic

3	6	9	-	-	a) 0	b) 1	c) 3	d) 4	e) 6
2	6	9	x	:	a) 12	b) 18	c) 27	d) 54	e) 108
1	8	9	-	x	a) 0	b) 1	c) 54	d) 56	e) 72

Poslední obrázková baterie tvoří část testu TKS, reflektující tři subtesty: klasifikaci, analogii, syntézu obrázků. Test neobsahuje slova ani čísla a jednotlivé subbaterie zachycují flexibilitu žáků při manipulaci s obrázky.

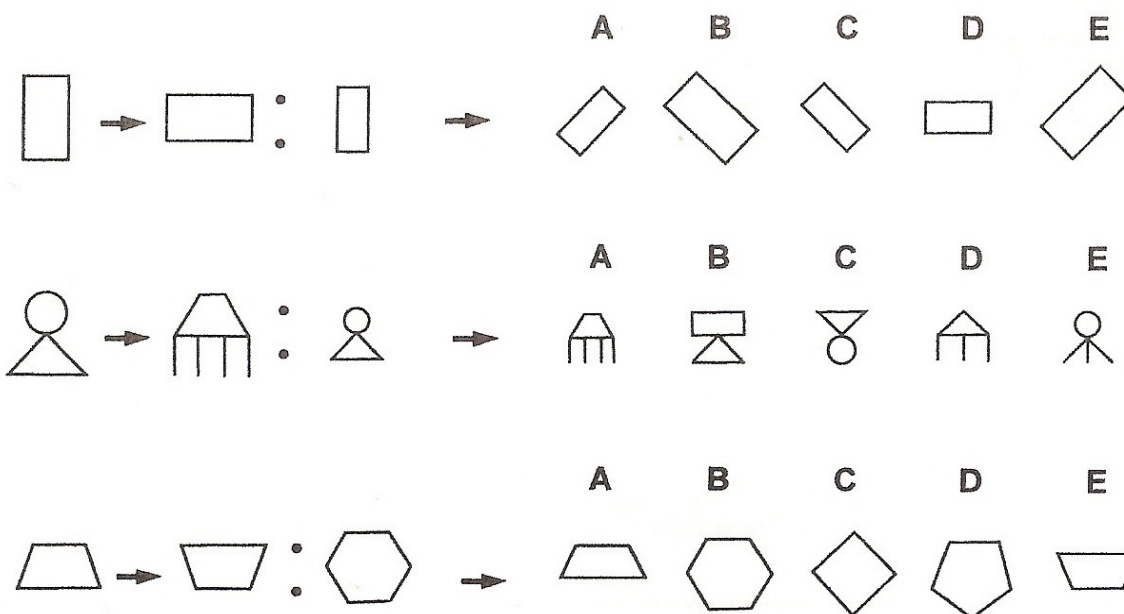
První obrázkový test má za cíl určit a klasifikovat vztahy mezi vybranými obrázky a najít určitou podobnost (časový limit 12 minut). Žák se následně musí rozhodnout z obrázků označených *A B C D E* pro takový, který se v daném znaku podobá předloženému vzoru.

Praktické příklady k OBRÁZKOVÉMU TESTU číslo 1: klasifikace obrázků



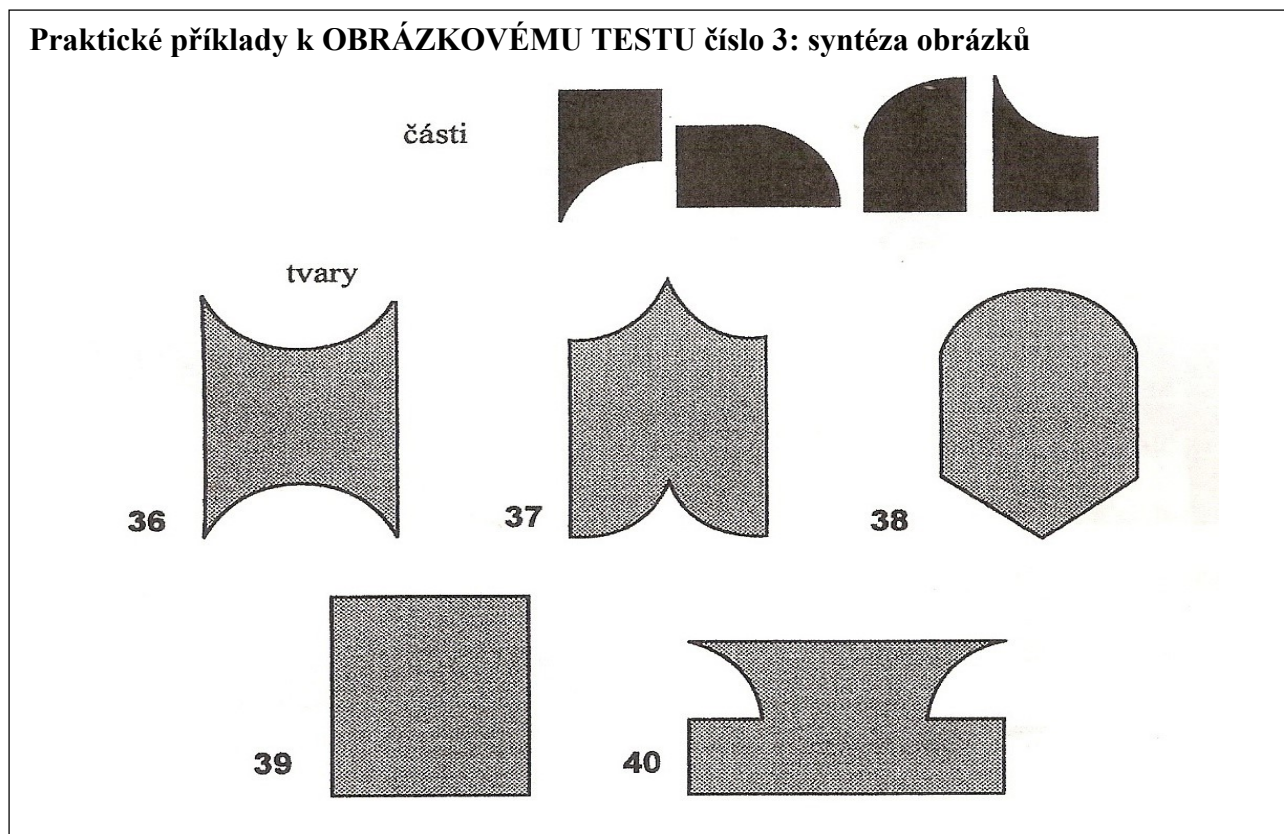
Analogie obrázků je druhý test, začínající dvojicemi kreseb mající navzájem určitý vztah (časový limit 10 minut). Úkolem žáků je posoudit vztah mezi první dvojicí obrázků (co mají společné) a potom vybrat takový, který se hodí k třetímu obrázku stejně tak, jako se hodí druhý k prvnímu.

Praktické příklady k OBRÁZKOVÉMU TESTU číslo 2: analogie obrázků



Poslední část obrázkového testu je zaměřena na syntézu (časový limit 10 minut). Ve všech úlohách tohoto subtestu jsou nakresleny dvě, nebo i více částí obrazce černou barvou a k tomu vždy pět tvarů šedé barvy. Úkolem je zjistit, zda při použití všech částí černého obrazce je možné beze zbytku pokrýt některý ze šedých tvarů. Při řešení úloh platí tato pravidla: musí se použít vždy všechny části, každou část lze použít jen jedenkrát, šedý tvar musí být zakryt celý a přesně, žádná část nesmí být přeložena jedna přes druhou (nesmí se vůbec překrývat), části se mohou v představě libovolně otáčet.

Praktické příklady k OBRÁZKOVÉMU TESTU číslo 3: syntéza obrázků



Realizovaný výzkum se úzce věnuje žákům čtvrtých ročníků základních škol. Podle Konečné (2010) dítě v tomto období z hlediska poznávacích procesů dokáže respektovat základní zákony logiky v rámci konkrétní reality. Jeho poznávání se stává objektivnějším a přesnějším s tím, že posuzuje skutečnost podle více hledisek a vzájemných vztahů. Uvědomuje si trvalost či změnu zjevných vztahů. Myšlení se stává dynamičtější, dochází ke koordinaci zkušeností, v důsledku čehož začínají děti uvažovat komplexněji a flexibilněji. Závěrem musíme zmínit i poměrně nový pojem přírodovědné inteligence (Gardner, 1993), jež umožňuje jedinci chápat uspořádání přírody (Říčan, 2010). Přírodovědcem se stává ten, kdo dokáže snadněji a lépe než ostatní rozpoznávat a klasifikovat rostliny, zvířata a neživé přírodovědné objekty a vnímat jejich vazby s prostředím. Projevy přírodovědné inteligence (*naturalist intelligence*) lze pozorovat od raného věku a jedná se o vrozenou dispozici (stejně jako ostatní složky inteligenčního spektra) (Blatný et al., 2010; Jančaříková, 2019).

Z pohledu celkového statistického zpracování dat byl využit pro deskriptivní i induktivní statistiku standardní věkový skór (SVS), se kterým budeme primárně v rámci výzkumné části pracovat. Jednotlivé dílčí baterie testu kognitivních schopností je možné nadále diferencovat na slovní, matematické a obrázkové baterie, jež analyzujeme pouze ve smyslu hrubých skóru.

Druhou šetřenou oblastí byl vytvořený test přírodovědné gramotnosti obsahující celkem dvacet úloh, reflektující vždy ve svém pojetí zastoupení učiva a jednotlivé dovednosti dle koncepce mezinárodního šetření TIMSS. Samotné úlohy mají v zásadě dvojí charakter. Celkem šest úloh je otevřených s nutnou tvorbou odpovědi. Zbytek jsou úlohy uzavřené s možností výběru odpovědi samotnými žáky. Každá úloha v didaktickém testu má vždy identickou strukturu dle uvolněných úloh z mezinárodního šetření TIMSS 2015 a 2019.

Dalšími námi sledovanými oblastmi byla poslední známka na vysvědčení z předmětů: Přírodověda (Přírodopis), Český jazyk, Matematika, Vlastivěda, Cizí jazyk, Informatika. Pro statistické zpracování bylo využito pouze hodnocení z předmětů Přírodověda (Přírodopis) a Matematika. Důležitou proměnou se stal i socioekonomický status rodiny (SES), gender a vztah žáků k přírodovědě.

Pro statistické vyhodnocení dat získaných standardizovaným šetřením bylo využito testování normality pomocí Shapiro-Wilcoxonova testu normality (Shapiro & Wilk, 1965). K neparametrickému testování hypotéz Mann-Whitney U test (Mann & Whitney, 1947). Naproti tomu neparametrická analýza rozptylu byla provedena na základě Kruskal-Wallisova testu (Kruskal & Wallis, 1952), po níž následuje případně post hoc analýza (mnohonásobné porovnání). Pro post-hoc analýzu využíváme Dunnově metodu (Dunn, 1964). Testování reliability byla u otázek, na něž se odpovídá pomocí výběru z Likertovy škály, zjišťována výpočtem koeficientu Cronbach α (Cronbach, 1951). K dalším výpočtům jsme využili tzv. Studentova t-testu, představující jeden z nejznámějších statistických testů významnosti pro metrická data a analýzu rozptylu ANOVA (*Analysis of variance*). Z výpočtů ANOVA testu nás zajímala především hodnota testového kritéria F a jemu příslušející hodnota pozorované hladiny významnosti p pro účely zamítnutí nebo přijetí H_0 (Chytrý, 2020). Z hlediska měření statistické závislosti dvou kvantitativních veličin byla využita korelační analýza Spearmanův korelační koeficient pořadové korelace, kdy v případě následného vyhodnocení korelací budeme postupovat dle doporučení Hendla (2012) a Chrásky (2016) (tabulka 12). Musíme také na tomto místě říci, že z hlediska statistického vyhodnocení dat bylo využito softwaru Statistica v13 a Microsoft Excel.

Síla asociace	Hendl (2012)	Chrátka (2016)
Nulová až velmi nízká	0,0	0,0
Malá, nízká	0,1–0,3	0,2–0,4
Střední	0,3–0,7	0,4–0,7
Velká, vysoká	0,7–1,0	0,7–1,0

Tabulka 12: Síla asociace proměnných dle různých autorů (Chytrý, 2020)

VII. VÝSLEDKY VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ

V rámci standardizovaných výzkumných nástrojů bylo využito přepočtu na standardní věkový skóre (SVS), percentil (PP), hrubé skóre (HS) a stanin. Vzhledem k tomu, že pracujeme i s intervalovými proměnnými, budeme využívat primárně parametrické testy. Výjimky nastanou pouze v některých případech a vždy na ně bude upozorněno. Vlastní analýza dat bude diferencována vždy jako celek a taktéž v závislosti na pohlaví a známce z matematiky a přírodovědy, vztahu žáka k předmětu a socioekonomickému statusu rodiny (SES). Předpokládáme totiž, že neplatí obecný zákon tranzitivity a vlastní analýzu tudíž provedeme pro každou proměnnou zvlášť. Nedříve výpočet realizujeme deskriptivně a následně induktivně. Vzhledem ke skutečnosti, že u testu kognitivních schopností je možné pracovat jak s hrubým skóre, tak také se standardním věkovým skóre, percentily a staniny, využijeme do deskriptivní analýzy každou z těchto možností a to zejména z důvodu preciznější interpretace výsledků a závěrů výzkumného šetření. Jednotlivé dílčí baterie testu kognitivních schopností je možné nadále diferencovat na slovní, matematické a obrázkové, jež analyzujeme pouze ve smyslu hrubých skóre, a není tedy možné automaticky očekávat stejné výsledky korelací jako u baterie celkové. Ta je totiž přepočítána na standardní věkové skóre, se kterým budeme primárně v rámci empirické části pracovat. Pro všechny úrovně testu je celkový počet úloh následující: slovní baterie (100 úloh), početní baterie (60 úloh), obrázková baterie (80 úloh).

Obsah této kapitoly bude rozdělen do dílčích subkapitol podle toho, jak jsou definovány jednotlivé hypotézy výzkumného šetření. Protože bude dělení celé kapitoly značně detailní, uvádíme pro přehlednost zjednodušené schéma popisující pořadí dílčích subkapitol (tabulka 13).

Celkové výsledky oblastí kognitivních schopností žáků
<i>i)</i> Obecná charakteristika kognitivních schopností u žáků čtvrtých ročníků základní školy <i>ii)</i> Rozdíly kognitivních schopností vzhledem k pohlaví žáků výzkumného šetření ve slovní, početní a obrázkové baterii <i>iii)</i> Výsledky kognitivních schopností zvlášť pro každou testovou subbaterii TKS <i>iv)</i> Kompletní závěry kognitivních schopností v závislosti na pohlaví pro každou testovou subbaterii TKS <i>v)</i> Porovnání kognitivních schopností ve vztahu ke školnímu hodnocení z matematiky <i>vi)</i> Výsledky kognitivních schopností zvlášť pro každou testovou subbaterii TKS ve vztahu ke školnímu hodnocení z matematiky <i>vii)</i> Deskriptivní analýza kognitivních schopností žáků v závislosti ke školnímu hodnocení z přírodovědy <i>viii)</i> Výsledky zvlášť pro každou testovou subbaterii TKS ve vztahu ke školnímu hodnocení z přírodovědy <i>ix)</i> Korelace mezi jednotlivými bateriemi kognitivních schopností a oblastí socioekonomického statusu rodiny (SES)
Souhrnná analýza didaktického testu přírodovědné gramotnosti
<i>x)</i> Srovnání úspěšnosti žáků v jednotlivých přírodovědných úlohách výzkumného šetření s národním průměrem šetření TIMSS 2015 a 2019 <i>xi)</i> Souhrnná analýza rozdílů v rámci sledovaných proměnných testu přírodovědné gramotnosti <i>xii)</i> Analýza rozptylu s grupovací proměnnou známka z matematiky <i>xiii)</i> Analýza rozptylu s grupovací proměnnou známka z přírodovědy <i>xiv)</i> Kompletní korelační analýza výsledků v testu kognitivních schopností (TKS) a testu přírodovědné gramotnosti <i>xv)</i> Korelační analýza výsledků v testu kognitivních schopností (TKS) a testu přírodovědné gramotnosti dle pohlaví probandů <i>xvi)</i> Vztah žáka k předmětu přírodověda a výsledky v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti

Tabulka 13: Struktura kapitoly výzkumného šetření a pořadí dílčích subkapitol

V první řadě tak bude pozornost věnována odlišnostem v kognitivních schopnostech u žáků čtvrtých ročníků základní školy. V dalších podkapitolách budou řešeny otázky vztahu kognitivních schopností u vybraných skupin respondentů a jejich úspěšností v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti. Zaměříme se na dílčí proměnné, jako jsou gender, školní hodnocení z matematiky a přírodovědy, socioekonomický status rodiny (SES) a vztah žáka k přírodovědě.

Statistické veličiny, jež jsou uváděny v tabulkách u deskriptivní části, jsou ve shodě s českou odbornou literaturou (Hendl, 2012). Jedná se zejména o následující označení (Chytrý, 2020): \bar{X} = aritmetický průměr, med. = medián, mod. = modus, min. = minimum, max. = maximum, N = počet respondentů, p = hladina významnosti (p -level), r = korelační koeficient, SD = směrodatná odchylka, SVS = standardní věkový skóre, α = Cronbachovo alfa, t = testové kritérium příslušného typu Studentova t - testu při shodných nebo neshodných rozptylech pro komparaci aritmetických průměrů dvou nezávislých výběrů dat, CH – chlapci výzkumného šetření, D – dívky výzkumného šetření, HS = hrubé skóre, PP = percentilové pořadí, S = slovní baterie, P = početní baterie, O = obrázková baterie.

VÝSLEDKY VÝZKUMU V OBLASTI KOGNITIVNÍCH SCHOPNOSTÍ ŽÁKŮ

i) Obecná charakteristika kognitivních schopností u žáků čtvrtých ročníků základní školy

Z hlediska provedené deskriptivní analýzy bylo zjištěno (tabulka 14), že standardní věkové skóre (SVS) jednotlivých baterií testu TKS se u respondentů ($N = 393$) z datového souboru liší. Nejnižších hodnot ($SVS_{O\bar{O}} = 92,476$) dosahují žáci v obrázkové baterii odpovídající přibližně 35. percentilu dané věkové skupiny. Naopak relativně nejlepší výsledky jsou v baterii početní ($SVS_{P\bar{O}} = 96,557$). Značně podobné výsledky nám poskytuje i baterie slovní ($SVS_{S\bar{O}} = 95,481$), u které je průměr SVS zhruba o pět bodů nižší než standardní průměr dané věkové skupiny.

V daném ohledu se uvedené tři baterie řad TKS (slovní, početní, obrázková) vzájemně doplňují a lze z toho tudíž vyvodit u žáků možnost měření jejich všeobecných kognitivních poznávacích schopností. Současně však každá z těchto baterií je i úzce zaměřena na hodnocení specificky odlišných způsobilostí. Z pohledu optimálních výsledků by měla být tudíž u výzkumného souboru zjištěna spíše určitá konzistentní norma ve všech třech testovaných oblastech. K tomu v našem měření nedochází a výsledky SVS představují nerovnoměrné rozmístění SVS ve všech třech pásmech.

Testová baterie	Sledované oblasti	N	\bar{X}	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skóre	393	60,822	62	60	19	22	90	14,237
	SVS	393	95,481	96	-----	20	70	127	11,900
	percentil	393	40,562	39	42	20	2	96	23,716
	stanin	393	4,534	4	4	107	1	34	2,108
Početní	hrubý skóre	393	39,282	41	43	21	15	57	9,584
	SVS	393	96,557	98	100	19	70	125	12,241
	percentil	393	43,344	45	50	19	2	95	25,857
	stanin	393	4,593	5	5	93	1	8	1,662
Obrázková	hrubý skóre	393	58,366	60	71	20	29	80	12,474
	SVS	393	92,476	91	86	23	70	128	12,419
	percentil	393	34,639	27	17	23	2	97	25,561
	stanin	393	4,043	4	3	86	1	9	1,684

Tabulka 14: Test kognitivních schopností TKS – všichni respondenti dohromady

ii) Rozdíly kognitivních schopností vzhledem k pohlaví žáků výzkumného šetření ve slovní, početní a obrázkové baterii

Na základě porovnání výsledků šetření na dílčích škálách věnujícího se kognitivním schopnostem mezi chlapci a dívkami jsme dospěli k závěru (tabulky 15–16), že se výsledky ve slovní, početní i obrázkové baterii z hlediska dosaženého SVS liší.

Nejlépe jsou na tom chlapci v početní baterii ($SVS_{CHP\emptyset} = 97,801$) a nejhůře v obrázkové ($SVS_{CHO\emptyset} = 91,905$). Naopak u dívek se jedná o slovní baterii ($SVS_{DS\emptyset} = 95,868$) a nejnižší hodnotu nalézáme v obrázkové části ($SVS_{DO\emptyset} = 93,137$). Při vzájemné komparaci obou skupin jsou na tom chlapci lépe pouze v početní baterii ($SVS_{CHP\emptyset} = 97,801$; $SVS_{DP\emptyset} = 95,115$). V bateriích slovních ($SVS_{CHS\emptyset} = 95,147$; $SVS_{DS\emptyset} = 95,868$) a obrázkových ($SVS_{CHO\emptyset} = 91,905$; $SVS_{DO\emptyset} = 93,137$) dosahují relativně vyššího výsledku dívky. Přesto jsou námi zjištěné rozdíly mezi sledovanými skupinami poměrně minimální.

Je nutné poznamenat, že aritmetické průměry tříd a rozsahy norem (hrubý skór, standardní věkový skór, percentil, stanin) jsou užitečné pro plánování vyučovacích činností či výběr školních učebních metod (Thorndike & Hagen, 1998). Pochopení testu TKS je totiž vždy v kladném vztahu k výkonnosti žáků, kdy z našich výsledků vyplývají relativně nižší výsledky nonverbálních schopností vybrané testované skupiny oproti verbálním (slovním) i kvantitativním (početním) schopnostem. Obrázková baterie však měří tu část fluidní inteligence, která není primárně spojena s úrovní školního vzdělávání.

Přesto je všeobecná úroveň rozumového chápání důležitým činitelem školního výkonu, avšak nejedná se o faktor jediný. Předcházející zkušenosti, současná aktuální úroveň výkonu, rodinné zázemí, fyzické a duševní zdraví a motivace žáků patří mezi faktory, přispívající k celkovému výkonu ve vzdělávání. Kognitivní schopnosti jsou důležitým ukazatelem pro měření vývoje dětí a významně ovlivňují jejich budoucí socioekonomické výsledky a chování (Zheng et al., 2021). Kognitivní schopnosti se týkají schopnosti využívat lidský mozek ke zpracování, ukládání a následnému opětovnému získávání informací a zahrnují především abstraktní myšlení, logickou dedukci a paměťovou schopnost (Fang et al., 2019). Zcela v souladu s těmito zjištěními je stále diskutovaným problémem, zda je inteligence vrozená (geneticky) či ji můžeme učení, zkušenostmi, sociální interakcí výrazně měnit. V našem pohledu se přikláníme k druhé variantě. Za prokázané se totiž v rámci výzkumů považuje, že úroveň inteligence se u shodných osob mění přirozeně s jejich věkem (Průcha, 2017).

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	211	60,076	62	-----	10	24	90	14,716
	SVS	211	95,147	95	-----	13	70	127	11,386
	percentil	211	39,318	37	42	14	2	96	23,937
	stanin	211	4,374	4	4	59	1	9	1,539
Početní	hrubý skór	211	40,408	42	43	14	16	57	9,370
	SVS	211	97,801	99	105	10	71	125	12,223
	percentil	211	46,066	47	63	11	2	95	26,236
	stanin	211	4,749	5	5	53	1	8	1,676
Obrázková	hrubý skór	211	57,863	60	71	14	29	79	12,750
	SVS	211	91,905	90	86	13	70	124	12,555
	percentil	211	33,555	25	17	13	2	95	25,532
	stanin	211	3,953	4	3	49	1	8	1,712

Tabulka 15: Test kognitivních schopností TKS – chlapci

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	182	61,687	63	-----	9	22	89	13,650
	SVS	182	95,868	96	90	11	70	123	12,490
	percentil	182	42,005	39	25	11	3	94	23,439
	stanin	182	4,720	4,5	4	48	1	34	2,610
Početní	hrubý skór	182	37,978	39,5	40	10	15	55	9,689
	SVS	182	95,115	96	100	12	70	122	12,136
	percentil	182	40,187	39	50	12	2	93	25,114
	stanin	182	4,412	4	-----	40	1	8	1,632
Obrázková	hrubý skór	182	58,951	61	70	10	31	80	12,154
	SVS	182	93,137	92	86	10	72	128	12,260
	percentil	182	35,896	31	17	10	3	97	25,607
	stanin	182	4,148	4	5	38	1	9	1,650

Tabulka 16: Test kognitivních schopností TKS – dívky

iii) Výsledky kognitivních schopností zvlášť pro každou testovou subbaterii TKS

Stejná analýza byla provedena zvlášť i pro každou testovou subbaterii Testu kognitivních schopností TKS. Jednotlivé subbaterie TKS jsou zaměřeny vždy na jeden symbol zahrnující celou varietu typů položek (úloh) a to tak, aby bylo pokryto relační myšlení u každého z jednotlivých typů symbolů: klasifikace, analogie, chápání, série. Z hlediska celkové komparace výsledků se v další části textu zaměříme na aritmetické porovnání hrubého skóre (HS), což představuje prostý součet správných odpovědí v testu TKS. Postup je takový, že v každém z deseti subtestů sečteme všechny odpovědi zvlášť.

Pouze pro upřesnění uvádíme, že slovní baterie je tvořena ze čtyř subtestů ($HS_{max.} = 100$): 1-slovník ($HS_{max.} = 25$), 2-dokončování vět ($HS_{max.} = 25$), 3-klasifikace pojmů ($HS_{max.} = 25$) a 4-slovní analogie ($HS_{max.} = 25$). Druhou částí je početní baterie ($HS_{max.} = 60$) tvořící subtesty: 1-číselných vztahů ($HS_{max.} = 25$), 2-číselných řad ($HS_{max.} = 20$), 3-sestavování rovnic ($HS_{max.} = 15$). Poslední část testu TKS tvoří obrázková baterie ($HS_{max.} = 80$) reflektující tři subtesty: 1-klasifikaci ($HS_{max.} = 25$), 2-analogii ($HS_{max.} = 25$), 3-syntézu obrázků ($HS_{max.} = 30$). Pro všechny úrovně testu TKS (podle sledovaného ročníku a věkového rozpětí) je proto celkový počet úloh následující: slovní baterie (100 úloh), početní baterie (60 úloh), obrázková baterie (80 úloh).

Z obsahu tabulky 17 je patrné, že ve všech sledovaných oblastech jsou srovnatelné hodnoty průměru a mediánu. Není proto možné očekávat, že by se v datovém souboru vyskytovaly odlehle hodnoty. Jednotlivé celkové aritmetické průměry hrubých skóre (HS) v testových bateriích (slovní (S), početní (P), obrázkové (O)) jsou pak následovné: $HS_{SØ} = 60,845$; $HS_{PØ} = 39,283$; $HS_{OØ} = 58,367$.

Z pohledu jednotlivých subbaterií dopadlo ve slovním testu ($HS_{Smax.} = 100$) nejlépe dokončování vět ($HS_{S2Ø} = 18,211$), představující typ cvičení ověřující u žáků především porozumění textu. Na opačné straně jsou slovní analogie ($HS_{S4Ø} = 11,481$), jež mají mimořádný význam při výkladu nenázorných skutečností. Je však nutné říci, že celkové porozumění gramatické struktury konkrétního jazyka umožňuje žákovi větší variabilitu verbálního vyjádření a je předpokladem adekvátního rozvoje řeči i porozumění různě formulovaným sdělením. To odpovídá i rozdílům ve způsobu zpracování, kdy sémantický systém závisí na deklarativní paměti. Naopak zapamatování gramatických pravidel zajišťuje paměť procedurální. Přesto vývoj slovní zásoby a gramatiky je úzce vzájemně provázaný (Vágnerová & Lisá, 2021). Čtenářská gramotnost přímo souvisí se vzděláváním a s tím, aby se jedinec mohl zapojit do dění ve svém okolí i v širší společnosti. U většiny mladších žáků stojí v popředí četba literárních a narativních textů. S rozvojem čtenářských dovedností a s narůstajícími

požadavky především na vzdělávací texty nabývá na významu i čtení pro získání informací. Porozumění textu se utváří různými způsoby, proto jsou v mezinárodním šetření PIRLS⁹ hodnoceny čtyři druhy postupů, mezi které řadíme vyhledávání informací, vyvozování závěrů, interpretace a posuzování textu. Nad všemi těmito postupy stojí metakognitivní procesy a strategie umožňující zpětně reflektovat porozumění jazyku či textu (ČŠI, 2022). Studie jasně naznačují, že kromě koncepčních požadavků vyžaduje učení se vědět také značné obecné a oborově specifické jazykové nároky na žáky (Frändberg et al., 2013; Seah et al., 2014). Je nutné si uvědomit, že čtenářská zdatnost úzce souvisí i s uplatněním celé řady kognitivních činností, jako je propojování informací a myšlenek, posuzování obsahové či formální stránky textu, utváření si představ či vyvozování závěrů (Guthrie et al., 2013).

Druhou částí je početní baterie ($HS_{Pmax.} = 60$), vyžadující u dítěte již vytvoření určitých základních kvantitativních pojmů. Položky v těchto jednotlivých subtestech totiž nevyžadují prakticky žádné slovní symboly, takže vliv plynulosti čtení na výkon je v tomto ohledu minimální. Při porovnání poměru dosaženého hrubého skóre a počtu splněných úloh v jednotlivých subtestech (číselných vztahů, číselných řad a sestavování rovnic) zjišťujeme, že relativně nejlepších výsledků dosáhli žáci v úkolech zaměřených na číselné řady. Nejhuře dopadlo sestavování rovnic s celkovou úspěšností přibližně 58 %. Výsledek nám může signalizovat obtíže spojené s oblastí číselných výrazů¹⁰.

Pokud se podíváme na výsledky poslední obrázkové baterie TKS ($HS_{Omax.} = 80$) opět z pohledu poměru dosaženého hrubého skóre a počtu jednotlivých splněných úloh, docházíme k nejlepšímu výsledku v úlohách na syntézu obrázků. Test je zaměřen na modelování a spojování více částí a úplných tvarů. Úkoly jsou zaměřené na podobnosti a odlišnosti útvarů, vzájemné polohy objektů v rovině (respektive v prostoru). Takto pojaté zkoumání tvaru a prostoru vede žáky k řešení polohových úloh a problémů.

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	393	15,112	16	17	43	2	24	4,543
	TEST 2	393	18,211	20	20	46	0	25	4,892
	TEST 3	393	16,041	17	17	70	1	23	3,673
	TEST 4	393	11,481	11	-----	31	2	23	4,809
Početní	TEST 1	393	15,789	17	17	44	3	25	4,263
	TEST 2	393	14,817	16	17	51	1	20	4,164
	TEST 3	393	8,677	9	12	46	0	15	3,523
Obrázková	TEST 1	393	18,616	20	22	51	4	25	4,484
	TEST 2	393	16,402	18	23	34	1	25	6,469
	TEST 3	393	23,349	25	26	48	4	30	5,160

Tabulka 17: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/všichni respondenti dohromady

⁹ Šetření PIRLS vzniklo jako doplněk k šetření TIMSS. Bylo zahájeno v roce 2001 a probíhá v pravidelných pětiletých cyklech. Jeho organizaci má na starosti Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků ve vzdělávání IEA (*The International Association for the Evaluation of Educational Achievement*). Každý cyklus šetření poskytuje zúčastněným zemím detailní informace o výsledcích žáků v mezinárodním srovnání spolu s dalšími poznatky, například o podmínkách a průběhu výuky ve školách, o rodinném zázemí žáků nebo o jejich postojích ke čtení.

¹⁰ číselný výraz je zápis obsahující čísla a početní operace mezi nimi

iv) Kompletní závěry kognitivních schopností v závislosti na pohlaví pro každou testovou subbaterii TKS

Při porovnání aritmetických průměrů výsledků hrubých skóre v jednotlivých testových subbateriích z pohledu genderu docházíme k závěru (tabulky 18–19), že u slovní baterie ze čtyř subtestů jsou chlapci v hrubém skóre lepší pouze ve slovníku ($HS_{CHS1\emptyset} = 15,351$; $HS_{DS1\emptyset} = 14,835$). Naopak v rámci dokončování vět ($HS_{CHS2\emptyset} = 17,739$; $HS_{DS2\emptyset} = 18,758$), klasifikace pojmů ($HS_{CHS3\emptyset} = 16,005$; $HS_{DS3\emptyset} = 16,082$) a slovní analogie ($HS_{CHS4\emptyset} = 11,019$; $HS_{DS4\emptyset} = 12,016$) jsou dívky relativně lepší oproti chlapcům. V početní baterii dosahují aritmetických průměrů výsledků hrubých skóre ve všech třech subbateriích číselných vztahů ($HS_{CHP1\emptyset} = 16,502$; $HS_{DP1\emptyset} = 14,962$), číselných řad ($HS_{CHP2\emptyset} = 14,995$; $HS_{DP2\emptyset} = 14,610$) a sestavování rovnic ($HS_{CHP3\emptyset} = 8,910$; $HS_{DP3\emptyset} = 8,407$) lepších výsledků chlapci. V neposlední řadě v obrázkové baterii a v porovnání aritmetických průměrů dosažených hrubých skóre v subtestech klasifikace ($HS_{CHO1\emptyset} = 18,137$; $HS_{DO1\emptyset} = 19,170$) a analogie obrázků ($HS_{CHO2\emptyset} = 15,938$; $HS_{DO2\emptyset} = 15,938$) dosahují vyšších aritmetických průměrů dívky. Chlapci jsou na tom lépe pouze v syntéze obrázků ($HS_{CHO3\emptyset} = 23,787$; $HS_{DO3\emptyset} = 22,841$).

Struktura těchto skóre odhaluje silné a slabé stránky práce s těmito rozdílnými druhy symbolů a dává užitečné vodítko pro posouzení intelektuálního růstu dítěte. Například žák dosahující vysoké úrovně uvažování při práci se symboly (především slovními a číselnými), je celkově schopnější pracovat se složitým a obtížným materiálem, než typický žák jeho věku. Tento žák chápe rychleji vztahy a pohotověji vytváří zobecnění a může využívat své dobře rozvinuté dovednosti k tomu, aby si pomohl při osvojování nových poznatků a pohotově uplatnil dříve získané znalosti při řešení nových problémů. Na opačné straně žák se slabě rozvinutým chápáním ve všech sledovaných oblastech má více těžkostí při zvládnání úloh určených pro jeho věkovou skupinu. Průměry a rozsahy norem jsou nejužitečnější pro plánování vyučovacích činností, výběr učebních metod, stanovení očekávání výkonu a pro vytváření homogenních skupinek žáků při vyučování v rámci třídy. Při využívání výsledků TKS by se učitel neměl zaměřit pouze na úroveň výkonnosti v každé baterii, ale i na celkovou strukturu jednotlivých skóre. Tři baterie testových řad se vzájemně doplňují a můžeme tudíž předpokládat, že měří všeobecnou kognitivní poznávací schopnost. Současně však každá z těchto baterií měří schopnost v něčem odlišnou od jiných. Skóre z TKS je proto třeba vidět ve vztahu ke školním známám nebo jiným hodnocením, případně dalším standardizovaným testovým výsledkům (Thorndike & Hagen, 1998).

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	211	15,351	17	17	25	2	24	4,733
	TEST 2	211	17,739	19	20	28	3	25	4,882
	TEST 3	211	16,005	17	17	38	1	23	3,915
	TEST 4	211	11,019	10	8	18	2	22	4,923
Početní	TEST 1	211	16,502	17	20	27	3	25	4,024
	TEST 2	211	14,995	16	-----	27	1	20	4,320
	TEST 3	211	8,910	9	12	25	0	15	3,529
Obrázková	TEST 1	211	18,137	19	21	23	4	25	4,648
	TEST 2	211	15,938	17	24	21	1	25	6,664
	TEST 3	211	23,787	25	27	24	7	30	4,841

Tabulka 18: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie – chlapci

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	182	14,835	15	-----	20	2	24	4,308
	TEST 2	182	18,758	20	-----	21	0	25	4,860
	TEST 3	182	16,082	17	17	32	6	23	3,380
	TEST 4	182	12,016	12	9	16	2	23	4,629
Početní	TEST 1	182	14,962	16	17	19	3	23	4,392
	TEST 2	182	14,610	16	17	29	2	20	3,977
	TEST 3	182	8,407	9	-----	21	0	15	3,507
Obrázková	TEST 1	182	19,170	20	22	29	6	25	4,231
	TEST 2	182	15,938	18,5	22	20	1	25	6,209
	TEST 3	182	22,841	25	26	28	4	30	5,476

Tabulka 19: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie – dívky

v) Porovnání kognitivních schopností ve vztahu ke školnímu hodnocení z matematiky

Z pohledu výzkumného šetření byla stejná analýza provedena i v závislosti na školním hodnocení z matematiky a přírodovědy. Vzhledem ke skutečnosti, že školního hodnocení 5 (nedostatečný) dosáhl pouze jeden žák, nebudeme toto sumativní školní hodnocení v rámci analýzy uvažovat.

Zcela záměrně jsou vybrané uvedené předměty, neboť právě kvantitativní baterie TKS hodnotí schopnost dítěte pracovat s čísly a symboly, což je spojeno s odhadem potenciálu dětí dosahovat dobré výsledky v přírodních vědách a matematice. Z výsledků porovnání jednotlivých normativních skóre (standardního věkového skóre, percentilu i staninu podle věku) ve slovních, početních a obrázkových bateriích a školního hodnocení z matematiky (tabulky 20–23), je ve všech případech jasně patrná jejich klesající úroveň vzhledem k vzrůstajícímu stupni školního hodnocení. Můžeme tudíž učinit závěr, že sumativní hodnocení žáků v matematice odpovídá jejich úrovni kognitivních schopností. Pokud se zaměříme například na hrubý skóre představující pouze prostý součet správných odpovědí v každém z deseti subtestů dohromady, vidíme přibližně sedmibodovou klesající úroveň v každé baterii testu související vždy s každým snižujícím stupněm hodnocení z matematiky.

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skóre	154	65,812	68	69	9	27	90	13,823
	SVS	154	99,669	100	100	10	70	127	11,178
	percentil	154	49,195	50	-----	9	2	96	24,188
	stanin	154	5,156	5	5	42	1	34	2,799
Početní	hrubý skóre	154	43,383	44	43	13	17	57	7,944
	SVS	154	101,688	102	-----	9	72	125	10,788
	percentil	154	54,377	55	75	9	2	95	23,739
	stanin	154	5,286	5	5	46	1	8	1,498
Obrázková	hrubý skóre	154	63,630	66	-----	9	34	80	10,864
	SVS	154	97,825	98	-----	7	72	128	12,271
	percentil	154	45,591	45	-----	7	3	97	25,759
	stanin	154	4,734	5	5	39	1	9	1,661

Tabulka 20: Test kognitivních schopností – známka z matematiky 1

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	148	58,277	59	60	9	27	83	11,542
	SVS	148	92,682	94	95	12	10	115	10,986
	percentil	148	34,912	34	-----	11	4	84	18,530
	stanin	148	4,115	4	4	53	2	7	1,158
Početní	hrubý skór	148	37,216	38	42	11	17	53	7,923
	SVS	148	93,500	95	100	11	71	117	9,642
	percentil	148	36,007	37	50	11	3	87	20,508
	stanin	148	4,196	4	4	42	1	8	1,323
Obrázková	hrubý skór	148	55,716	57	71	9	31	75	11,593
	SVS	148	89,216	88,5	86	10	70	112	10,338
	percentil	148	27,581	22	17	10	2	79	20,781
	stanin	148	3,615	3	3	39	1	7	1,431

Tabulka 21: Test kognitivních schopností – známka z matematiky 2

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	46	50,022	50,5	60	8	24	76	11,060
	SVS	46	87,544	88	-----	4	73	108	7,893
	percentil	46	22,870	21	-----	4	4	70	14,812
	stanin	46	3,457	3,5	4	16	2	6	1,048
Početní	hrubý skór	46	30,978	29	-----	4	15	51	9,563
	SVS	46	86,609	84,5	-----	3	70	115	11,536
	percentil	46	23,435	15	5	4	2	84	22,276
	stanin	46	3,348	3	3	14	1	7	1,581
Obrázková	hrubý skór	46	48,457	49	-----	4	29	69	10,405
	SVS	46	83,348	83	78	5	70	102	8,122
	percentil	46	16,261	13	-----	4	2	55	13,284
	stanin	46	2,826	3	2	16	1	5	1,102

Tabulka 22: Test kognitivních schopností – známka z matematiky 3

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	7	46,143	46	-----	1	22	77	17,883
	SVS	7	84,857	82	82	2	71	107	11,992
	percentil	7	20,571	11	11	2	3	68	22,941
	stanin	7	3,143	3	3	3	1	6	1,574
Početní	hrubý skór	7	27,714	26	26	3	18	33	5,438
	SVS	7	82,000	83	79	2	73	88	5,323
	percentil	7	12,714	13	8	2	4	21	6,317
	stanin	7	2,571	3	3	4	2	3	0,535
Obrázková	hrubý skór	7	49,286	53	55	2	33	59	9,069
	SVS	7	82,714	84	86	2	73	90	5,823
	percentil	7	13,714	14	17	2	4	25	7,111
	stanin	7	2,857	3	3	4	2	4	0,690

Tabulka 23: Test kognitivních schopností – známka z matematiky 4

Domníváme se, že příčiny těchto námi zjištěných výsledků musíme spatřovat ve vzájemné kombinaci řady faktorů, ať už je to povaha učiva samotného (matematika a její aplikace je jistě svou abstraktností obtížná sama o sobě), osobní a kognitivní charakteristikou jednotlivých žáků (malá motivace či neochota porozumět matematickým poznatkům) či například nevhodnými didaktickými postupy ve výuce (včetně například obsahu učebnic). Jen některé z těchto charakteristik můžeme skutečně ovlivnit. Je však jisté, že výukové přístupy učitele významně ovlivňují charakter poznatků žáků. Samotná implementace záleží totiž na učiteli samotném a zejména na jeho profesních kompetencích (včetně znalosti matematiky) (Vondrová et al., 2015). Výzkumy zkoumající složitost vztahů mezi výukou a učením matematiky totiž považují existenci odpovědnosti učitelů za výběr konkrétních obsahových aktivit za samozřejmost (Gustafsson, 2003; Seidel & Shavelson, 2007).

Učitelé jsou proto jedním ze zásadních faktorů ovlivňující akademické úspěchy žáků (Sanders et al., 1997). Pro navrhování kvality vzdělávacího rámce jsou však důležité i vztahy mezi všemi dalšími aspekty výuky, jako jsou komplexní osobní charakteristiky žáků a jejich kognitivní výsledky (Yi & Lee, 2017). Většina učitelů si přeje totiž modifikovat vyučovací postupy i materiály tak, aby měl každý žák vysokou pravděpodobnost úspěchu v učení a postupně dosahoval cílů vyučování. Pokud chce učitel dosáhnout tohoto cíle, potřebuje mít o žákovi mnoho údajů, jako například právě všeobecná úroveň kognitivního vývoje či současný stav ve významných oblastech učení.

vi) Výsledky kognitivních schopností zvláště pro každou testovou subbaterii TKS ve vztahu ke školnímu hodnocení z matematiky

Totožné závěry nám poskytuje i srovnání školního hodnocení z matematiky a jednotlivých subbaterií TKS (tabulky 24–27). Ty se v průběhu zhoršujícího hodnocení v matematice odrážejí i ve výsledcích v každém z deseti subtestů. Tento na první pohled zřejmý a nerovnoměrný rozvoj v chápání odlišných druhů symbolů představuje obvykle nedostatečně rozvinuté schopnosti pro řešení nových problémů. Výčet proměnných souvisejících s přírodovědnou gramotností však není omezen pouze na školní hodnocení. Je nutné si uvědomit, že každý test je vždy pouze odhadem skutečné schopnosti dítěte pro danou oblast. Uvažování o testových skórech spíše jako o pásmu než o bodu brání nadměrné interpretaci a hledání bezvýznamných rozdílů v testovém profilu jedince nebo rozdílných osob. Jak již však bylo řečeno, skóry všech tří baterií umožňují posoudit aktuální úroveň rozvoje chápání a schopnost uvažování se slovními, číselnými nebo obrázkovými symboly. Struktura skóre odhaluje silné a slabé stránky práce s těmito třemi rozdílnými druhy symbolů. Porovnání této struktury dává užitečné vodítko pro posouzení intelektuálního růstu dítěte (Thorndike & Hagen, 1998).

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	154	16,481	17	17	20	3	24	4,231
	TEST 2	154	19,338	21	22	23	3	25	4,477
	TEST 3	154	16,844	17	17	29	5	23	3,453
	TEST 4	154	13,201	13	12	14	4	23	4,723
Početní	TEST 1	154	17,305	18	20	26	3	25	3,986
	TEST 2	154	16,331	17	18	25	1	20	3,187
	TEST 3	154	9,747	10	-----	21	0	15	3,283
Obrázková	TEST 1	154	19,877	21	22	23	7	25	4,070
	TEST 2	154	18,896	21	24	24	2	25	5,661
	TEST 3	154	24,857	26	26	28	9	30	4,508

Tabulka 24: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z matematiky 1

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	148	14,264	15	15	17	2	22	4,185
	TEST 2	148	17,716	19	20	20	0	24	4,807
	TEST 3	148	15,784	16	17	30	3	22	3,284
	TEST 4	148	10,520	10	9	18	2	21	4,123
Početní	TEST 1	148	15,041	16	17	20	6	23	3,723
	TEST 2	148	14,027	15	16	24	1	20	3,876
	TEST 3	148	8,149	8	8	20	0	14	3,304
Obrázková	TEST 1	148	17,987	19	22	21	4	24	4,498
	TEST 2	148	15,250	16	-----	12	1	25	6,141
	TEST 3	148	22,480	24	-----	17	7	30	5,162

Tabulka 25: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z matematiky 2

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	46	12,761	13	14	7	5	24	4,018
	TEST 2	46	15,652	16	19	7	7	24	4,547
	TEST 3	46	13,348	13,5	14	7	1	22	3,504
	TEST 4	46	8,261	8	7	8	2	18	3,738
Početní	TEST 1	46	12,826	12,5	15	8	5	22	4,024
	TEST 2	46	11,544	12	5	6	2	20	4,834
	TEST 3	46	6,609	6	-----	8	1	13	2,963
Obrázková	TEST 1	46	16,565	18	19	8	5	23	4,380
	TEST 2	46	11,261	10,5	-----	5	1	23	5,729
	TEST 3	46	20,630	22	25	7	4	29	5,836

Tabulka 26: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z matematiky 3

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	7	11,571	11	9	2	6	18	4,198
	TEST 2	7	15,857	18	-----	1	3	23	6,744
	TEST 3	7	11,143	11	11	2	6	17	3,805
	TEST 4	7	7,571	7	-----	2	3	19	5,442
Početní	TEST 1	7	11,714	12	-----	2	9	15	2,215
	TEST 2	7	11,429	9	9	2	7	17	4,117
	TEST 3	7	4,571	4	1	2	1	9	3,207
Obrázková	TEST 1	7	16,857	17	-----	2	13	22	3,338
	TEST 2	7	14,000	13	-----	1	8	20	4,967
	TEST 3	7	18,429	18	-----	1	12	26	5,740

Tabulka 27: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z matematiky 4

Prvotním účelem testování by dle našeho názoru mělo být vždy získání komplexních informací, které pomohou porozumět otázkám učení. Interpretace výkonnosti by pak měla následně vycházet z co nejlepších podkladů a informací, což dle našeho názoru test TKS umožňuje. Pokud je například v úrovni schopností u žáků klesající trend, je třeba prověřit osnovy a zjistit, jaké změny jsou vhodné pro jejich efektivnější realizaci. Prostřednictvím testu můžeme popsat totiž danou skutečnost z hlediska vlastností významných pro volbu optimální formy vzdělávání a podle toho následně strukturovat i případné metody výuky.

vii) Deskriptivní analýza kognitivních schopností žáků v závislosti ke školnímu hodnocení z přírodovědy

Z pohledu komplexní deskriptivní analýzy kognitivních schopností žáků v závislosti k jejich školnímu hodnocení z přírodovědy (tabulky 28–31) docházíme ke shodným závěrům. Školní hodnocení z přírodovědy a jeho postupné zhoršování má stejný vliv i na výsledky kognitivních schopností v jednotlivých bateriích testu TKS.

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	217	64,042	65	69	12	27	90	13,191
	SVS	217	97,995	98	95	15	70	127	10,693
	percentil	217	45,281	45	37	15	2	96	23,478
	stanin	217	4,876	5	4	60	1	34	2,470
Početní	hrubý skór	217	41,221	43	43	15	17	57	8,547
	SVS	217	98,760	99	97	13	72	125	11,197
	percentil	217	47,760	47	42	12	3	95	24,515
	stanin	217	4,885	5	5	60	1	8	1,558
Obrázková	hrubý skór	217	61,286	64	71	14	31	80	11,813
	SVS	217	95,240	96	86	13	72	128	12,492
	percentil	217	40,281	39	17	13	3	97	25,969
	stanin	217	4,392	4	5	47	1	9	1,686

Tabulka 28: Test kognitivních schopností – známka z přírodovědy 1

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	104	55,664	59	60	8	24	77	12,260
	SVS	104	90,702	93	97	11	10	110	11,918
	percentil	104	31,606	32	42	11	4	75	17,886
	stanin	104	3,914	4	4	33	2	6	1,150
Početní	hrubý skór	104	35,548	36	-----	7	15	53	9,136
	SVS	104	91,721	91	100	8	70	117	11,153
	percentil	104	33,048	27	50	8	2	87	22,647
	stanin	104	3,971	4	5	25	1	7	1,445
Obrázková	hrubý skór	104	54,019	54,5	48	8	33	74	10,900
	SVS	104	87,789	86,5	86	9	70	112	9,303
	percentil	104	24,202	18	17	9	2	79	18,041
	stanin	104	3,433	3	3	32	1	7	1,275

Tabulka 29: Test kognitivních schopností – známka z přírodovědy 2

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	30	50,867	49,5	60	4	33	79	12,886
	SVS	30	89,000	88	90	4	73	109	9,399
	percentil	30	26,067	21	25	4	4	72	19,626
	stanin	30	3,633	3,5	-----	9	2	6	1,273
Početní	hrubý skór	30	34,700	33,5	-----	3	19	51	9,614
	SVS	30	91,667	91,5	-----	3	71	113	11,877
	percentil	30	33,267	28,5	-----	3	3	81	24,596
	stanin	30	4,067	4	4	7	1	8	1,760
Obrázková	hrubý skór	30	50,100	51,	59	3	29	75	12,628
	SVS	30	85,200	84	80	3	70	111	10,987
	percentil	30	20,867	14	-----	3	2	77	20,497
	stanin	30	3,067	3	3	8	1	7	1,596

Tabulka 30: Test kognitivních schopností – známka z přírodovědy 3

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	hrubý skór	5	41,600	44	-----	1	22	59	14,188
	SVS	5	80,600	82	-----	1	71	89	7,162
	percentil	5	11,600	11	-----	1	3	23	8,173
	stanin	5	2,600	3	3	2	1	4	1,140
Početní	hrubý skór	5	30,800	26	26	2	23	44	8,643
	SVS	5	85,000	83	-----	1	76	98	8,746
	percentil	5	18,800	13	-----	1	5	45	16,162
	stanin	5	3,200	3	2	2	2	5	1,304
Obrázková	hrubý skór	5	47,800	46	-----	1	37	66	11,010
	SVS	5	81,800	78	-----	1	74	97	9,094
	percentil	5	14,400	7	-----	1	4	42	15,789
	stanin	5	2,800	2	2	3	2	5	1,304

Tabulka 31: Test kognitivních schopností – známka z přírodovědy 4

Pokud se budeme věnovat hrubému skóru, zjistíme jeho desetibodový relativní propad v jednotlivé baterii testu, objevující se pokaždé se sníženým stupněm hodnocení z přírodovědy. To je větší bodový propad, než v případě hodnocení z matematiky. Musíme upozornit, že žák dosahující vysoké úrovně uvažování při práci se symboly (především slovními a číselnými), je celkově schopnější pracovat se složitým a obtížným materiálem. Tento žák chápe rychleji vztahy a pohotověji vytváří zobecnění. Na opačné straně žák se zřejmým nerovnoměrným rozvojem chápání odlišných druhů symbolů, by měl dostávat učební materiály pro různé oblasti na různé úrovni obtížnosti. Z pohledu výsledků baterií TKS v oblasti poměru dosaženého hrubého skóre a počtu jednotlivých splněných úloh, nalézáme nejlepší výsledky v úlohách na syntézu obrázků. Při organizaci a volbě vyučovacích metod by měl uvedené závěry učitel reflektovat. Výsledky nás v tomto ohledu nepřekvapují a odráží úzkou souvislost vlivu kognitivních schopností k výuce matematiky a přírodovědy u žáků prvního stupně základní školy. Jedná se o klíčové předměty primárního vzdělávání, umožňující dítěte pochopit a zkoumat okolní prostředí.

V mezinárodním výzkumu TIMSS se bohužel ukazuje dlouhodobá stagnace, či dokonce pokles výsledků v přírodovědné gramotnosti u žáků čtvrtých ročníků na prvním stupni základních škol v České republice. Zjištěný trend přitom spadá do období zásadní reformy českého školství, tedy zavádění Rámcových vzdělávacích programů (RVP), respektive školních vzdělávacích programů (ŠVP) v roce 2007. Musíme na tomto místě podotknout skutečnost, že čeští žáci mají stále nadprůměrné výsledky v přírodovědě v šetření TIMSS. Navzdory tomu se však za uplynulých více než dvacet pět let (zahrnujeme zde i poslední šetření TIMSS 2019) tohoto testování v přírodovědě zlepšila většina zemí účastnících se prvního i jeho posledního sedmého cyklu projektu TIMSS v roce 1995 a 2019. Česká republika však dosáhla pouze výsledku srovnatelného v rámci uvedených roků testování. Rozdíly mezi výsledky chlapců a dívek jsou však statisticky významné pro všechny cykly (Tomášek et al., 2020).

Lze polemizovat nad tím, zda se jedná z hlediska těchto výsledků opravdu o úspěch. Uvědomujeme si, že na základě zde uvedených výsledků nelze činit jednoznačné závěry, přesto nám tento vývoj může poukazovat na jedné straně na stabilní vzdělávací systém v ČR, či naopak na jeho dlouhodobou rigiditu. Z našeho pohledu si musíme uvědomit, že přírodní vědy jsou neustále se měnící a rozvíjející oblastí. Vzdělávací systém by se měl těmto změnám dokázat dlouhodobě přizpůsobovat. Ve světě využívajícím nepřehledné množství výsledků moderní vědy a techniky, se totiž stává porozumění přírodním vědám nezbytnou součástí života každého jednotlivce (Tirpák, 2017).

viii) Výsledky zvláště pro každou testovou subbaterii TKS ve vztahu ke školnímu hodnocení z přírodovědy

Výsledky zvláště pro každou testovou subbaterii TKS ve vztahu ke školnímu hodnocení z přírodovědy poukazují opět na klesající úroveň v souvislosti s odpovídající známkou z přírodovědy (tabulky 32–35). Není tedy pochyb o vzájemných a úzkých vztazích mezi kognitivními schopnostmi a sumativním hodnocením žáků z matematiky a přírodovědy.

Kognitivním vývojem rozumíme od raného dětství a celoživotně se rozvíjející schopnost myslet učit se zapamatovávat si a zpracovávat informace, symbolicky a abstraktně uvažovat, organizovat a zpracovávat informace (Thorová, 2015). Výsledky v tomto ohledu také jasně prokazují vazbu kognitivních schopností na relativní prospěchové známky u žáků.

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	217	15,917	17	17	30	2	24	4,251
	TEST 2	217	19,129	20	-----	28	3	25	4,637
	TEST 3	217	16,673	17	17	44	5	23	3,317
	TEST 4	217	12,360	12	9	19	2	23	4,816
Početní	TEST 1	217	16,401	17	17	28	3	25	4,198
	TEST 2	217	15,581	16	17	31	1	20	3,443
	TEST 3	217	9,240	10	12	30	0	15	3,385
Obrázková	TEST 1	217	19,290	20	22	33	4	25	4,455
	TEST 2	217	17,807	20	24	26	1	25	6,048
	TEST 3	217	24,189	25	26	30	9	30	4,677

Tabulka 32: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z přírodovědy 1

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	104	13,971	14	13	12	3	22	4,016
	TEST 2	104	16,692	18	-----	12	0	24	4,678
	TEST 3	104	14,923	15	-----	17	1	22	3,563
	TEST 4	104	10,087	10	8	14	2	21	3,964
Početní	TEST 1	104	14,885	15	14	13	6	23	3,917
	TEST 2	104	13,106	14	16	15	1	20	4,678
	TEST 3	104	7,558	8	-----	13	1	14	3,291
Obrázková	TEST 1	104	17,731	19	21	15	5	24	4,167
	TEST 2	104	14,452	15	-----	8	1	25	6,053
	TEST 3	104	21,837	24	25	15	4	29	5,429

Tabulka 33: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z přírodovědy 2

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	30	12,500	13	-----	4	5	24	4,711
	TEST 2	30	16,067	16	-----	4	8	23	3,965
	TEST 3	30	13,800	13	-----	4	8	21	3,438
	TEST 4	30	8,500	8	-----	4	2	18	4,345
Početní	TEST 1	30	13,367	13	-----	4	8	21	3,691
	TEST 2	30	13,633	14	16	4	3	20	4,319
	TEST 3	30	7,700	7	11	5	1	13	3,554
Obrázková	TEST 1	30	16,300	17	17	4	8	24	4,535
	TEST 2	30	11,800	11	7	4	1	25	6,557
	TEST 3	30	22,000	23	27	6	7	28	5,408

Tabulka 34: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z přírodovědy 3

Testová baterie	Sledované oblasti	N	Ø	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Slovní	TEST 1	5	8,000	9	9	2	3	12	3,317
	TEST 2	5	14,800	20	-----	1	3	22	8,701
	TEST 3	5	10,600	8	6	2	6	17	5,459
	TEST 4	5	8,200	7	4	2	4	14	4,604
Početní	TEST 1	5	13,400	13	-----	1	9	18	3,362
	TEST 2	5	13,000	15	-----	1	7	18	4,743
	TEST 3	5	4,400	4	4	2	1	8	2,510
Obrázková	TEST 1	5	18,600	20	21	2	14	21	3,050
	TEST 2	5	13,800	11	-----	1	8	21	6,221
	TEST 3	5	15,400	14	25	2	4	25	9,450

Tabulka 35: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z přírodovědy 4

ix) Korelace mezi jednotlivými bateriemi kognitivních schopností a oblastí socioekonomického statusu rodiny (SES)

Poslední námi sledovanou položkou se stala oblast socioekonomického statusu rodiny (SES) a její závislost ve vztahu ke kognitivním schopnostem dětí. Pro výpočet v našem výzkumu byla využita konstrukce proměnných v ABCDE socioekonomické klasifikaci (Nielsen Admosphere, 2022). Základem této klasifikace je tzv. socioekonomické skóre domácnosti představující hodnotu jejího predikovaného příjmového indexu na základě znalosti hodnot proměnných vstupujících do výpočtu skóre (viz příloha 7).

Ze zjištěných závěrů nalézáme rozdíly pouze u první a třetí baterie na jednocentní hladině významnosti. Protože mají námi zjištěná data jiné než normální rozdělení četností, použili jsme pro porovnání neparametrické statistické metody. Na základě analýzy Kruskal-Wallisovým testem (blíže tabulka 37) se v rámci post-hoc analýzy, která není z kapacitních důvodů celá uvedena, u první baterie objevuje rozdíl mezi stupni (8-3, 8-5) a u druhé mezi stupni 8-5 jinak nikde. V podstatě je tedy možné tvrdit, že ani SES není konkrétním limitujícím prvkem, kde by bylo možné sledovat jednoznačnou závislost. Jak je patrné z tabulky 36, jednotlivé korelace jsou sice signifikantní, ale to je dáno zejména rozsahem souboru. Vlastní hodnoty korelačních koeficientů jsou totiž zanedbatelné, což je možné říci také o koeficientech determinace, kdy bychom zjistili, že nejvíce je ovlivňována slovní baterie a to pouze z přibližně 6,5 %.

Testová baterie	<i>R</i>	<i>p</i>
Slovní	0,256	0,001
Počty	0,155	0,051
Obrázková	0,114	0,151

Tabulka 36: Korelace mezi jednotlivými bateriemi a oblastí socioekonomického statusu rodiny (SES)

Testová baterie	Kruskal-Wallis
Slovní	H (7, N = 160) = 15,983; <i>p</i> = 0,025
Počty	H (7, N = 160) = 8,909; <i>p</i> = 0,259
Obrázková	H (7, N = 160) = 14,782; <i>p</i> = 0,039

Tabulka 37: Kruskal-Wallisův test, rozdíly v bateriích podle klasifikace žáka a jeho SES

SOUHRNNÁ ANALÝZA DIDAKTICKÉHO TESTU PŘÍRODOVĚDNÉ GRAMOTNOSTI

x) Srovnání úspěšnosti žáků v jednotlivých přírodovědných úlohách výzkumného šetření s národním průměrem šetření TIMSS 2015 a 2019

Samotné úlohy námi vytvořeného didaktického testu přírodovědné gramotnosti (viz příloha 3) mají v zásadě dvojí charakter.

Celkem šest úloh je otevřených s nutnou tvorbou odpovědi a zbytek jsou úlohy uzavřené s možností výběru odpovědi samotnými žáky. Každá úloha v didaktickém testu má vždy identickou strukturu dle uvolněných úloh z mezinárodního šetření TIMSS 2015 a 2019.

Pro snadnější aplikaci v rámci výzkumného šetření jsou úlohy řazeny tematicky podle charakteru učiva (obsahu) a jeho třídění do tematických okruhů a tematických celků v šetření TIMSS. Odpovědi na jednotlivé otázky/položky našeho didaktického testu přírodovědné gramotnosti jsou hodnoceny alternativně: 0 – žák odpověděl chybně, 1 – žák odpověděl správně. Pokud proband otázku v testu nezodpověděl, byl pro kódování použit prázdný znak.

Číslo úlohy	Číslo úlohy využité v testu přírodovědné gramotnosti dle TIMSS	Úspěšnost (%) TIMSS	Úspěšnost dívky (%) TIMSS	Úspěšnost chlapci (%) TIMSS	Úspěšnost (%) výzkum	Úspěšnost dívky (%) výzkum	Úspěšnost chlapci (%) výzkum
1	P5 (S03-01)	86,0	87,9	84,1	89,6	92,6	86,7
2	P8 (S01-01)	92,5	92,3	92,7	93,4	95,6	91,5
3	P6 (S05-03)	52,1	47,8	56,6	53,2	49,5	56,4
4	P34 (SE06-06)	74,8	73,4	76,3	83,0	85,2	81,0
5	P46 (S06-08)	54,5	49,7	60,0	56,7	56,6	56,9
6	P43 (SE02-07)	43,3	44,5	42,3	44,5	39,6	48,8
7	P62 (S06-11)	79,3	77,4	81,5	79,6	77,5	81,5
8	P70 (S07-12)	49,9	51,5	48,1	44,5	44,5	44,5
9	P4 (S02-01)	75,7	80,1	71,7	60,8	56,6	64,5
10	P22 (S06-04)	70,3	69,7	70,9	73,5	68,7	77,8
11	P23 (S06-06)	70,5	71,1	69,9	62,5	61,0	63,8
12	P17 (S01-04)	62,5	64,9	60,3	46,3	52,7	40,8
13	P39 (SE07-09)	76,6	76,6	76,5	70,5	69,2	71,6
14	P40 (S07-11)	49,2	48,1	50,4	31,3	25,3	36,5
15	P41 (S01-05)	46,0	42,5	49,1	37,7	42,3	33,6
16	P65 (S07-14)	81,4	81,9	80,8	71,5	73,6	69,7
17	P20 (SE06-04)	66,8	68,2	65,3	57,8	56,0	59,2
18	P25 (S01-06)	45,5	41,6	49,1	42,7	40,7	44,5
19	P36 (SE01-09)	60,7	57,4	63,9	65,9	67,6	64,5
20	P69 (S05-12)	30,6	28,7	32,5	31,3	25,8	36,0

Tabulka 38: Srovnání úspěšnosti žáků v jednotlivých přírodovědných úlohách výzkumného šetření s národním průměrem šetření TIMSS 2015 a 2019

Relativně významně horší rozdíly oproti národnímu průměru spatřujeme v rámci probandů našeho výzkumného šetření ve vybraných úlohách: 9-P4 (S02-01), 12-P17 (S01-04), 14-P40 (S07-11). Pro názornost zde uvádíme níže vybrané úlohy i s popisem cíle úlohy a nutnou kognitivní dovedností žáka. Úloha je zakončena vždy krátkým komentářem reflektující rozbor řešení dané úlohy a analyzující podle nás možné příčiny chybných odpovědí a pravděpodobný charakter nízké úspěšnosti řešení žáků výzkumného šetření.

Úloha 9 (P4-S02-01) je řazena mezi oblast učiva živá příroda a tematický celek vlastnosti a životní procesy organismů. Právě studium živé přírody by mělo umožnit žákům čtvrtých ročníků rozvinout jejich přirozený zájem o přírodní prostředí. Postupně by se také měli seznámit se základními přírodovědnými koncepty týkající se životních cyklů. V šetření TIMSS je proto tematický okruh živá příroda zastoupen pěti tematickými celky, mezi které patří: vlastnosti a životní procesy organismů, životní cykly, rozmnožování a dědičnost, organismy a prostředí a jejich vzájemné vztahy, ekosystémy, lidské zdraví (ČŠI, 2020). Cílem úlohy je určit organismy nebo uvést příklady a popsat rozdíly mezi hlavními skupinami organismů, tedy hmyzu, ptáků, savců, ryb, plazů a kvetoucích rostlin. Úloha patří svou obtížností mezi nejjednodušší, neboť organismy na obrázku žáci mají znát

spíše vzdálenější. Výrazně lepší procentuální úspěšnost ve srovnání mají v této úloze dívky oproti chlapcům a to se týká i šetření na národní úrovni.

Úloha 12: P17 (S01-04)

Motýl monarcha je pro ptáky jedovatý. Jakou to má pro motýla monarchu výhodu?

- A) Motýli přežijí a mohou naklásť vajíčka
- B) Motýli mohou jíst různé rostliny
- C) Motýli mohou opylit více rostlin
- D) Motýli mohou přispět ke snížení ptačí populace

A	B	C	D
---	---	---	---

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Cíl úlohy: Určit nebo popsat příklady tělesných vlastností nebo způsobů chování rostlin a živočichů, které jim pomáhají přežít v daném prostředí

Dovednost: Používání znalostí

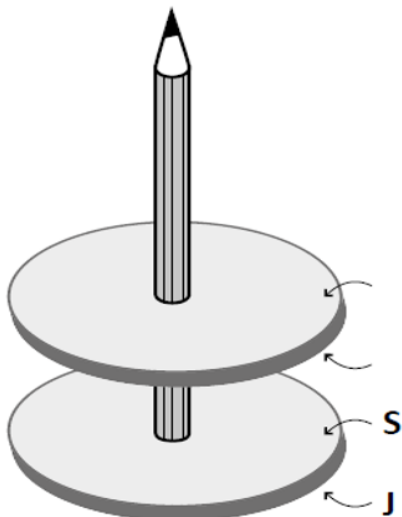
Obtížnost: 4

Poslední námi vybranou je úloha 14 (P40-S07-11) v oblasti neživé přírody a tematického celku třídění a vlastnosti látek. Jedná se o obtížnější úlohu (obtížnost 3) a patří mezi dovednosti týkající se používání znalostí.

Úloha 14: P40 (S07-11)

Na obrázku jsou dva kruhové magnety nasazené na tužku. Horní magnet je odpuzován dolním magnetem. Póly dolního magnetu jsou označeny.

Označ póly horního magnetu.



Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Cíl úlohy: Rozpoznat, že magnety mají severní a jižní pól a že se stejné póly odpuzují a opačné přitahují

Dovednost: Používání znalostí

Obtížnost: 3

Na prvním stupni základní školy se žáci seznamují s tím, jak lze fyzikální a chemické jevy pozorovat ve svém každodenním životě. Tematický okruh neživá příroda je z tohoto důvodu v šetření TIMSS rozdělen do tří tematických celků: třídění a vlastnosti látek (změny látek), formy a přenos energie, síla a pohyb. Žáci čtvrtých ročníků by měli znát běžné formy a zdroje energie včetně jejich praktického využití a mít základní povědomí o světle, zvuku, elektřině a magnetismu (ČŠI, 2020). Úloha 14 (P40-S07-11) představuje poznatek, že magnety mají dva póly a že se souhlasné póly odpuzují a nesouhlasné přitahují. Učivo o magnetech je většinou součástí přírodovědy ve čtvrtém ročníku, přesto řada učitelů šetřených škol deklarovala, že uvedenou látku s žáky zatím neprobírala. Výsledky šetření s tímto zjištěním dle našeho názoru úzce korelují. Dále docházelo velmi často k situacím, že množství žáků jednotlivé póly magnetů zaměnila nebo se vůbec nesnažila úlohu vyřešit.

xi) Souhrnná analýza rozdílů v rámci sledovaných proměnných testu přírodovědné gramotnosti

Z celkového přehledu uvádíme v tabulce 39 souhrnnou analýzu testu přírodovědné gramotnosti. Jelikož jej vyhodnocujeme opět jako celek, uvádíme všechny dílčí analýzy ve smyslu diferenciaci dle pohlaví a známky. Z výsledků aritmetických průměrů dosažených hrubých skóre je jasně patrné, že chlapci ($CH_{\emptyset} = 12,228$) dosahují v testu přírodovědné gramotnosti relativně lepšího výsledku než dívky ($D_{\emptyset} = 11,680$). Můžeme také učinit závěr, že sumativní hodnocení žáků v matematice a přírodovědě odpovídá úrovni výsledků žáků v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti.

Sledované oblasti	N	\emptyset	Med	Mod	F	Min	Max	SD
Celek	392	11,975	12	-----	42	2	20	3,730
Chlapci	211	12,228	12	13	23	4	20	3,661
Dívky	181	11,680	11	11	26	2	19	3,797
M1	153	12,869	13	13	20	4	20	3,484
M2	148	11,824	12	13	19	4	19	3,329
M3	46	9,217	9,5	-----	8	2	16	3,252
M4	7	8,143	8	7	2	4	12	2,545
P1	216	12,607	13,	11	28	4	20	3,542
P2	104	11,019	11	13	14	4	19	3,116
P3	30	9,833	9,5	10	4	2	18	4,128
P4	5	8,200	9	9	2	4	12	2,950

Tabulka 39: Test přírodovědné gramotnosti – souhrnná analýza dle pohlaví a známky z matematiky a přírodovědy

V následující souhrnné analýze tabulky 40 se proto zaměřujeme na rozdíly v rámci sledovaných proměnných vzhledem k pohlaví. Toto vyhodnocení provádíme zejména z interpretačních důvodů. Jelikož následně budeme taktéž zjišťovat, jak spolu dané proměnné korelují či případně jaké proměnné vstupují do modelu multilineární regresní analýzy. Pokud by se totiž ukázalo, že grupovací proměnné následně významně diferencují naše soubory respondentů, bylo by nutné uvedené analýzy provádět s rozdělením právě dle těchto grupovacích proměnných. Do tabulky 40 jsou zaneseny všechny analýzy a uvedenou deskripci výsledků jsme rozšířili o interpretační sloupec popisující závěry vzhledem ke zkoumaným hypotézám. Z hodnot p -level je patrné, že u kognitivních schopností jsou signifikantní rozdíly vzhledem k pohlaví zejména u testové baterie TKS se zaměřením na matematiku (není překvapením, že rozdíly budou nalezeny v rámci každého z možností vyhodnocení), kde jsou na tom statisticky významně lépe chlapci ($SVS_{CHP_{\emptyset}} = 97,801$; $SVS_{DP_{\emptyset}} = 95,115$).

Pokud se však podíváme na dílčí subbaterie, tak v jednotlivých oblastech (slovní, početní, obrázkové) je vždy nalezena některá, kde jsou rozdíly signifikantní. Odlišnosti lze spatřovat v genderu ve slovní

baterii zaměřené na dokončování vět ($HS_{CHS2\emptyset} = 17,739$; $HS_{DS2\emptyset} = 18,758$) a slovní analogie ($HS_{CHS4\emptyset} = 11,019$; $HS_{DS4\emptyset} = 12,016$), kdy jsou dívky lepší oproti chlapcům při vzájemném srovnání aritmetických průměrů hrubého skóre.

Naopak významně statisticky lépe jsou na tom chlapci v početní baterii při komparaci v oblasti číselných vztahů ($HS_{CHP1\emptyset} = 16,502$; $HS_{DP1\emptyset} = 14,962$). V bateriích obrázkových dosahují lepších výsledků dívky oproti chlapcům pouze v klasifikaci obrázků ($HS_{CHO1\emptyset} = 18,137$; $HS_{DO1\emptyset} = 19,170$). Z tohoto důvodu budeme finální analýzy provádět s rozdělením dle pohlaví. Z našeho pohledu důležitým zjištěním je fakt, že z hlediska výsledků v testu přírodovědné gramotnosti nejsou nalezeny signifikantní rozdíly mezi chlapci ($\emptyset = 12,228$) a děvčaty ($\emptyset = 11,680$).

Testové baterie	Sledované oblasti	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>N1</i>	<i>N2</i>	<i>d</i>	Závěr
Slovní	hrubý skór	1,119	0,264	182	211	0,113	Není možné zamítnout H0
	SVS	0,599	0,550	182	211	0,061	Není možné zamítnout H0
	percentil	1,121	0,263	182	211	0,113	Není možné zamítnout H0
	stanin	1,623	0,105	182	211	0,164	Není možné zamítnout H0
Početní	hrubý skór	-2,523	0,012	182	211	-0,255	Zamítáme H0
	SVS	-2,179	0,030	182	211	-0,220	Zamítáme H0
	percentil	-2,260	0,024	182	211	-0,229	Zamítáme H0
	stanin	-2,011	0,045	182	211	-0,203	Zamítáme H0
Obrázková	hrubý skór	0,862	0,389	182	211	0,087	Není možné zamítnout H0
	SVS	0,981	0,327	182	211	0,099	Není možné zamítnout H0
	percentil	0,905	0,366	182	211	0,092	Není možné zamítnout H0
	stanin	1,149	0,251	182	211	0,116	Není možné zamítnout H0
Didaktický test	test PG	-1,452	0,147	181	211	-0,147	Není možné zamítnout H0
Slovní	slovní baterie 1	-1,122	0,262	182	211	-0,114	Není možné zamítnout H0
	slovní baterie 2	2,067	0,039	182	211	0,209	Zamítáme H0
	slovní baterie 3	0,209	0,835	182	211	0,021	Není možné zamítnout H0
	slovní baterie 4	2,059	0,040	182	211	0,208	Zamítáme H0
Početní	početní baterie 1	-3,628	0,000	182	211	-0,367	Zamítáme H0
	početní baterie 2	-0,915	0,361	182	211	-0,093	Není možné zamítnout H0
	početní baterie 3	-1,414	0,158	182	211	-0,143	Není možné zamítnout H0
Obrázková	obrázková baterie 1	2,289	0,023	182	211	0,232	Zamítáme H0
	obrázková baterie 2	1,533	0,126	182	211	0,155	Není možné zamítnout H0
	obrázková baterie 3	-1,818	0,070	182	211	-0,184	Není možné zamítnout H0

Tabulka 40: Souhrnná analýza rozdílů v rámci sledovaných proměnných vzhledem k pohlaví ($N1 =$ dívky, $N2 =$ chlapci)

xii) Analýza rozptylu s grupovací proměnnou známka z matematiky

V následující analýze tabulky 41 se zaměříme na rozdíly v rámci školního hodnocení z vybraných předmětů. Jako první je provedena analýza rozptylu s grupovací proměnnou známky z matematiky.

Na základě hodnot *p*-level je patrné, že ve vztahu ke známce z matematiky jsou signifikantní rozdíly patrné ve všech sledovaných oblastech. K této souhrnné analýze již nebude dále provedena post-hoc analýza, jelikož nezjišťujeme rozdíly mezi jednotlivými stupni z matematiky, ale zda tyto rozdíly vůbec existují.

Ukazuje se tedy, že školní hodnocení z matematiky bude další z dílčích ukazatelů, které je nutné při vyhodnocení respektovat. Pouze se potvrzují závěry, že matematické výsledky jsou jedním z nejdůležitějších aspektů akademického úspěchu žáků (Zhao & Ding, 2019). Samotný výkon však úzce závisí i na samotném postoji a zájmu žáků o matematiku (Arens et al., 2016; Yüksel & Geban, 2016).

Testové baterie	Sledované oblasti	<i>F</i>	<i>p</i>	závěr
Slovní	hrubý skór	18,927	<0,001	Zamítáme H0
	SVS	16,334	<0,001	Zamítáme H0
	percentil	19,174	<0,001	Zamítáme H0
	stanin	9,186	<0,001	Zamítáme H0
Početní	hrubý skór	27,926	<0,001	Zamítáme H0
	SVS	26,544	<0,001	Zamítáme H0
	percentil	26,290	<0,001	Zamítáme H0
	stanin	24,043	<0,001	Zamítáme H0
Obrázková	hrubý skór	21,741	<0,001	Zamítáme H0
	SVS	22,111	<0,001	Zamítáme H0
	percentil	22,645	<0,001	Zamítáme H0
	stanin	20,372	<0,001	Zamítáme H0
Didaktický test	test PG	13,620	<0,001	Zamítáme H0
Slovní	slovní baterie 1	11,850	<0,001	Zamítáme H0
	slovní baterie 2	6,934	<0,001	Zamítáme H0
	slovní baterie 3	12,930	<0,001	Zamítáme H0
	slovní baterie 4	15,962	<0,001	Zamítáme H0
Početní	početní baterie 1	16,209	<0,001	Zamítáme H0
	početní baterie 2	18,051	<0,001	Zamítáme H0
	početní baterie 3	13,848	<0,001	Zamítáme H0
Obrázková	obrázková baterie 1	8,318	<0,001	Zamítáme H0
	obrázková baterie 2	18,117	<0,001	Zamítáme H0
	obrázková baterie 3	9,655	<0,001	Zamítáme H0

Tabulka 41: Analýza rozptylu s grupovací proměnnou známka z matematiky

xiii) Analýza rozptylu s grupovací proměnnou známka z přírodovědy

Podrobný rozbor rozptylu s grupovací proměnnou známka z přírodovědy byla provedena na základě analýzy rozptylu ANOVA (tabulka 42).

Na základě hodnot *p*-level je patrné, že ve vztahu ke známce z přírodovědy jsou opět signifikantní rozdíly patrné ve všech sledovaných oblastech. K této souhrnné analýze již nebude dále provedena post-hoc analýza, jelikož nezjišťujeme rozdíly mezi jednotlivými stupni z přírodovědy, ale zda tyto rozdíly vůbec existují.

Ukazuje se tedy, že školní hodnocení z přírodovědy bude další z dílčích ukazatelů, které je nutné při vyhodnocení respektovat. Ze zjištěných hodnot je patrné, že budeme muset vzít dané hodnocení z přírodovědy v potaz stejně tak, jako u matematiky.

Testové baterie	Sledované oblasti	<i>F</i>	<i>p</i>	závěr
Slovní	hrubý skór	19,364	<0,001	Zamítáme H0
	SVS	16,665	<0,001	Zamítáme H0
	percentil	16,515	<0,001	Zamítáme H0
	stanin	8,285	<0,001	Zamítáme H0
Početní	hrubý skór	13,703	<0,001	Zamítáme H0
	SVS	12,512	<0,001	Zamítáme H0
	percentil	11,956	<0,001	Zamítáme H0
	stanin	10,540	<0,001	Zamítáme H0
Obrázková	hrubý skór	15,769	<0,001	Zamítáme H0
	SVS	15,229	<0,001	Zamítáme H0
	percentil	15,602	<0,001	Zamítáme H0
	stanin	13,602	<0,001	Zamítáme H0
Didaktický test	test PG	10,630	<0,001	Zamítáme H0
Slovní	slovní baterie 1	13,593	<0,001	Zamítáme H0
	slovní baterie 2	9,414	<0,001	Zamítáme H0
	slovní baterie 3	14,155	<0,001	Zamítáme H0
	slovní baterie 4	10,988	<0,001	Zamítáme H0
Početní	početní baterie 1	7,349	<0,001	Zamítáme H0
	početní baterie 2	10,354	<0,001	Zamítáme H0
	početní baterie 3	9,233	<0,001	Zamítáme H0
Obrázková	obrázková baterie 1	5,954	<0,001	Zamítáme H0
	obrázková baterie 2	13,332	<0,001	Zamítáme H0
	obrázková baterie 3	9,853	<0,001	Zamítáme H0

Tabulka 42: Analýza rozptylu s grupovací proměnnou známka z přírodovědy

xiv) Komplettní korelační analýza výsledků v testu kognitivních schopností (TKS) a testu přírodovědné gramotnosti

Z námi zjištěných závěrů jsme v další části výzkumného šetření provedli korelační analýzu mezi výsledky v testu kognitivních schopností (TKS) a testem přírodovědné gramotnosti (tabulka 43). Následně byly pro jednotlivé subtesty TKS a test přírodovědné gramotnosti zjištěny následující korelace:

Testové baterie	Slovní	Početní	Obrázkový	Test PG
Slovní		$p < 0,001$ $r = 0,599^{***}$ $r^2 = 35,88 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,549^{***}$ $r^2 = 30,14 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,514^{***}$ $r^2 = 26,42 \%$
Početní	$p < 0,001$ $r = 0,599^{***}$ $r^2 = 35,88 \%$		$p < 0,001$ $r = 0,649^{***}$ $r^2 = 42,12 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,393^{***}$ $r^2 = 15,45 \%$
Obrázkové	$p < 0,001$ $r = 0,549^{***}$ $r^2 = 30,14 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,649^{***}$ $r^2 = 42,12 \%$		$p < 0,001$ $r = 0,413^{***}$ $r^2 = 17,06 \%$
Test PG	$p < 0,001$ $r = 0,514^{***}$ $r^2 = 26,42 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,393^{***}$ $r^2 = 15,45 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,413^{***}$ $r^2 = 17,06 \%$	

Vysvětlivky: * Nulová až velmi nízká, ** Malá, nízká, *** Střední, **** Velká, vysoká (Hendl, 2012)

Tabulka 43: Korelace mezi jednotlivými subtesty TKS a testem přírodovědné gramotnosti

Vzhledem k rozsahu dat je očekávatelné, že všechny korelace budou signifikantní a to na jednoprocenní hladině významnosti. Toto je dáno tím důvodem, že signifikance je silně závislá právě na rozsahu souboru. Je tedy potřeba se zaměřit na věcnou významnost a to jak ve smyslu síly korelace (budeme se držet vyhodnocení dle Hendla, 2012), tak také dle koeficientu determinace, který říká, z kolika procent se dané proměnné ovlivňují, a tedy kolik procent je možné přiřadit ostatním vlivům. Z výsledků je však zřejmé, že se téměř vždy jedná o středně silnou korelaci s koeficientem determinace v intervalu od 17,06 % do 42,12 %. Jedná se o neočekávaný závěr, jelikož bychom předpokládali, že dané korelace budou podstatně silnější až lineární.

xv) Korelační analýza výsledků v testu kognitivních schopností (TKS) a testu přírodovědné gramotnosti dle pohlaví probandů

Čistě z důvodu preciznosti a hlubší analýzy v závislosti na pohlaví budou stejné tabulky spočteny také zvláštní pro pohlaví (tabulky 44–45). Opět se ukazuje, že jednotlivé hodnoty korelací jsou signifikantní. Pouze v případě slovní a početní baterie je možné tvrdit, že jsou dané korelační koeficienty rozdílné vzhledem k pohlaví. Ve všech ostatních případech jsou si velmi podobné pro chlapce i dívky.

Testové baterie	Slovní	Početní	Obrázkový	Test PG
Slovní		$p < 0,001$ $r = 0,669^{***}$ $r^2 = 46,76 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,593^{***}$ $r^2 = 35,16 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,527^{***}$ $r^2 = 27,77 \%$
Početní	$p < 0,001$ $r = 0,669^{***}$ $r^2 = 46,76 \%$		$p < 0,001$ $r = 0,666^{***}$ $r^2 = 44,36 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,378^{***}$ $r^2 = 14,29 \%$
Obrázkový	$p < 0,001$ $r = 0,593^{***}$ $r^2 = 35,16 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,666^{***}$ $r^2 = 44,36 \%$		$p < 0,001$ $r = 0,395^{***}$ $r^2 = 15,60 \%$
Test PG	$p < 0,001$ $r = 0,527^{***}$ $r^2 = 27,77 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,378^{***}$ $r^2 = 14,29 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,395^{***}$ $r^2 = 15,60 \%$	

Vysvětlivky: * Nulová až velmi nízká, ** Malá, nízká, *** Střední, **** Velká, vysoká (Hendl, 2012)

Tabulka 44: Korelace mezi jednotlivými subtesty TKS a testem přírodovědné gramotnosti/chlapci

Testové baterie	Slovní	Početní	Obrázkový	Test PG
Slovní		$p < 0,001$ $r = 0,542^{***}$ $r^2 = 29,38 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,501^{***}$ $r^2 = 25,10 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,509^{***}$ $r^2 = 25,91 \%$
Početní	$p < 0,001$ $r = 0,542^{***}$ $r^2 = 29,38 \%$		$p < 0,001$ $r = 0,655^{***}$ $r^2 = 42,90 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,399^{***}$ $r^2 = 15,92 \%$
Obrázkový	$p < 0,001$ $r = 0,501^{***}$ $r^2 = 25,10 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,655^{***}$ $r^2 = 42,90 \%$		$p < 0,001$ $r = 0,448^{***}$ $r^2 = 20,07 \%$
Test PG	$p < 0,001$ $r = 0,509^{***}$ $r^2 = 25,91 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,399^{***}$ $r^2 = 15,92 \%$	$p < 0,001$ $r = 0,448^{***}$ $r^2 = 20,07 \%$	

Vysvětlivky: * Nulová až velmi nízká, ** Malá, nízká, *** Střední, **** Velká, vysoká (Hendl, 2012)

Tabulka 45: Korelace mezi jednotlivými subtesty TKS a testem přírodovědné gramotnosti/dívky

xvi) Vztah žáka k předmětu přírodověda a výsledky v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti

Nadále se věnujeme problematice kognitivních schopností ve smyslu vztahu žáka k předmětu přírodovědy. Tato problematika byla řešena skrze 11 položek, kdy žák na stupnici 1–5 vyjadřuje míru souhlasu s jednotlivými tvrzeními (1 nejvíce – 5 nejméně). Jak moc souhlasíš s následujícími větami o přírodovědě:

- i) *Baví mě učit se přírodovědu.*
- ii) *Nejraději bych se přírodovědu neučil/a.*
- iii) *Přírodověda je nudná.*
- iv) *V přírodovědě se naučím mnoho zajímavého.*
- v) *Přírodovědu mám rád/a.*
- vi) *Těším se na hodiny přírodovědy.*
- vii) *Přírodověda mě učí, jak věci ve světě fungují.*
- viii) *Rád/a dělám přírodovědné pokusy.*
- ix) *Přírodověda patří k mým oblíbeným předmětům.*
- x) *Přírodověda mi většinou jde.*
- xi) *Přírodovědu se učím rychle.*

Reliabilita nástroje byla testována prostřednictvím Cronbachovo alfy. Zjištěná hodnota byla $\alpha = 0,68$. Pokud bychom využili split-halův test reliability s korekcí na základě Spearman Brownova vzorce, získali bychom hodnotu 0,83. Nástroj je tedy z tohoto hlediska možné považovat za funkční. Jeho vyhodnocení probíhá na stupnici 11–55 s tím, že čím menší hodnota, tím lepší vztah žáka k přírodovědě. Následující analýza popisuje korelace mezi jednotlivými subtesty TKS, výsledkem v testu přírodovědné gramotnosti a vztahem žáka k přírodovědě. Analýza je provedena vedena na základě standardního věkového skóru.

Testové baterie	Slovní	Počební	Obrázkový	Test PG
Vztah žáka k přírodovědě	$p = 0,753$	$p = 0,753$	$p = 0,744$	$p = 0,364$
	$r = -0,023$	$r = -0,024$	$r = -0,024$	$r = -0,067$
	$r^2 = 0,05 \%$	$r^2 = 0,05 \%$	$r^2 = 0,05 \%$	$r^2 = 0,4 \%$

Tabulka 46: Korelace mezi jednotlivými subtesty TKS, testem přírodovědné gramotnosti a vztahem žáka k přírodovědě

Z tabulky 46 je patrné, že se ve všech případech jedná o velmi nízké korelace menší než 0,1 a je o nich možné hovořit jako o zanedbatelných. Žádná z těchto korelací navíc není signifikantní ani na desetiprocentní hladině významnosti.

VIII. DISKUSE A INTERPRETACE DAT

Diskuse a interpretace dat budou provedeny vzhledem k jednotlivým nulovým hypotézám tak, že je nejprve uvedena konkrétní hypotéza a vždy i samostatně diskutována, tedy nikoliv ve vztahu k případně další hypotéze. Vzhledem k rozsahu textu budou pro účely snazší orientace opětovně zmíněny některé závěry z dílčích kapitol, na které bude odkazováno prostřednictvím příslušných tabulek.

H₁₋₀: Korelační koeficient mezi jednotlivými bateriemi nástroje TKS je roven nule

Z hlediska provedené deskriptivní analýzy bylo zjištěno (tabulka 14), že standardní věkové skóre (SVS) jednotlivých baterií testu TKS se u respondentů ($N = 393$) z datového souboru statisticky významně liší. Nejnižších hodnot ($SVS_{00} = 92,476$) dosahují žáci v obrázkové baterii odpovídající přibližně 35. percentilu dané věkové skupiny. Naopak relativně nejlepší výsledky jsou v baterii početní ($SVS_{P0} = 96,557$). Podobné výsledky nám poskytuje i baterie slovní ($SVS_{S0} = 95,481$), u které je průměr SVS zhruba o pět bodů nižší než standardní průměr dané věkové skupiny. Korelační koeficienty jsou ve všech případech statisticky významné na jednoprocentní hladině významnosti ($p < 0,001$) a z hlediska věcné významnosti se jedná o vysoké korelace (tabulka 43). Příslušnou nulovou hypotézu H_{1-0} je možné tudíž zamítnout.

Kognitivní schopnosti se velmi dlouho považovaly za vrozené, prostředím málo ovlivnitelné. V současné době jsou zkoumány v různých kontextech a aktuální trend výzkumů se opírá stále více o výsledky kognitivní psychologie s akcentem primárně na poznávací procesy. Současná kognitivní psychologie totiž přichází s teorií, že děti se již narodí s určitými základními schémata myšlení a zkušenostmi je postupně doplňují, přizpůsobují a mění.

Ve vzdělávacím procesu jsou proto kognitivní schopnosti akcentovány nejen ve vztahu ke školní úspěšnosti žáků, ale i v souvislosti s jejich pozitivní motivací k učení. Pokud rozumíme kognitivním vývojem od raného dětství se rozvíjející schopnosti myslet: učit se, zapamatovávat si a zpracovávat informace, schopnost symbolicky a abstraktně uvažovat, zorganizovat si informace a věnovat náležitou pozornost zpracování informací (Thorová, 2015), představují nám zjištěné výsledky výzkumného šetření skutečnou úroveň kognitivních schopností žáků v době našeho testování.

Vzájemné porovnání těchto profilů poskytuje tudíž variabilitu schopností, které je možné u žáků očekávat. Kromě toho vyjadřuje jejich velikost také to, zda jsou obecné kognitivní schopnosti sledovaných probandů nad nebo pod standardními věkovými normami. Následně to ilustruje relativní stabilitu či naopak nerovnováhu mezi těmi komponentami (složkami), které dohromady vytvářejí celkové obecné schopnosti jedince a specificky silné stránky či slabiny ve verbálních, kvantitativních (početních) a nonverbálních (obrázkových) schopnostech. Za optimální výsledek lze v praxi považovat rovnoměrný vývoj všech tří kognitivních oblastí testu TKS, což se nám z hlediska zjištěných výsledků nepotvrdilo. Nejnižších hodnot dosahují žáci v obrázkové baterii postihující pružnost při manipulaci s obrázky a při vytváření vztahů. Obrázková baterie měří to, co se běžně nazývá fluidní inteligencí (Thorndike & Hagen, 1998). Subtesty této baterie postihují pružnost při manipulaci s obrázky a jejich obecný faktor se tudíž uplatňuje při řešení všech kognitivních úloh a problémových situací. Zastáváme však názor, že rozvoj kognitivních schopností u dětí mladšího školního věku se děje především na podkladě slovního a početního základu (Tirpák, 2020). Oblast matematiky je z našeho pohledu velmi důležitá k úspěchu v moderní společnosti. Jedná se o jazyk přírodních věd a způsob uvažování rozvíjející u jedince kritické i logické myšlení. Matematická gramotnost je však úzce propojena s gramotností čtenářskou. Přesto ve vztahu k učení se zjistilo (Průcha, 2020), že ve většině českých učebnic různých předmětů pro základní školu a v nich obsažené texty často nerespektují kognitivní a jazykové dispozice žáků.

Kognitivní vývoj je záležitostí celoživotní a podílí se na něm proces zrání (biologické vlivy) i učení (vlivy prostředí) a navazující výzkumy dané oblasti se pouze snaží o prokázání podílu těchto vlivů. Z námi provedeného teoretického rámce, týkající se v obecné rovině problematiky kognitivních schopností, nás výsledky našeho výzkumného šetření nepřekvapují. Poukazují pouze na nutnost širšího okruhu témat zkoumané problematiky. V další části textu se proto snažíme diskutovat podle našeho názoru důležité faktory ovlivňující kognitivní schopnosti dětí. Jako relevantní proměnné považujeme z našeho pohledu pohlaví, socioekonomický status rodiny a školní hodnocení.

H₂₋₀: Korelační koeficient mezi mírou dosažených kognitivních schopností žáků čtvrtých ročníků základní školy a úspěšností v didaktickém testu z přírodovědy je roven nule.

Ve výzkumném šetření jsme provedli korelační analýzu mezi výsledky v testu kognitivních schopností (TKS) a testem přírodovědné gramotnosti (tabulka 43). Vzhledem k rozsahu dat bylo očekávatelné, že všechny korelace budou signifikantní na jednoprocenní hladině významnosti ($p < 0,001$) a bude tak možné zamítnout hypotézu H₂₋₀. Z hlediska věcné významnosti se jedná o vysoké korelace s koeficientem determinace v intervalu od 17,06 % do 26,42 %. Jedná se o neočekávaný závěr, jelikož bychom předpokládali, že dané korelace budou podstatně silnější, dokonce až lineární.

Rozsáhlá hodnocení školních výsledků (TIMSS, PISA) monitorují oblasti šetření prostřednictvím kurikula orientovaného na hodnocení či prostřednictvím vymezených gramotností. Koncepti šetření TIMSS tvoří složka obsahová a operační, kde obsahová vymezuje učivo a operační složka dovednosti nutné při řešení úloh a zodpovídání otázek v testu. Kategorie sledovaných dovedností jsou v matematice i v přírodovědě stejné. Cílem tohoto testování však není zkoumat, zda uvedený kognitivní obsah je součástí učebních osnov, ale spíše zda školní docházka vede k jeho rovnoměrnému vývoji (Kind, 2013; Lietz & Tobin, 2016). Následně dovednosti zařazené v TIMSS do oblasti prokazování znalostí, používání znalostí a uvažování jsou rozděleny podle kognitivních výkonů, které se od žáků očekávají při řešení konkrétních testových úloh. Sledované kognitivní dovednosti na sebe také navazují v přirozené hierarchii.

Podle Rindermanna (2006) je však nutné si položit otázku týkající se těchto standardů hodnocení školních výsledků, zda měří tyto výzkumy školní výkon, znalosti žáků, kognitivní schopnosti, vědomosti nebo obecnou inteligenci. Většina existujících šetření hodnocení školních výsledků je založena na předpokladu, že strukturu kognitivních schopností nejlépe popisuje faktorový model obecné inteligence, což má zásadní význam (Gottfredson, 1997; Brunner, 2008). Pod obecnou inteligencí je třeba rozumět komplexní schopnost řešit úkoly pomocí uvažování a problémy v situacích, které jsou pro člověka nové a nelze je úspěšně zpracovat pouze získáním znalostí. Patří mezi ně schopnost uvažovat, myslet abstraktně, vytvářet struktury, vztahy, kontexty a významy. Inteligence je tedy v tomto pojetí relativně dekontextualizovaná schopnost vypořádat se s novými problémy, pro jejichž řešení chybí konkrétní znalosti (Rindermann, 2006). Proto výzkumy založené na takovém testování by mohly být interpretovány pouze jako poskytování spolehlivých důkazů o užitečnosti obecné schopnosti inteligence, kdy případné zjišťování specifických schopností jako určitých prediktorů je teoreticky neopodstatněné (Hunter, 1986; Rindermann, 2007; Rindermann & Baumeister, 2015; Gignac & Kretzschmar, 2017).

Test kognitivních schopností TKS je skupinový test určený pro měření individuálních rozdílů dovedností, které souvisejí s učením a řešením problémů. Může ho administrovat učitel, kdy žádná omezení ve vztahu k tomuto testu nejsou. Je však nutný určitý zácvik a administrace konkrétního subtestu v jednotlivých bateriích TKS mají vždy stejné schéma, ale liší se v detailech: ukázkové příklady, nalezení správné úrovně a měření času. Je nutné zmínit, že přidělený čas žákům na řešení úloh jednotlivých subtestů je striktně vymezený a určený (tabulka 11). Následně zejména pro žáky na prvním stupni je zvlášť náročné udržovat průběžnou pozornost po dobu celého testování

představující přibližně čtyři vyučovací hodiny. Ve výsledcích se může proto projevat únava dětí, kdy samotná administrace je dlouhá a může být méně atraktivní zejména pro mladší školní věk. Jakékoli urychlení testování však nesmí být nikdy na úkor žáků z hlediska správného pochopení zadání úloh. Potřebný čas lze získat podle našich zkušeností například při rozdávání testových sešitů či odpověďového archu, přípravou potřebných podkladů pro instrukci tím, že jsou úlohy i řešení znázorněny na tabuli či dataprojektoru. Je nutné také upozornit, že určitým způsobem začíná zastarávat i samotný podnětový materiál tohoto testu. Typickým příkladem je početní test na číselné vztahy, který je zaměřen na porovnávání množství ve dvou připravených sloupcích. V těchto vzorových úlohách se při porovnávání množství vyskytuje pojem haléře. Při podrobnějším rozboru situace s žáky před samotným testováním a vysvětlení základních principů (haléř představuje 1/100 příslušné koruny) nebyly v rámci našeho výzkumu s pochopením uvedené problematiky výraznější potíže.

Na tomto místě musíme upozornit na jednu z metodologických výhrad testování žáků a to k používání pouze samotných písemných testů k hodnocení školních výsledků, neboť jejich prostřednictvím nemůžeme nikdy získat validní informace. Výsledky písemných testů neodpovídají výsledkům ústního zkoušení těch samých vědomostí a experimenty tyto závěry potvrzují (Gustafsson & Rosén, 2014). Výzkumy IEA hodnotí vědomosti a dovednosti žáků prostřednictvím testu, jejichž obsah je koncipován jako průnik učiva všech zúčastněných zemí. Výzkum TIMSS je proto primárně pedagogický výzkum a snaží se zjistit, jaké učivo se žák učil a co si z něho osvojil. Zaměřuje se tedy na měření vědomostí a dovedností zahrnutých do školních osnov. Obsah testu není určován probíraným učivem, ale předem vypracovaným koncepčním rámcem (Straková, 2016), proto může docházet v praxi k situacím, kdy v některých testovaných školách není ve čtvrtém ročníku základní školy ještě probráno učivo hodnocené v rámci výzkumu TIMSS. Zcela konkrétní případ byl zjištěn u úlohy 14 (P40-S07-11) v oblasti neživé přírody a tematického celku třídění a vlastnosti látek. Úloha představuje poznatek, že magnety mají dva póly a že se souhlasné póly odpuzují a nesouhlasné přitahují. Učivo o magnetech je většinou součástí přírodovědy ve čtvrtém ročníku, přesto řada učitelů šetřených škol deklarovala, že uvedenou látku s žáky zatím neprobírala. Výsledky šetření s tímto zjištěním mohou podle našeho názoru úzce korelovat. Dále docházelo velmi často k situacím, že množství žáků jednotlivé póly magnetů zaměnila nebo se vůbec nesnažila úlohu vyřešit. Z pohledu další deskripce je nutné ještě uvést, že v rámci využitých úkolů v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti bylo vždy přistoupeno k celkovému hodnocení jednotlivých úloh dle doporučení TIMSS. Testy používané ve výzkumech IEA jsou tvořené z velké části úlohami, ve kterých žáci vybírají z několika nabízených odpovědí jedinou správnou. Dále jsou zastoupeny úlohy, ve kterých žáci odpovídají jednoslovně či několika slovy a kde poskytují obsáhlejší odpověď nebo úplné řešení dané úlohy. Vlastní odpovědi žáků jsou následně vyhodnocovány podle podrobných návodů. Například úloha 10 (P22-S06-04) byla hodnocena pouze jedním bodem ve chvíli, kdy žák uvedl celou správnou kombinaci odpovědí a ve správném pořadí. Jakákoliv jiná odpověď byla považována za chybnou a nebodována (ohodnocena znakem 0). V každém případě výše uvedené musí nutně vyvolávat otázky ohledně spolehlivosti testů, neboť výsledky žáků závisejí do značné míry vždy na tématu testu (Harlen, 1999).

Domníváme se však, že i přes uvedené závěry má sledování vlivu kognitivních schopností na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy své opodstatnění. Přírodní vědy vyžadují v různých kontextech specifické schopnosti kritického a logického myšlení, například při řešení problémů a interpretaci výsledků konkrétních experimentů. Kognitivní schopnosti jako je logické myšlení, řešení problémů, porovnávání a analýza jsou proto nevyhnutelné k rozvoji přírodovědné gramotnosti.

Jako další krok navrhujeme postupy popsané v této monografii doplnit o další výzkumy zaměřené na vliv kognitivních schopností na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků osmých ročníků druhého stupně základní školy. Šetření by mohlo být provedeno pomocí standardizovaného Testu kognitivních

schopností-TKS (v tomto případě by byla využita úroveň testu F) a vytvořeného didaktického testu inspirovaného opět příklady a výzkumem mezinárodního šetření TIMSS. Výsledky takového výzkumu by následně mohly vytvořit komparativní případovou studii, představující uvedenou problematiku v celé její šíři. Naše závěry mohou sloužit jako vhodný podklad tohoto širěji zaměřeného výzkumu, ale také předem upozornit na možné problémy s tím, jak interpretovat získaná data. Z komplexních výsledků je však zjištěný závěr našeho výzkumu zajímavý a nasvědčuje pouze o středně silné korelaci vlivu kognitivních schopností na výsledek testu přírodovědné gramotnosti.

H₃₋₀: Slovní, početní a obrázková baterie jsou pro chlapce a dívky shodné z hlediska dosaženého skóre

Z hodnot *p*-level (tabulka 40) je patrné, že u kognitivních schopností jsou signifikantní rozdíly vzhledem k pohlaví zejména u testové baterie TKS se zaměřením na matematiku (není překvapením, že rozdíly budou nalezeny v rámci každého z možností vyhodnocení), kde jsou na tom statisticky významně lépe chlapci ($SVS_{CH0} = 97,801$; $SVS_{D0} = 95,115$).

Pokud se však podíváme na dílčí subbaterie, tak v jednotlivých oblastech (slovní, početní, obrázkové) je vždy nalezena některá, kde jsou rozdíly signifikantní. Odlišnosti lze spatřovat v genderu ve slovní baterii zaměřené na dokončování vět ($HS_{CHS20} = 17,739$; $HS_{DS20} = 18,758$) a slovní analogie ($HS_{CHS40} = 11,019$; $HS_{DS40} = 12,016$), kdy jsou dívky lepší oproti chlapcům při vzájemném srovnání aritmetických průměrů hrubého skóre. Naopak významně statisticky lépe jsou na tom chlapci v početní baterii při komparaci v oblasti číselných vztahů ($HS_{CHP10} = 16,502$; $HS_{DPP10} = 14,962$). V bateriích obrázkových dosahují lepších výsledků dívky oproti chlapcům pouze v klasifikaci obrázků ($HS_{CHO10} = 18,137$; $HS_{DO10} = 19,170$). Z tohoto důvodu budeme finální analýzy provádět s rozdělením podle pohlaví. Na základě těchto popsanych skutečností zamítáme hypotézu H₃₋₀, neboť úroveň kognitivních schopností je rozdílná mezi chlapci a dívkami ve sledovaných testových bateriích TKS.

Gender je významnou proměnnou objevující se v pedagogických výzkumech (Fergusson & Horwood, 1997; Hillman & Rothman, 2003; Weaver-Hightower, 2003). Ačkoliv jsou často uváděny rozdíly mezi chlapci a dívkami v kognitivních schopnostech, o velikosti těchto rozdílů a tom, zda mají opravdu praktický význam ve výsledcích vzdělávání, se odborné úrovni stále diskutuje. Když se například uvádí genderové rozdíly ve čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti, jsou tyto odlišnosti často připisovány spíše vrozeným biologickým determinantům než sociálním a kulturním faktorům (Reilly, 2012). Ačkoli muži tradičně převyšují ženy v matematice a vědě, z novějších výzkumů se uvedené rozdíly již tolik výrazně neobjevují (Spelke, 2005; Hyde & Linn, 2006). Téma genderových rozdílů v kognitivních schopnostech se přesto jeví jako věcné a nutné k diskusi. Odborná literatura týkající se uvedené problematiky je však rozsáhlá a reflektuje značné množství vysvětlení. Pro většinu z nich se tato vysvětlení shlukují kolem tří témat: biologických faktorů, genderu a školních faktorů.

Řada vysvětlení totiž připisuje genderové rozdíly v dosaženém vzdělání biologickým rozdílům mezi muži a ženami. Rozdíly v chování, dovednostech a kognitivních schopnostech jsou následně určeny biologickými faktory, jako je organizace mozku, hormony či genetikou (Halpern, 1997; Gurian, 2001; Sax, 2005; Cahill, 2006). Například rozdíly v agresivních projevech dívek a chlapců jsou pokládány za výsledek spolupůsobení vlivů biologických (Janošová, 2008). Kimura a Hampson (1994) uvádí, že kolísání testosteronu u mužů a estrogenu u žen souvisí s výkonem v řadě testů kognitivních schopností. Pro fungování centrálního nervového systému jsou důležité i neuromediátory, tedy látky umožňující přenos nervového signálu v synapsích mozkových buněk. Vzhledem k tomu, že se ve svém působení navzájem ovlivňují, závisí výsledný efekt na jejich interakci. Například přítomnost nebo absence acetylcholinu (mediátoru učení, myšlení

a paměti) zajišťuje bdělost a pozornost, ovlivňuje schopnost učit se něčemu novému, umožňuje zapamatování, posiluje rozumovou složku, logické a kritické myšlení (Vágnerová, 2016). Sperry (1982) naopak zjistil, že převaha jedné či druhé hemisféry mozku předurčuje dovednosti a schopnosti člověka. Matematické schopnosti či trojrozměrná představivost je podle jeho zjištění ovládaná pravou hemisférou mozku, kdy u chlapců jejich uspořádání mozku podporuje matematické myšlení. Muži proto projevují lepší schopnosti i ve vizuálních prostorových úlohách než dívky (Janošová, 2008). Dívky mají oproti tomu lepší dispozici k práci s verbálními podněty. Levá mozková hemisféra slouží k uchování osvojených znalostí a naučených dovedností, které jsou dominantní pro jazyk, myšlení a řešení problémů (Vágnerová, 2016). Zajímavým zjištěním může být i fakt, že rychlost zpracování informací nemá souvislost s inteligencí, nýbrž častěji s pohlavím (chlapci mohou pracovat pomaleji a v časově ohraničených úkolech selhávat) (Havigerová, 2011).

Podle genderové teorie vstupují muži a ženy do vzdělávacího systému s různými soubory chování, postojů a hodnot. Ty jsou výsledkem dětské socializace v souladu s danou kulturou a normami (Francis, 1999; Weaver-Hightower, 2003). Chlapci a jejich chování následně zasahuje úzce do výsledků vzdělávání především výskytem mnohem více kázeňských problémů a rušivého chování, protiškolních postojů souvisejících s přijetím do vrstevnické skupiny, zpochybňování autorit či předstíráním nezájmu o školní výsledky (Francis, 1999; Warrington et al., 2000; Gilbert & Gilbert, 2001). Přičemž část odborné literatury spojuje uvedené chování se špatnými vzdělávacími výsledky (Alexander et al., 1993; Fergusson & Horwood, 1995), které mohou během mladšího školního věku vytvořit genderovou propast ve vzdělávacích výsledcích až do mladé dospělosti (Loeber et al., 2000; Warrington et al., 2000). Příčiny znalostních a dovednostních rozdílů v genderu jsou tudíž spatřovány v kulturní podmíněnosti a v odlišném způsobu socializace. U dívek se rozvíjejí spíše verbální schopnosti. Chlapci jsou naopak motivováni ve větší míře k řešení problémových situací. Za vlivný faktor kognitivního vývoje je považována i samotná interakce mezi vrstevníky (Thorová, 2015).

Pohled zaměřený na školní faktory přisuzuje školám a jejich zvoleným postupům učení a hodnocení hlavní důvody genderových rozdílů v úrovni vzdělávání. Tyto argumenty předpokládají, že chlapci a dívky mají různé soubory chování, postojů a stylů učení. Proto vyžadují z hlediska školního úspěchu i různé vyučovací postupy (Murphy & Elwood, 1998). V některých případech tato vysvětlení tvrdí, že se vyučování a školní docházka stala značně feminizovanou a v dostatečné rovině se již neřeší vzdělávání a potřeby chlapců. V souhrnu této perspektivy Delamont (1999) nastínil typické charakteristiky uvedené skutečnosti, kam řadí neklesající vysoký stupeň feminizace učitelství a nedostatek učitelů mužů či genderově posílené stereotypy při výběru předmětů či studijního oboru. Naopak některé studie prokázaly, že koedukace favorizuje chlapce na úkor dívek (Hyde & Linn, 2006). Dívky mají tendenci své schopnosti podceňovat, což souvisí s jejich nižším sebevědomím a to i ve chvíli, kdy je jejich sumativní hodnocení výrazně lepší oproti chlapcům (Sadker, 1994). Samotný výkon chlapců a dívek ve škole se také mění v závislosti na tom, v jakém kontextu je daný úkol zasazen. Jedním z vlivů je totiž nestejná přitažlivost určitých úloh pro žáky jednoho či druhého pohlaví (Janošová, 2008).

Na odborné úrovni panuje shoda v tom, že muži a ženy se obecně v inteligenci neliší (Neisser et al., 1996; Jensen, 1998; Hyde, 2007; Halpern, 2007). Za stěžejní vlastnost inteligence však považujeme myšlení, ačkoliv se při zvládnání různých situací uplatňují i další poznávací procesy (paměť a pozornost). Inteligence je více než kognice, chápeme ji jako schopnost využívat kognitivní schopnosti účinně a přecházet z jednoho způsobu uvažování na jiný (tzv. kognitivní flexibilita). Významnou složkou inteligence je i metakognice (Vágnerová, 2016). Inteligence je jako konstrukt mnohostranná (Gardner, 1983; Sternberg, 1994; Gardner, 1999), kdy rozdílnosti lze spatřovat z hlediska pohlaví například ve znacích rozvoje intelektuálních dovedností. Ty jsou součástí kognitivní sféry psychiky jedince a ovlivňují realizaci zvnitřněných struktur úkonů a operací. Intelektuální dovednost totiž reprezentuje vnější činnost vztahující se k řešení určitého úkolu

či situace a umožňuje postupně si interiorizovat řetězec operací. Učí se provádět jednotlivé úkony, snížit počet chyb, zkrátit čas na jejich provedení a kontrolovat či opravit jejich průběh (Navrátil & Mattioli, 2011).

Maccoby a Jacklin (1974) publikovali rozsáhlou recenzi literatury jasně prokazující existenci rozdílů v prostorových schopnostech ve prospěch chlapců. Navíc mnoho kognitivních schopností vykazuje interakci mezi pohlavím a socioekonomickým statusem (Alon & Gelbgiser, 2011). K nejranějším příčinám odlišeného vztahu k výkonu chlapců a dívek v kognitivních schopnostech a dovednostech patří také rozdílný výchovný přístup rodičů a nestejně podněty. Rodiče si například poněkud více povídají s dívkami, zatímco s chlapci tráví čas spíše při pohybových aktivitách. Představa matematiky a techniky jakožto maskulinní oblast zájmu má patrně též negativní dopad a to především při výběru předmětů či budoucího studijního oboru (Janošová, 2008).

H4-0: Výsledky slovních, početních a obrázkových baterií se neliší pro jednotlivé stupně školního hodnocení v matematice

Z výsledků porovnání jednotlivých normativních skóre (standardního věkového skóre, percentilu i staninu podle věku) ve slovních, početních a obrázkových bateriích a školního hodnocení z matematiky (tabulky 19–22), je ve všech případech jasně patrná klesající úroveň kognitivních schopností u dětí vzhledem k jejich vzrůstajícímu stupni školního hodnocení. Můžeme tudíž učinit závěr, že sumativní hodnocení žáků v matematice odpovídá jejich úrovni kognitivních schopností. Pokud se zaměříme například na hrubý skóre představující pouze prostý součet správných odpovědí v každém z deseti subtestů dohromady, vidíme přibližně sedmibodovou klesající úroveň v každé baterii testu související vždy s každým snižujícím stupněm hodnocení z matematiky. Z hlediska statistické významnosti je možné nulovou hypotézu ve všech případech zamítnout na jednoprocentní hladině významnosti ($p < 0,001$, podrobněji tabulka 41).

Zajímavým zjištěním je podle našeho názoru fakt, že otázkou vztahu mezi externím hodnocením v podobě známky z matematiky na vysvědčení a výsledky kognitivních schopností u žáků mladšího školního věku se odbornému zájmu zatím moc na mezinárodní úrovni nedostalo. Je však neoddiskutovatelné, že učení matematiky rozvíjí rychlost kognitivního zpracování, pracovní paměť, uvažování a řešení problémů (Gottfredson, 1997; Geary, 2011). Přesto zcela nerozumíme mechanismům ovlivňující matematické učení a individuální rozdíly v tomto učení (Geary, 1994). Nezávisle na pracovní paměti či rychlosti zpracování informací představuje obecná inteligence významný individuální prediktor úspěchu napříč akademickými oblastmi a to včetně matematiky (Deary et al., 2007; Taub et al., 2008). Podstatnou část individuálních rozdílů ve výsledcích dětí v matematice přesto nelze vysvětlit obecnou inteligencí. Řada výzkumů se totiž zaměřila i na vztah mezi pracovní pamětí, rychlostí kognitivního zpracování a výsledky v matematice, kdy zjistila jejich úzkou souvislost (DeStefano & LeFevre, 2004; Geary et al., 2007; Krajewski & Schneider, 2009).

Nelze však akcentovat pouze problematiku kognitivních schopností, neboť studie již prokázaly pozitivní spojitost i mezi zájmy v oblasti matematiky a úspěchy v matematice (Arslan et al., 2012; Uysal, 2015; Yüksel & Geban, 2016). Obliba matematiky je důležitým faktorem ovlivňující výkon a motivaci ke školním úkolům (Smetáčková, 2018). Blízký vztah byl zjištěn i mezi oblibou matematiky a self-efficacy (Bandura, 1997; Pajares & Miller, 1995; Pajares & Graham, 1999), mající vliv na lepší školní výsledky v matematice (Ashcraft, 2002; Miller & Bichsel, 2004; Hoffman & Schraw, 2010). Mezi mnoha školními proměnnými souvisejícími s výsledky žáků v matematice jsou dvě běžně identifikované proměnné používané při výzkumu a mezi ně patří velikost třídy a profesní rozvoj učitelů (Zhao & Ding, 2018).

Vliv velikosti třídy na studijní výsledky žáků je zatím nicméně téma spíše kontroverzní, neboť úzká souvislost mezi velikostí třídy měřenou počtem žáků a jejich výsledky v matematice nebyla zatím na odborné úrovni jasně potvrzena (Průcha, 2006; Bosworth, 2014). Naproti tomu jsou výsledky v matematice obvykle měřeny výkonem žáků v různých standardních matematických testech (Martin, 2007; Soni & Kumari, 2017; Gunderson et al., 2018). Je však nutné si uvědomit, že pouhá znalost pravidel algoritmů pro řešení matematických problémů automaticky neznamená, že je člověk matematicky gramotný. Jinými slovy je problematika gramotnosti spíše o tom, jak žáci jsou ve svém reálném životě schopni používat to, co se v matematice naučili (Zhao & Ding, 2018). Proto je stejně důležité posoudit faktory, které mohou nejlépe definovat spíše matematickou gramotnost, než jen matematické výsledky žáků v matematice.

Domníváme se však, že rozhodujícím faktorem úspěšného utváření matematické gramotnosti žáků na prvním stupni základní školy je v roli a znalostech samotného učitele (Hine, 2015; Charalambous, 2016; Slavík & Lesseig, 2017). Navzdory rozsáhlé odborné literatuře neexistuje všeobecný konsensus o tom, zda při přípravě učitelů matematiky zaměřit pozornost na matematické znalosti či procedurálnímu porozumění. Studium znalostí a praxe učitelů matematiky je totiž aktivní oblastí výzkumu již několik desetiletí.

Je nutné si uvědomit, že vzdělávání učitelů, ať již jako studentů nebo formou dalšího vzdělávání, představuje hlavní pojítka mezi teorií a praxí výuky. Věnovat proto pozornost otázce toho, co si učitelé myslí a co vědí, je důležité pro plánování a realizaci dalšího vzdělávání nejen učitelů matematiky. Výzkumy však poukazují na fakt, že nejúčinnějším způsobem, jak zvýšit kvalitu vzdělávání učitelů je upravit již jejich počáteční vzdělávání (Karakus & Akbulut, 2010). Právě učitel vytváří prostředí pro výuku, podporuje a zlepšuje u dětí jejich matematické vnímání, dovednosti a rozvíjí zcela elementární zájem dětí matematiku používat v reálném životě. Matematická gramotnost zahrnuje ve své podstatě procesy řešení problémů, posuzování, komunikaci, kritické a kreativní myšlení (Kriová & Bhargava, 2002). Školy tudíž musí žákům ukázat spíše cesty a prostředky, které jim umožní sami získávat potřebné znalosti a dovednosti uplatnitelné ve svém budoucím životě. Mezi ty důležité můžeme v 21. století zařadit především schopnost týmové spolupráce, kreativní myšlení a způsobilost inovací, řešení problémů či flexibilitu, rozhodovací pravomoce a přijímání informovaných rozhodnutí (Stehle & Peters-Burton, 2019; Mohammadpour & Maroofi, 2023).

Dokáže však současná škola připravit žáky na to, že jednou budou komunikovat, jednat a spolurozhodovat o společenských problémech a hledat možnosti jejich řešení? Jsou dnešní učitelé schopni připravit žáky pro život v současné turbulentně se rozvíjející společnosti? Nebo musí být nejdříve sami vybaveni potřebnými znalostmi, dovednostmi, technikami a to tak, aby mohli sami vzdělávat žáky tohoto století? Role učitele a jeho znalosti jsou při vytváření matematické gramotnosti u žáků ve škole naprosto stěžejní, a tudíž učitelé musí znát obsahové znalosti, různé pedagogické přístupy a metody a být schopni využívat technologické vědomosti na podporu a rozvoj dovedností žáků v moderní společnosti (Voogt et al., 2013). V prostředí rychlého pokroku v technologiích a globalizaci musí být učitelé flexibilní a neustále se učit, aby mohli držet krok s novým vývojem (Johnson et al., 2016). Zastáváme proto názor, že případná výzkumná šetření v oblasti vlivu učitele na rozvoj matematické gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy by byla témata pro praxi přínosná. Zde se nabízí široké možnosti dalšího výzkumu, neboť vzdělávací proces je v praxi nejvíce ovlivňován a utvářen samotným učitelem.

H5-0: Znamka z přírodovědy u žáků čtvrtých ročníků základní školy nemá vliv na rozdílné výsledky v jednotlivých bateriích testu TKS

Výsledky zvláště pro každou testovou subbaterii TKS ve vztahu ke školnímu hodnocení z přírodovědy jasně poukazují na klesající úroveň kognitivních schopností v každé baterii v souvislosti s odpovídající známkou z přírodovědy (tabulky 32–35). Není tedy pochyb o vzájemných a úzkých vztazích mezi kognitivními schopnostmi a sumativním hodnocením žáků z přírodovědy. Testování hypotézy je podrobně uvedeno v tabulce 42, kdy opět došlo k zamítnutí nulové hypotézy na jednoprocentní hladině významnosti ve všech sledovaných oblastech ($p < 0,001$).

Hodnocení žáků ve vyučování představuje ve své podstatě jediné systematické hodnocení v životě člověka. Systematičnost tohoto hodnocení žáků lze spatřovat v tom, že je učitelem připravené, organizované, prováděno pravidelně a v konečném důsledku realizováno jeho vyhodnocení. Tím má školní hodnocení nesmírně silný vliv na povahu vyučování vůbec. Experimenty také prokázaly významný vliv hodnocení na učební činnosti žáků. Další specifičnost školního hodnocení je v jeho velkém podílu na utváření psychických stránek osobnosti každého žáka, neboť zasahuje oblast žákova sebevědomí, sebehodnocení, aspirací a motivačních struktur. Umožňuje žákovi odhalovat a poznávat své možnosti, sledovat své pokroky v učení, porovnávat s výsledky spolužáků (Kolář & Šikulová, 2009). Aby žák prožil úspěch a správně ho zhodnotil, potřebuje znát výsledky své činnosti (Čáp, 1997). Pokud na základě uvedených skutečností zastáváme názor, že kognitivní vývoj je záležitostí celoživotní a podílí se na něm proces zrání (biologické vlivy) i učení (vlivy prostředí), nemohou nás naše zjištěné výsledky překvapovat. Reflektují pouze nutnost zaměřit pozornost učitelů na kvalitní sumativní a formativní hodnocení žáků v přírodovědě, neboť uvedené hodnocení má zároveň i statisticky významný vliv na rozvoj oblastí kognitivních schopností dětí.

Výzkum TIMSS rovněž poukazuje na silnou vazbu mezi mírou dosažených výsledků ve studiu přírodních věd a motivací žáků (Martin et al., 2008). V tomto ohledu existuje větší počet rozmanitých vnějších pobídek ovlivňujících u žáků jejich motivaci k učení (Čáp, 1997). Ve výuce přírodních věd akcentujeme především novost situace, předmětu nebo činnosti. Dále pak poutavé názorné prezentování učiva učitelem vybranou učebnicí či exkurzí. Nejrozličnější problémové situace mohou reflektovat přírodovědné učivo také jako poutavé a zajímavé. Vhodnou metodou může být i pojmové mapování (*concept mapping*) při sumarizování pojmů žáků se zřetelem na přírodovědné vzdělávání a stimulování kognitivních schopností. Na motivaci k učení nejen v přírodovědných předmětech příznivě působí i to, když žák není odsouzen k pasivní roli diváka a posluchače. Na základní škole to mohou být pro rozvoj motivace rozmanité aktivity, zaměřené na technické činnosti, manipulaci s nástroji a přístroji, práci v dílně, laboratoři, programové vyučování, používání počítačových simulací nebo i na zapojování prvků umělé inteligence do výuky.

Z hlediska volby vhodných a efektivních metod hodnocení dovedností v přírodovědných předmětech má nezastupitelnou úlohu učitel a průběžné posuzování žáků pro něj může představovat zvláště náročný úkol. Jádrem učitelovy profesní odbornosti však musí být dovednost vhodně vyhodnocovat učení žáků. Na rozdíl od posouzení znalostí je přitom evaluace pokroku v dosažených kompetencích mnohem obtížnější (Košťálová, 2019). Stejně je tudíž pro samotné pedagogy vědět, co přesně mají učit a co je důležité následně hodnotit, což je klíčové především pro sumativní účely (Gott & Duggan, 2002; Matthews & McKenna, 2005). Z andragogického pohledu průběžné a celoživotní obnovování znalostí (znalosti vyučovaného oboru, pedagogických a didaktických znalostí) je považováno za nejdůležitější součást profesní dráhy učitelů (Guerriero & Révai, 2017). Samozřejmě existují výzkumy týkající se alternativních forem hodnocení přírodovědných dovedností, jako je hodnocení výkonu, portfolia či pojmové mapy (Bell 2007). V tomto kontextu vyžadují podle našeho názoru námi uvedené hodnotící metody jejich pečlivé prozkoumání ohledně validity a spolehlivosti.

H₆₋₀: Úroveň jednotlivých složek kognitivních schopností u žáků čtvrtých ročníků základní školy je stejná pro odlišné stupně socioekonomického statusu rodiny (SES)

Pro výpočet v našem výzkumu byla využita konstrukce proměnných v ABCDE socioekonomické klasifikaci (Nielsen Admosphere, 2022). Zjištěné výsledky korelací mezi jednotlivými bateriemi a SES se ukazují být velmi nízké. Z hlediska neparametrické analýzy rozptylu se signifikantní rozdíly v kognitivních schopnostech v závislosti na úrovni SES ukazují pouze ve slovní a obrázkové baterii na pětiprocentní hladině významnosti (viz tabulky 36 a 37). V případě početní baterie není možné zamítnout hypotézu H₆₋₀.

Do jisté míry se tak potvrzují závěry již dříve realizovaných výzkumů (Tyler-Wood & Carri, 1993; Lohman & Lakin, 2010). Česká republika patří mezi země OECD, kde žáci z rodin s nízkým socioekonomickým a kulturním statutem (ESCS, *Index of Economic, Social and Cultural Status*) nejméně aspirují na kariéru spojenou s přírodními vědami. Ve výsledku tak již na konci základní školy sociální původ žáka v kombinaci s průměrným ESCS žáků v jeho škole vysvětluje zhruba tři čtvrtě rozptylu výsledků dosažených v přírodních vědách (Veselý et al., 2019).

Souvislost studijních úspěchů žáků a determinujících faktorů zůstává trvalým předmětem zájmu mnoha pedagogů a výzkumníků. Ačkoliv v našem výzkumu nebyl potvrzen SES jako konkrétní limitující prvek, představují okolnosti související s rodiči (například jejich postoje ke škole či podpora při učení v domácnosti) k významným prediktorům studijních výsledků žáků (Randel et al., 2000; Gonzalez-DeHass et al., 2005; Sheldon et al. 2010). S tím pozitivně úzce souvisí i očekávání a aspirace samotných rodičů na studijní výsledky jejich dětí (zejména diskuse mezi rodiči a dětmi), jež mají zjištěný vliv na školní úspěch dětí (Lee & Bowen, 2006; Senler & Sungur, 2009; Areepattamannil & Lee, 2014). Avšak neúspěch ve školním prostředí nelze hledat pouze v rodině (Uhrinová, 2007). Faktorem determinující vzdělávání je také proces socializace, vzájemného přejímání nebo splývání rozdílných kultur v tomto specifickém prostředí. Na tomto místě je nutné uvést a akcentovat důležitost rodiny, výchovy a vzdělávání jako významných predikujících faktorů (Havlík & Kořa, 2002; Tirpák & Uhrinová, 2020). Rodina totiž představuje jistotu, bezpečí a uspokojuje většinu osobních potřeb. Definuje potřebu smysluplného učení sloužící následně jako model určité životní role a vzoru pro budoucnost.

H₇₋₀: Chlapci a dívky dosahují stejných hodnot v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti

Z celkového přehledu v tabulce 40 lze učinit závěr, že z hlediska výsledků v testu přírodovědné gramotnosti nejsou nalezeny žádné signifikantní rozdíly ($p = 0,147$, $d = -0,147$) mezi chlapci ($\bar{X} = 12,228$) a děvčaty ($\bar{X} = 11,680$).

Z našeho pohledu se jedná o překvapivý výsledek výzkumného šetření, neboť při srovnání s mezinárodním výzkumem TIMSS 2015 i 2019 se výsledky chlapců a dívek na dílčích škálách liší. V roce 2019 dosáhli chlapci v šetření TIMSS významně lepších výsledků oproti dívkám v tematickém okruhu neživá příroda a v nauce o Zemi, v oblasti živé přírody měli výsledek srovnatelný s dívkami. V dovednostním okruhu prokazování znalostí byli obecně úspěšnější chlapci. Naopak srovnatelné výsledky chlapců a dívek jsou v okruhu používání znalostí a uvažování (Tomášek et al., 2020).

Pokud bychom se v obecné rovině podívali na genderové rozdíly v průměrném výkonu v přírodních vědách, tak podle Eurydice (2011) jsou v porovnání s ostatními základními dovednostmi hodnocenými v mezinárodních výzkumech (čtení a matematika) u žáků poměrně malé. Důležité je vzít v potaz skutečnost, že průměry pro obě pohlaví jsou z velké části ovlivněny rozložením žáků do různých směrů či drah (školních programů). Ve většině zemí navštěvují dívky oproti chlapcům náročnější školy a akademicky orientované studijní dráhy. V důsledku

toho jsou v mnoha zemích genderové rozdíly v přírodních vědách velké i v rámci škol či jednotlivých programů.

Genderová propast ve vědě existuje i na univerzitní úrovni (Ochonogor, 2011), kdy počet mužů převažuje nad ženami v poměru 2:1 (Heilbronner, 2009). Důležitým zjištěným prediktorem vědeckého výkonu v rámci pohlaví je self-efficacy. Ženy vykazují nižší míru self-efficacy a větší úzkost z vědy než jejich mužské protějšky a to i při relativně stejném, či dokonce lepším výkonu (Morganson et al., 2010).

H8-0: Aritmetické průměry výsledků žáků čtvrtých ročníků základní školy v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti jsou stejné pro odlišné stupně klasifikace z matematiky

Provedli jsme analýzu rozptylu s grupovací proměnnou známky z matematiky. Na základě hodnot p - level (tabulka 41) jsme došli k závěru, že ve vztahu ke známce z matematiky jsou signifikantní rozdíly patrné ve všech námi sledovaných oblastech a to na jednoprocenní hladině významnosti ($p < 0,001$). Je tak do jisté míry možné tvrdit, že sumativní hodnocení žáků v matematice odpovídá výsledkům žáků v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti. Na základě námi provedeného teoretického rámce uvedené problematiky nás zjištěné výsledky nepřekvapují a opět pouze potvrzují úzký vztah mezi těmito proměnnými. Za velmi důležitý faktor ovlivňující úspěch ve vědě totiž byla ve výzkumu identifikována znalost matematiky (Sadler & Tai, 2007; Schwartz et al., 2008). Z našeho pohledu se zde nabízí proto široké možnosti dalšího výzkumu s cílem ověřit validitu a spolehlivost používání klasifikačních systémů v praxi. Zajímavá by byla z praktického hlediska především komparativní analýza rozdílů formativního a sumativního hodnocení předmětů přírodovědy a matematiky na prvním stupni základní školy, které jsou některými autory považovány v hodnocení spíše za dva krajní póly téhož kontinua (Wiliam & Black, 1996; Ayala et al., 2008). Britton a Schneider (2007) podávají přehled hlavních problémů vyvstávajících v souvislosti s těmito hodnoceními. Sumativní hodnocení je konečným a vyjadřuje míru osvojení látky žákem. Naproti tomu formativní hodnocení je průběžné, nehodnotí výsledek učení, ale jeho samotný proces. Užívá se ve chvíli, kdy u žáka probíhá proces učení a má stále prostor pro zlepšení. Primárním účelem formativního hodnocení je zlepšení výkonu a vede žáky k převzetí zodpovědnosti za jejich vlastní učení.

H9-0: Úroveň přírodovědné gramotnosti žáka měřená didaktickým testem je stejná pro různé stupně klasifikace z přírodovědy

Podrobný výzkumný rozbor byl proveden stejně i z hlediska vztahu výsledků didaktického testu přírodovědné gramotnosti žáků a stupni jejich klasifikace z přírodovědy. Tento rozptyl s grupovací proměnnou známka z přírodovědy byl proveden na základě analýzy rozptylu ANOVA. Na podkladě hodnot p - level (tabulka 42) bylo patrné, že ve vztahu ke známce z přírodovědy jsou signifikantní rozdíly patrné ve všech sledovaných stupních školní klasifikace a opět na jednoprocenní hladině významnosti ($p < 0,001$).

Učitelé by proto měli sledovat rozvíjení přírodovědného porozumění žáků tím, že realizují řadu diagnostických, formativních a sumativních hodnotících strategií. Vhodnou volbou hodnocení totiž poskytují svým žákům příležitost, zkušenost a zpětnou vazbu k zlepšení jejich učení (Black & Wiliam, 1998). Tato zpětná vazba umožňuje žákům převzít odpovědnost za své učení (Hewson et al., 1998), posouvat se k vědeckému poznání a porozumět jevům, které zažívají a zkoumají (Cowie, 2002). Je pochopitelné, že pro mnoho žáků je těžké být nadšen pro učení, pokud nevidí jeho význam. Tuto nejistotu lze řešit, pokud jsou žákům poskytnuty příležitosti a podpora k aktivnímu jednání konstruovat své vlastní poznání na rozdíl od pasivního získávání a hromadění znalostí (Fensham et al., 1994). Hodnocení hraje proto stěžejní roli v této aktivní konstrukci vědeckého porozumění.

H₁₀₋₀: Korelační koeficient mezi vztahem žáka k přírodovědě a jeho úspěšností v didaktickém testu je roven nule.

Tabulka 46 popisuje korelace mezi jednotlivými subtesty TKS, výsledkem v testu přírodovědné gramotnosti a vztahem žáka k přírodovědě. Analýza je provedena na základě standardního věkového skóru, kdy z výsledků je patrné, že se ve všech případech jedná o velmi nízké korelace menší než 0,1 a je o nich možné hovořit jako o zanedbatelných. Žádná z těchto korelací navíc není signifikantní ani na desetiprocentní hladině významnosti a nulovou hypotézu H₁₀₋₀ tedy není možné zamítnout.

Výsledky nás v tomto ohledu překvapují, neboť poukazují na velmi nízký vztah žáků k přírodovědě související s jejich úspěšností v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti. Při pohledu na výsledky žáků v šetření TIMSS 2019 a jejich srovnání se ukazuje, že Česká republika patří k zemím s podprůměrnou oblibou matematiky a jednou z nejnižších hodnot oblíbenosti přírodovědy mezi žáky čtvrtých ročníků v testovaných zemích. Na rozdíl od matematiky mají podle šetření přírodovědu raději dívky než chlapci. Není překvapivé, že skupina žáků, kteří se velmi rádi učí oba předměty, dosahují průměrně statisticky výrazně lepších výsledků v testu TIMSS než skupina žáků, kteří přírodovědu a matematiku rádi nemají (Tomášek et al., 2020).

Již dlouho je známo, že zvýšený zájem o vědu pozitivně ovlivňuje přírodovědnou gramotnost (Zuccala, 2010). Každodenní život závisí na znalostech vědy a techniky a pochopení vědeckých konceptů umožňuje jedinci dělat každý den vlastní informovaná rozhodnutí. Na prvním stupni základní školy je proto rozvíjení vztahu a získávání znalostí o přírodě nutnou součástí jejich komplexních znalostí, neboť jim umožňuje získávat komplexní vědomosti, schopnosti a dovednosti týkající se přírodních věd a jejich vzájemného vztahu s okolním prostředím. V tomto procesu se dle našeho názoru stává klíčovým momentem aktivní účast a interakce žáků s konkrétní látkou a učivem. Cílem by měl být osvojený (interiorizovaný) kognitivní postup, pomocí kterého je možné neustále a opakovaně konstruovat a především modifikovat vlastní poznávání. Uvedené se úzce dotýká schopnosti vnímat, porozumět, pamatovat si, logicky myslet a řešit problémy. Je nutné tudíž pochopit, že samotní žáci musí disponovat určitou úrovní kognitivních schopností, aby vůbec dokázali správně chápat tyto základní koncepty vědy a aplikovat je i jako východiska otázek okolního světa. Důraz by proto měl být kladen především na výuku vědeckých obsahů, jako nutnou součást socializace specifických způsobů (metod a procedur) vědeckého poznávání. Vytvářet u žáků způsobilost, praktické dovednosti, vlastní postoje a přístupy k vědecké práci na příkladech, což nejde metodami a výukou zaměřenou na memorování faktů (Seefeldt & Galper, 2002). Do popředí se proto dostávají otázky obsahu učiva, jeho rozsahu, stanovení cílů, podmínek a prostředků vyučování a forem učení v těchto předmětech.

Se zřetelem na rozvíjení vztahu žáků k přírodovědě je v dnešní době potřebné a efektivní využívat také prostředků neformálního učení se vědě. Příležitost k zapojení do neformálního učení se vědě poskytují například návštěvy zoologických zahrad, akvárií, národních parků a vědeckých center. Rozsah neformálního učení vědě zahrnují i návštěvy výstav, sledování zájmů a koníčků žáků či účast na programech komunitního vzdělávání (Rennie & Stocklmayer, 2003). Neformální učení vědě je samořízené, nelineární a sociální (Liu, 2009). Existuje mnoho dalších způsobů, jak může učitel rozvíjet vztah žáků k přírodovědě. Z našeho pohledu přírodověda na základní škole patří mezi předměty, které hrají zásadní roli ve vzdělávání dětí. Především aktivní osvojování si základních zákonů, principů, hypotéz, teorií a modelů přírodních věd umožňuje v konečném pohledu jedinci (žákovi) rozpoznat, sledovat a uvědomovat si vzájemné vztahy mezi člověkem a prostředím.

V dnešní globalizované společnosti se lokální, regionální a celosvětové problémy a jejich vliv neustále propojují. Z těchto důvodů vytváří odpovědné jednání, podpořené nutně komplexem kognitivních a afektivních dimenzí či kompetencemi, u jedince vztah a participativní účast

na utváření okolního prostředí, ovlivňujícího udržitelný rozvoj lidské civilizace. To předpokládá schopnost umět porozumět vědě, aplikovat vědecké dovednosti při řešení vědeckých problémů a rozhodovat se na základě podložených úvah (Cajas, 2001). Uvedené dovednosti zahrnují u jedince nejen jeho dostatečný soubor vědeckých znalostí a dovedností, ale také schopnost kladení otázek a vyvozování závěrů na základě důkazů vedoucích k pochopení a rozhodování o přírodě a jejích změnách způsobených samotnou činností člověka (Murcia, 2009; Lawless et al., 2018).

IX. ZÁVĚR

Publikace (monografie) se věnovala tématu kognitivních schopností a jejich vlivem na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy.

Vzhledem ke své kritické důležitosti hraje učení klíčovou roli v lidském životě a umožňuje jedinci efektivně se přizpůsobit okolním změnám. Slavin (2006) definuje učení jako relativně trvalé změny v chování, které jsou produkty zkušeností nebo chování. Učení probíhá neustále a pomáhá nám přizpůsobovat se okolnímu prostředí. Mělo by se jednat o relativně trvalou změnu v reagování na nějakou situaci. Není okamžitou odezvou na podnět, ale jedincem zapamatovanou a v průběhu času opakovanou reakcí (Lund, 2012). Musíme však zmínit i pojem kognitivní učení, označující učení realizované prostřednictvím kognitivních procesů (pozorováním, uvažováním, pamatováním, vnímáním, vybavováním či jazykovým ztvárněním informace) (Průcha, 2020).

Při zkoumání všech těchto definic je zřejmé, že učení je výsledkem zkušeností jedince a způsobuje trvalé změny v jeho chování. Možnost učení, zapamatování, přizpůsobování se měnícím podmínkám okolního prostředí dávají člověku myšlenkové procesy. Můžeme také konstatovat, že vzdělání je nanejvýš důležité nejen pro samotného jednotlivce, ale i pro společnost. Sociální a ekonomický rozvoj země závisí do značné míry vždy na tom, jak rozvinuté má školství. V době informací a technologií má však významný vliv zejména vzdělávání přírodovědné.

Podle Fitzgeralda (2012) musí být výběr základního přírodovědného učiva u učitelů vždy podložen jejich kvalitními odbornými a obsahovými znalostmi, zkušenostmi a osobním přesvědčením o důležitosti vědy pro život žáků. Musíme nutně proto intenzivně diskutovat a přemýšlet o nezastupitelné roli učitele ve vytváření elementárních základů přírodovědné gramotnosti v rámci primárního vzdělávání. Pedagog vybírá vhodné strategie vedoucí u žáků k poznávání a objevování okolní přírody, kdy však v důsledku jeho nedostatečných odborných znalostí může být vědecké (přírodovědné) poznávání ve vyučování opomíjeno nebo žákům prezentováno ve smyslu izolovaných vzdělávacích aktivit (Cutter-Mackenzie & Logan, 2013). Je tedy možné tvrdit, že učitelé ve smyslu vlastních odborných znalostí přispívají ke kvalitní výuce a učení přírodních věd (Smith & Fitzgerald, 2013). Učitelé nepředstavují pouze učební osnovy, ale reprezentují a definují i to, co si sami osobně myslí, čemu věří a co konkrétně dělají na úrovni třídy (Fitzgerald & Smith, 2016). Výzkumy jasně naznačují, že kvalita toho, co učitelé vědí a umí, má značný dopad i na samotný proces a průběh výuky (Darling-Hammond, 2000; Muijs & Reynolds, 2000). Učitelé by proto měli chápat přírodovědné vzdělávání v jeho nejširších možných souvislostech a pomoci žákům, aby se stali kritickými, schopni naslouchat, umět se přizpůsobovat různým prostředím, uvažovat a neustále si pokládat otázky po smyslu dění okolo sebe, chápat a rozhodovat o celé řadě problémů současného světa (France, 2011).

Tento námi deklarovaný koncepční rámec nutně posouvá vzdělávání od statického a transmisivního způsobu předávání hotových poznatků k souboru znalostí zasazených do neustále se měnícího sociálního kontextu reálného světa. Dosažení tohoto cíle učení vyžaduje nevyhnutelné změny způsobů, jakými probíhá výuka přírodovědných předmětů ve třídách základních škol. Hackling a Prain (2005) za důležité považují konkrétní výběr učiva, které je podstatné z pohledu života žáků a jejich zájmů. Využívat informační a komunikační technologie představující příležitost vědecky interpretovat a konstruovat realitu. Důležitou podmínkou a aspektem pro učení je také vytvoření samotné podstaty a potřeby vědět, neboť afektivní zapojení ve smyslu citové (emoční) stránky žáků je nutnou součástí přírodovědného vzdělávání. Zoldošová (2006) uvádí, že je potřebné využívat v edukačním procesu i strategie rozvíjející dimenze přírodovědné gramotnosti. Mezi ně můžeme zařadit především přírodovědné prekoncepty (*epistemic knowledge*), prekoncepty o vědě a vědeckých postupech (*procedural knowledge*), způsobilost vědecké práce (*competencies*) a přírodovědné postoje (*attitudes*). Je potřebné si však uvědomit, že v současné době

se už přírodovědné vzdělávání definuje jako vědecká práce na rozdíl od memorování faktů (Seefeldt & Galper, 2002). Přírodovědné vzdělávání a výuka by měla být proto považována spíše za vzdělávání pomocí vědy než za vědu zprostředkovanou prostřednictvím vzdělávání (Holbrook & Rannikmae, 2007). Model kompetencí založený na přírodovědné gramotnosti není tedy jen výsledek obsahové znalosti procesů a postupů, ale má také důležitou složku postojů a etiky (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Metodu vědeckého poznávání lze proto charakterizovat jako soubor nebo posloupnost pravidel v procesu získávání vědeckých poznatků o určité oblasti (Hejnová & Hejna, 2016). Takový přístup zahrnuje pochopení podstaty vědy s vazbami na dosahování cílů v osobní sféře. Důraz by měl být kladen na rozvoj intelektuálních a komunikačních dovedností, stejně tak i na podporu pozitivních postojů při rozhodování o společensko-přírodovědných problémech (Shamos, 1995). Výuka založená na tomto modelu předpokládá méně konstruktivistických přístupů a souvisí více s činností (Roth & Lee, 2004). Uplatňování vědeckého přístupu může přispívat k zlepšení kompetencí žáků v oblasti přírodovědné gramotnosti (Afriana et al., 2016; Kartimi & Widodo, 2021), protože učení s vědeckým přístupem zprostředkovává žákům pozorování různých jevů vyskytujících se v jejich okolí a každodenním životě (Wieman, 2007). Přímé pozorování přírodního jevu nebo jeho simulace dává žákům smysl a zobrazený předmět je pro žáky podnětem a inspirací k učení (Harmsen, 2007). Poskytuje příležitost přemýšlet, procvičit si a aktivně řešit vybraný problém (Grace, 2001). Implementace vědeckého přístupu na úrovni základní školy však silně zdůrazňuje učení zaměřené na žáka (Selasih, 2019). Učení s vědeckým přístupem se skládá z pěti hlavních dovedností, mezi které můžeme zařadit pozorování, kladení otázek, shromažďování informací (experimentů), zpracování informací a jejich sdělování (Alberida, 2020). Velmi efektivní se v tomto směru ukazuje také projektové, problémové a kooperativní vyučování.

Projektové vyučování souvisí s reálným životem žáka a s jeho aktivní činností z pohledu konstruování nově získaných zkušeností a hledání řešení otázek o okolním světě. Zapojení žáků do kritické a na důkazech založené argumentace v rámci projektového vyučování povzbuzuje žáky, aby se zamysleli nad stavem vlastních vědomostí a dovedností a nad samotným chápáním vědy (Krajcik & Czerniak, 2018). Naproti tomu problémové vyučování je činnost žáků zacílená na osvojení si znalostí a metod prostřednictvím řešení problémové situace. Poznávání řešením problémů zvyšuje míru vlastní aktivity účasti žáka a tím v konečném důsledku posiluje i jeho vztah k citové a motivační sféře osobnosti (Skalková, 2007). Zapojení aktivit kooperativního vyučování významně posiluje rozvoj afektivní stránky osobnosti žáků, protože kooperace ve vztahu ke společným učebním činnostem posiluje zejména složky, jako je vzájemné porozumění a pochopení žáků, řešení případných nedorozumění a přijetí odpovědnosti za společnou práci. Jedná se o prvky a činnosti s výraznou motivační povahou i ve vztahu ke kognitivnímu rozvoji osobnosti (Kolář & Vališová, 2009).

Na volbu vhodných a efektivních strategií v edukačním procesu má opět značný vliv osobnost učitele. Pedagogové proto musí disponovat širokou základnou přírodovědných a vědeckých znalostí. Umožňuje jim to totiž nejen porozumět důležitým otázkám souvisejících s vědou, ale i hodnotit či případně rozporovat platnost těchto informací. Právě učitel je odpovědný za samotný výběr metod výuky, prostřednictvím kterých žáci poznávají a objevují okolní přírodu a její zákonitosti. Vhodně zvolené metody výuky mohou být u žáků prospěšné pro zlepšení logického a kritického myšlení a zároveň tím rozvíjet i samotnou přírodovědnou gramotnost a vytvářet vztah žáků k hodinám přírodovědných předmětů (Uhrinová, 2018). Vybrané výzkumy naznačují, že učitelé mají tendenci učit způsobem, jakým byli sami v rámci svých studentských let vyučováni (Eiriksson, 1997; Phelps & Lee, 2003). Právě prostřednictvím těchto zkušeností učitelé rozvíjejí své vlastní pozitivní či naopak negativní názory, postoje a znalosti s ohledem na výuku přírodních věd. Zejména výuka primárních přírodních věd by však neměla být tolik o tom, aby si žáci osvojovali

řadu nesmyslných konceptů pouze pomocí memorování faktů. Podstatné je především budování schopnosti kritického myšlení a úplné pochopení předložených informací. Efektivní výuka přírodních věd proto musí vycházet především z existujících představ žáků o vědeckých konceptech a podporovat jejich rozvíjení na základě odborných vědeckých poznatků (Harrison, 2007).

Pokud mají žáci při zkoumání přírody získávat potřebné znalosti a dovednosti umožňující jim následně propojit teorii s praxí, je nutné zprostředkovávat již ve výuce takové situace, ve kterých mohou tyto schopnosti uplatňovat a dále je rozvíjet (Eshach & Fried, 2005). Jejich využití však musí být učitelem předem naplánované tak, aby odpovídalo kognitivním schopnostem konkrétních žáků, podněcovalo jejich vzájemnou komunikaci, logické myšlení, kritickou, kreativní a správnou argumentaci, spolupráci a badatelské, výzkumné a kooperativní aktivity. Podle našeho názoru se musí jednat o oboustranné (žák a učitel) aktivní zapojení do procesu učení a poznávání okolního prostředí. Se zřetelem k edukačnímu procesu je proto důležité využívání koncepcí přírodovědného vzdělávání podporující rozvíjení vědeckého myšlení u žáků (Zimmermann, 2007).

Přírodovědné předměty v primárním vzdělávání patří mezi předměty mající zásadní roli ve výchově. Získané vědecké znalosti mohou být pro žáky prostředkem, jak úspěšně čelit výzvám současné globální společnosti (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2016). Holbrook a Rannikmae (2009) přidali do přírodovědné gramotnosti složku postojů, představující nezávislost ve studiu přírodních věd, schopnost vědecky myslet, zvědavost a myslet kriticky. Model takto vytvořené přírodovědné gramotnosti založené na kompetencích není následně pouze kvalifikovaným obsahem znalostí, procesů a vybraných vědeckých dovedností, ale má především složku postojovou a etickou. Její základ tvoří a vztahuje se k emocionální oblasti, vytvářející hodnotové orientace.

Námi uvedené zjištění můžeme shrnout tím, že by učitelé měli tedy klást dostatečný důraz na rozvoj kognitivních dovedností prostřednictvím výuky přírodovědných předmětů. Základní postupy vědecké práce si totiž mohou žáci osvojovat prostřednictvím aktivit, zaměřených na rozvíjení myšlení a učení. V zahraniční literatuře jsou často tyto činnosti označovány jako způsobilost vědecké práce (*science process skills*) (Straková, 2010). Učení s takto koncipovaným vědeckým přístupem se skládá podle Alberida (2020) z pěti hlavních částí, mezi které můžeme zařadit pozorování a kladení otázek, shromažďování informací/experimentů, sdružování/zpracování informací a jejich sdělování.

Existuje mnoho dalších návrhů na to, jaké dovednosti vědeckého procesu by měli žáci zažít a naučit se. Americká asociace pro rozvoj vědy (AAAS, *American Association for the Advancement of Science*) studovala vybrané vědce při jejich práci a následně z jejich konkrétních činností zobecnila obsah dovedností nutných k poznávání přírodního světa. Tento koncept představoval myšlenku, jež měla mít za následek vyvinout způsob výuky přírodních věd, ve které by žáci používali stejné nástroje a postupy, aby lépe porozuměli přírodnímu světu a dokázali se zapojit do jeho poznávání stejným způsobem jako samotní vědci (AAAS, 1967; Hejnová & Hejna, 2016).

Myšlenka, že by se žáci měli učit a aktivně zapojit do některých vědeckých procesů, je součástí výuky přírodních věd po mnoho let. Důležité je přitom procvičování při řešení reálných situací a problémů, než jen memorování samotných postupů často nesouvisejících se skutečným řešením problémů (*authentic science learning contexts and problem based learning*) (Jadrich & Bruxvoort, 2011).

Se zřetelem k rozvíjení přírodovědné gramotnosti je v dnešní době potřebné a efektivní využívání i online zdrojů. Internetové a online zdroje mohou být užitečné při výuce přírodovědných předmětů. Existuje množství interaktivních nástrojů a programů, které mohou pomoci žákům učit se nové věci a zkoumat přírodní jevy. S využitím moderních technologií žáci získávají vědomosti o přírodních vědách z online zdrojů, kdy virtuální nástroje mohou využívat i pro simulaci přírodních jevů. Dnes se využití techniky, jako jsou digitální fotoaparáty či počítačové programy, staly

neopomenutelnou součástí výuky. Například focení při procházkách přírodou či nahrávání zvuků zvířat nabízí dětem skvělé příležitosti k učení a případně ze záznamů později diskutovat o těchto zkušenostech. Vhodné využití těchto nástrojů prokazatelně zlepšuje výuku přírodovědných předmětů (Buckleitner, 2002).

Omezení našeho výzkumu je nutné vnímat v několika důležitých rovinách. Nejedná se o výzkum uzavřený, neboť témat s popisovanou problematikou je z našeho pohledu mnohem více. Domníváme se, že například potencionálně zajímavé téma se skrývá v oblasti vlivu učitele na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy. Na úrovni prvního stupně základní školy, kdy se u žáků utvářejí samotné základy přírodovědné gramotnosti, se jako nejdůležitější faktor ukazuje role učitele. Důležitá je nejen jeho činnost při motivaci k přírodovědnému vzdělávání, ale především v oblasti osvojování základních metod a přístupů v přírodovědném poznávání u žáků. Zastáváme však názor, že rozhodujícím faktorem úspěšnosti utváření přírodovědné gramotnosti žáků je úroveň přírodovědné gramotnosti samotného učitele prvního stupně základní školy. Zde se nabízejí široké možnosti dalšího výzkumu. K lepšímu precizování závěrů by rozhodně přispěl i větší výzkumný soubor žáků a kvantifikace přítomnosti konkrétních obtíží u žáků dané věkové skupiny. Uvědomujeme si, že se jedná v tomto ohledu o limitující záležitost. Přesto se domníváme, že jsme se v dané práci dotkli všech námi vytyčených oblastí zkoumané problematiky. Jako další krok navrhujeme postupy popsané v této práci doplnit o další výzkumy zaměřené na vliv kognitivních schopností na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků druhého stupně základní školy. Výsledky takového výzkumu by následně mohly vytvořit komparativní případovou studii, představující uvedenou problematiku v celé její šíři. V tom případě mohou výsledky našeho výzkumu sloužit jako vhodný podklad tohoto širěji zaměřeného výzkumu, ale také předem upozornit na možné problémy, jak interpretovat získaná data.

X. SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ

Tabulka 1: Matematický a přírodovědný konceptuální rámec výzkumu TIMSS 1995 (Straková, 2016, s. 36).....	10
Tabulka 2: Konceptuální rámec přírodovědné gramotnosti PISA 2000 (Straková, 2016, s. 45).....	12
Tabulka 3: Celkový počet úloh pro všechny úrovně testu/výstražná a riziková úroveň (Thorndike & Hagen, 1998, s. 56)	37
Tabulka 4: Konceptuální rámec kognitivních domén v oblasti přírodovědy ve výzkumu TIMSS 2019 (ČŠI, 2020, s. 35-36)	38
Tabulka 5: Podíl zastoupení oblastí učiva a dovedností TIMSS 2015 (Tomášek et al., 2016, s. 7)	39
Tabulka 6: Přírodovědný obsah učiva v šetření TIMSS a jeho jednotlivé tematické celky.....	39
Tabulka 7: Rozlišení kognitivní náročnosti testování (Chytrý, 2020).....	41
Tabulka 8: Expertní hodnocení kognitivní náročnosti didaktického testu z přírodovědy	42
Tabulka 9: Použití testových úrovní A až F podle ročníků a věkového rozpětí (Thorndike & Hagen, 1998)	42
Tabulka 10: Rozložení rozsahu jednotlivých typů skóre (Thorndike & Hagen, 1998)	43
Tabulka 11: Časový rozvrh testování, Test kognitivních schopností (Thorndike & Hagen, 1998).....	44
Tabulka 12: Síla asociace proměnných dle různých autorů (Chytrý, 2020).....	50
Tabulka 13: Struktura kapitoly výzkumného šetření a pořadí dílčích subkapitol	51
Tabulka 14: Test kognitivních schopností TKS – všichni respondenti dohromady.....	52
Tabulka 15: Test kognitivních schopností TKS – chlapci	53
Tabulka 16: Test kognitivních schopností TKS – dívky.....	54
Tabulka 17: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/všichni respondenti dohromady	55
Tabulka 18: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie – chlapci	56
Tabulka 19: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie – dívky	57
Tabulka 20: Test kognitivních schopností – známka z matematiky 1	57
Tabulka 21: Test kognitivních schopností – známka z matematiky 2	58
Tabulka 22: Test kognitivních schopností – známka z matematiky 3	58
Tabulka 23: Test kognitivních schopností – známka z matematiky 4	58
Tabulka 24: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/znamka z matematiky 1	59
Tabulka 25: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/znamka z matematiky 2	60
Tabulka 26: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/znamka z matematiky 3	60
Tabulka 27: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/znamka z matematiky 4	60
Tabulka 28: Test kognitivních schopností – známka z přírodovědy 1	61
Tabulka 29: Test kognitivních schopností – známka z přírodovědy 2	61

Tabulka 30: Test kognitivních schopností – známka z přírodovědy 3	62
Tabulka 31: Test kognitivních schopností – známka z přírodovědy 4	62
Tabulka 32: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z přírodovědy 1	63
Tabulka 33: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z přírodovědy 2	64
Tabulka 34: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z přírodovědy 3	64
Tabulka 35: Test kognitivních schopností TKS/jednotlivé testové subbaterie/známka z přírodovědy 4	64
Tabulka 36: Korelace mezi jednotlivými bateriemi a oblastí socioekonomického statusu rodiny (SES)	65
Tabulka 37: Kruskal-Wallisův test, rozdíly v bateriích podle klasifikace žáka a jeho SES	65
Tabulka 38: Srovnání úspěšnosti žáků v jednotlivých přírodovědných úlohách výzkumného šetření s národním průměrem šetření TIMSS 2015 a 2019	67
Tabulka 39: Test přírodovědné gramotnosti – souhrnná analýza dle pohlaví a známky	70
Tabulka 40: Souhrnná analýza rozdílů v rámci sledovaných proměnných vzhledem k pohlaví	71
Tabulka 41: Analýza rozptylu s grupovací proměnnou známka z matematiky	72
Tabulka 42: Analýza rozptylu s grupovací proměnnou známka z přírodovědy	73
Tabulka 43: Korelace mezi jednotlivými subtesty TKS a testem přírodovědné gramotnosti	73
Tabulka 44: Korelace mezi jednotlivými subtesty TKS a testem přírodovědné gramotnosti/chlapci	74
Tabulka 45: Korelace mezi jednotlivými subtesty TKS a testem přírodovědné gramotnosti/dívky	74
Tabulka 46: Korelace mezi jednotlivými subtesty TKS, testem přírodovědné gramotnosti a vztahem žáka k přírodovědě	75
Obrázek 1: Jednotlivé složky přírodovědné gramotnosti ve vzájemných vztazích (Malčík & Mechlová, 2010, s. 35)	15
Obrázek 2: Vzorová úloha testu přírodovědné gramotnosti výzkumného šetření inspirovaná příklady výzkumu TIMSS 2015	40
Obrázek 3: Vzorová úloha testu přírodovědné gramotnosti výzkumného šetření inspirovaná příklady výzkumu TIMSS 2015	66

XI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Addison, C., & Meyers, E. (2013). Perspectives on information literacy: a framework for conceptual understanding. *Information Research*, 18(3), 470–452.
2. Afifah, R. N., Syaodih, E., Setiasih, O. et al. (2019). An early childhood teachers teaching ability in project based science learning: A case on visible light. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 1–6.
3. Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project-based learning integrated to stem to enhance elementary school students' scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 261–267.
4. Agin, M. (1974). Education for scientific literacy: A conceptual frame of reference and some applications. *Science Education*, 58 (3), 403-415.
5. Aikenhead, G. (1994). *What is STS science teaching?* In J. Solomon & G. Aikenhead (Eds.), *STS Education. International perspectives on reform* (pp. 47–59). New York: Teachers College Press.
6. Aikenhead, G. (2006). *Science education for everyday life: evidence-based practice*. Teachers College Press.
7. Alberida, H. (2020). The implementation of scientific approach in learning science through problem solving. In *International Conference on Biology, Sciences, and Education (ICoBioSE 2019)* (pp. 349–353). Atlantis Press.
8. Alexander, K. L., Entwisle, D. R., & Dauber, S. L. (1993). First-grade classroom behaviour: its short- and long-term consequences for school performance. *Child Development*, 64(3), 801–814.
9. Algan, Y., Cahuc, P., & Shleifer, A. (2013). Teaching Practices and Social Capital. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(3), 189–210.
10. Almahdawi, K. A., & Almomani, F. (2013). Factors related to cognitive function among elementary school children. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 21(3), 191–198.
11. Alon, S., & Gelbgiser, D. (2011). The female advantage in college academic achievements and horizontal sex segregation. *Social Science Research*. 40(1), 107–119.
12. American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1967). *Science – A process approach*. Washington, DC: AAAS.
13. Amsel, E., & Brock, S. (1996). The development of evidence evaluation skills. *Cognitive Development*, 11(1), 523–550.
14. Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing*. New York: Addison Wesley Longman.
15. Apter, A. J., Paasche-Orlow, M. K., Remillard, J. T., Bennett, I. M., Ben-Joseph, E. P., Batista, R. M., Hyde, J., & Rudd, R. E. (2008). Numeracy and communication with patients: They are counting on us. *Journal of General Internal Medicine*, 23(12), 2117–2124.
16. Areepattamannil, S., & Lee, D. L. (2014). Linking immigrant parents' educational expectations and aspirations to their children's school performance. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, 175(1), 51–57.
17. Arens, A., Marsh, H. W., Craven, R. G., Yeung, A. S., Randhawa, E., & Hasselhorn, M. (2016). Math self-concept in preschool children: Structure, achievement relations, and generalizability across gender. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 391–403.
18. Archer-Bradshaw, R. E. (2014). Demystifying scientific literacy: Charting the path for the 21st century. *Journal of Educational and Social Research*, 4(3), 165–172.
19. Archila, P. A., Molina, J., & de Mejía, A. M. T. (2018). Using bilingual written argumentation to promote undergraduates' bilingual scientific literacy: Socratic as an immersive participation tool. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 24(6), 868–891.
20. Arons, A. B. (1983). Achieving Wider Scientific Literacy. *Daedalus*, 112(2), 91–122.

21. Arslan, H., Çanlı, M., & Sabo, H. M. (2012). A research of the effect of attitude, achievement, and gender on mathematic education. *Acta Didactica Napocensia*, 5(1), 45–52.
22. Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181–185.
23. Aschbacher, P. R., Li, E., & Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564–582.
24. Aslund, O., & Gronqvist, H. (2010). Family size and child outcomes: Is there really no trade-off? *Labour Economics*, 17(1), 130–139.
25. Athanassiou, N., McNett, J. M., & Harvey, C. (2003). Critical thinking in the management classroom: Bloom's Taxonomy as a learning tool. *Journal of Management Education*, 27(1), 533–555.
26. Austin P., & Arnott-Hill, E. (2014). Financial literacy interventions: Evaluating the impact and scope of financial literacy programs on savings, retirement, and investment. *Social, Political and Economic Studies*, 39(3), 290–314.
27. Ayala, C., Shavelson, R. J., Ruiz-Primo, M. A., & Tomita, M. (2008). From formal embedded assessments to reflective lessons: The development of formative assessment studies. *Applied Measurement in Education*, 21(4), 315–334.
28. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
29. Barnett, W. S. (2008). *Preschool education and its lasting effects: Research and policy implications*. Boulder and Tempe: Education and the Public Interest Center & Education Policy Research Unit.
30. Barone, C. (2006) Cultural capital, ambition and the explanation of inequalities in learning outcomes: A comparative analysis, *Sociology*, 40(6), 1039–1058.
31. Barriga, A. Q., Doran, J. W., Newell, S. R., Morrison, E. M., Barbetti, V., & Robbins, B. D. (2002). Relationships between problem behaviors and academic achievement in adolescents: The unique role of attention problems. *Journal of Emotional and Behavioral Disorders*, 10(1), 233–240.
32. Basl, J. (2011). Effect of school on interest in natural sciences: A comparison of the Czech Republic, Germany, Finland, and Norway based on PISA 2006. *International Journal of Science Education*, 33(1), 145–157.
33. Baumert, J. (1997). Scientific literacy: a German perspective. In W. Graber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy*, (pp. 167 – 180). Kiel, Germany: Institute for Science Education (IPN).
34. Bawden, D. (2001). Information and digital literacies: a review of concepts. *Journal of Documentation*, 57(2), 218–259.
35. Bell, B. (2007). Classroom assessment of science learning. In: Abell, S., & Lederman, N. (Eds.). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
36. Belz, H., & Siegrist, M. (2001). *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení*. Praha: Portál.
37. Benbow, C. P., & Armand, O. (1990). Predictors of high academic – achievement in mathematics and science by mathematically talented students – a longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 430-441.
38. Bencze, L. (2017). *Science and technology education promoting wellbeing for individuals, societies and environments*. Springer.
39. Bencze, L., Sperling, E., & Carter, L. (2012). Students' research-informed socio-scientific activism: Re/visions for a sustainable future. *Research in Science Education*, 42(1), 129–148.
40. Bendová, P. (2012). *Dítě s narušenou komunikační schopností ve škole*. Praha: Grada.
41. Bennett, N., & Lemoine, G. J. (2014). What a difference a word makes: understanding threats to performance in a VUCA world. *Business Horizons*, 57(3), 311–317.
42. Berens, A. E., & Nelson, C. A. (2015). The science of early adversity: Is there a role for large institutions in the care of vulnerable children? *The Lancet*, 386(9991), 388–398.
43. Bertrand, Y. (1998). *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál.

44. Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327–336.
45. Bietenbeck, J. (2014). Teaching practices and cognitive skills. *Labour Economics*, 30(1), 143–153.
46. Biggs, J. (1996). *Testing: To educate or to select? Hong Kong at the crossroads*. Hong Kong: Hong Kong Educational Publishing Co.
47. Bílek, M., Rychtera, J., & Slabý, A. (2008). *Konstruktivismus ve výuce přírodovědných předmětů*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
48. Bissell, A. N., & Lemons, P. P. (2006). A new method for assessing critical thinking in the classroom. *Bioscience*, 56(1), 66–72.
49. Black, P., & Wiliam, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139–148.
50. Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647–663.
51. Blaisdell, K. N., Imhof, A. M., & Fisher, P. A. (2019). Early adversity, child neglect, and stress neurobiology: From observations of impact to empirical evaluations of mechanisms. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 78, 139–146.
52. Blatný, M., Hřebíčková, M., Millová, K. et al. (2010). *Psychologie osobnosti. Hlavní témata, současné přístupy*. Praha: Grada.
53. Blažek, R., & Příhodová, S. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015*. Praha: Česká školní inspekce.
54. Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives. The classification of educational goals*. New York & Toronto: Longman Green.
55. Blossfeld, H. P., & Shavit, Y. (1993). Persisting barriers: Changes in educational opportunities in thirteen countries. In Y. Shavit & H. P. Blossfeld (Eds.), *Persistent inequality* (pp. 1–24). Boulder, CO: Westview.
56. Bond, L., Carlin, J. B., Thomas, L., Rubin, K., & Patton, G. (2001). Does bullying cause emotional problems? A prospective study of young teenagers. *BMJ*, 323(7311), 480–484.
57. Booth A. E., Shavlik M., & Haden C. A. (2020). Parents' causal talk: Links to children's causal stance and emerging scientific literacy. *Developmental Psychology*, 56(11), 2055–2064. <https://doi.org/10.1037/dev0001108>
58. Bornstein, M. C., & Bradley, R. H. (2003). *Socioeconomic status, parenting, and child development*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
59. Bos, J. M., Huston, A. C., Granger, R. C., Duncan, G. J., Brock, T., & McLoyd, V. C. (1999). *New Hope for People With Low Incomes: Two-year Results of a Program to Reduce Poverty and Reform Welfare*. New York: Manpower Demonstration Research Corporation.,
60. Bosworth, R. (2014). Class size, class composition, and the distribution of student achievement. *Education Economics*, 22(2), 141–165.
61. Boudourides, M. A. (2003). Constructivism, education, science and technology. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 29(3), 5–20.
62. Boudová, S., Janotová, Z., Basl, J. et al. (2021). *Čtenářství ve 21. století. Sekundární analýza PISA 2018*. Praha: Česká školní inspekce.
63. Boulding, K. E., & Senesh, L. (1983). *The optimal utilization of knowledge: Making knowledge serve human betterment*. Boulder, CO: Westview Press.
64. Bradley, R. H., & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 371–399.
65. Branscomb, A. W. (1981). Knowing how to know. *Science, Technology and Human Values*, 6(36), 5–9.

66. Breen, R., & Jonsson, J. O. (2005). Inequality of Opportunity in Comparative Perspective: Recent Research on Educational attainment and Social Mobility. *Annual Review of Sociology*, 31(1), 223–243.
67. Brenneman, K., & Louro, I. F. (2008). Science journals in the preschool classroom. *Early Childhood Education Journal*, 36(1), 113–119.
68. Britner, S. L., & Pajares, F. (2001). Self-efficacy beliefs, motivation, race, and gender in middle school science. *Journal of Women and Minorities in Science Engineering*, 7, 271–285.
69. Britton, E., & Schneider, S. (2007). Large-Scale Assessments in Science Education. In: Abell, S., & Lederman, N. (Eds.). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
70. Brotman, J. S., & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971–1002.
71. Brtnová Čepičková, I. (2005). *Aktivní konstrukce přírodovědného poznání žáků primární školy*. Ústí nad Labem: Acta Universitatis Purkynianae.
72. Brtnová Čepičková, I. (2013). *Didaktika přírodovědného základu*. Ústí nad Labem: PF UJEP v Ústí nad Labem, 2013.
73. Brunner, M. (2008). No g in education? *Learning and Individual Differences*, 18(1), 152–165.
74. Bryce, T. G. K., & Gray, D. S. (2004). Tough acts to follow: The challenges to science teachers presented by biotechnological progress. *International Journal of Science Education*, 26(6), 717–733.
75. Buckleitner, W. (2002). Tech makes science sizzle. *Early Childhood Today*, 16(7), 6–7.
76. Buehner, M., Krumm, S., Ziegler, M., & Pluecken, T. (2006). Cognitive abilities and their interplay: Reasoning, crystallized intelligence, working memory components, and sustained attention. *Journal of Individual Differences*, 27(1), 57–72.
77. Bullock, M., & Ziegler, A. (1999). Scientific reasoning: developmental and individual differences. In F. E. Weinert, & W. Schneider (Eds.), *Individual development from 3 to 12. Findings from the Munich longitudinal study* (pp. 38–60). Cambridge: Cambridge University Press.
78. Bullock, M., Sodian, B., & Koerber, S. (2009). Doing experiments and understanding science: development of scientific reasoning from childhood to adulthood. In W. Schneider, & M. Bullock (Eds.), *Human development from early childhood to early adulthood. Findings from the Munich longitudinal study* (pp. 173–197). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
79. Burt, K. B., & Roisman, G. I. (2010). Competence and psychopathology: cascade effects in the NICHD study of early child care and youth development. *Development and Psychopathology*, 22(1), 557–567.
80. Butler, I. (2003). *Social Work with Children and Families*. London: Jessica Kingsley.
81. Bybee, R. (1997). Towards an understanding of scientific literacy. Scientific literacy: science education and secondary school student. In W. Graber & C. Bolte (Eds.), *Scientific literacy: An international symposium* (pp. 37–67). Kiel, Germany: IPN.
82. Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practical action*. Portsmouth, New Hampshire: Heinemann.
83. Bybee, R. (2016). Scientific literacy. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education* (pp. 944–946). Springer.
84. Bybee, R. W. (2003). The teaching of science: Content, coherence, and congruence. *Journal of Science Education and Technology*, 12(4), 343–358.
85. Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996–996.
86. Bybee, R., & McCrae, B. (2011). Scientific literacy and student attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7–26.
87. Byrd, D. A., Jacobs, D. M., Hilton, H. J., Stern, Y., & Manly, J. J. (2005). Sources of errors on visuoperceptual tasks: Role of education, literacy, and search strategy. *Brain and Cognition*, 58(3), 251–257.

88. Byrne B. M., & Watkins D. (2003). The issue of measurement invariance revisited. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 34(2), 155–75.
89. Byun, S. Y., Schofer, E., & Kim, K. K. (2012). Revisiting the role of cultural capital in East Asian educational systems: The case of South Korea. *Sociology of Education*, 85(3), 219–239.
90. Cahill, L. (2006). Why sex matters for neuroscience. *Nature Reviews: Neuroscience*, 7(6), 477–484.
91. Cachapuz, A. et al. (2005). *A Necessária Renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez.
92. Cajas, F. (2001). The science/technology interaction: Implications for science literacy. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(7), 715–729.
93. Cameron, S., & Maginn, C. (2012). *Cesta k pozitivním výsledkům u dětí v náhradní péči*. Praha: TOGGA.
94. Capitelli, S., Hooper, P., Rankin, L., Austin, M., & Caven, G. (2016). Understanding the development of a hybrid practice of inquiry-based science instruction and language development: A case study of one teacher's journey through reflections on classroom practice. *Journal of Science Teacher Education*, 27(3), 283–302.
95. Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the Science Experiences of Successful Women of Color: Science Identity as an Analytic Lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187–1218.
96. Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616.
97. Carlsson, M., Dahl, G. B., Öckert, B., & Rooth, D. O. (2015). The effect of schooling on cognitive skills. *The Review of Economics and Statistics*, 97(1), 533–547.
98. Carlton, R. (1963). On scientific literacy. *NEA Journal*, 52(4) 33–35.
99. Caro, D. H., Lenkeit, J., & Kyriakides, L. (2016). Teaching strategies and differential effectiveness across learning contexts: Evidence from PISA 2012. *Studies in Educational Evaluation*, 49, 30–41.
100. Casado-Ledesma L., Cuevas I., & Martín E. (2021). Learning science through argumentative synthesis writing and deliberative dialogues: A comprehensive and effective methodology in secondary education. *Reading and Writing*.
101. Case, S. R. (1992). Neo-piagetian theories of child development. In R. J. Sternberg & C. A. Berg (Eds), *Intellectual development*, 161–196. Cambridge University Press.
102. Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth and action*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, North-Holland.
103. Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K–12 science contexts. *Review of Educational Research*, 80(3), 336–371.
104. Cigdemoglu C., Arslan H. O., & Cam A. (2017). Argumentation to foster pre-service science teachers' knowledge, competency, and attitude on the domains of chemical literacy of acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(2), 288–303.
105. Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64, 1–35.
106. Coleman, J. S. (1988). Social capital in the creation of human capital. *American Journal of Sociology*, 94, 95–120.
107. Colom, R., & Flores-Mendoza, C. E. (2007). Intelligence predicts scholastic achievement irrespective of SES factors: Evidence from Brazil. *Intelligence*, 35(1), 243–251.
108. Conezio, K., & French, L. (2002). Science in the preschool classroom: Capitalizing on children's fascination with the everyday world to foster language and literacy development. *Young Children*, 57(5), 12–18.

109. Connell, C. M., & Prinz, R. J. (2002). The impact of childcare and parent-child interactions on school readiness and social skills development for low-income African American children. *Journal of School Psychology, 40*(2), 177–193.
110. Cowan, R., Donlan, C., Shepherd, D. L., Cole-Fletcher, R., Saxton, M., & Hurry, J. (2011). Basic calculation proficiency and mathematics achievement in elementary school children. *Journal of Educational Psychology, 103*, 786–803. <https://doi.org/10.1037/a0024556>
111. Cowan, R., Hurry, J., & Midouhas, E. (2017). The relationship between learning mathematics and general cognitive ability in primary school. *British Journal of Developmental Psychology, 36*(2), 277–284.
112. Cowie, B. (2002). Re-viewing conceptual change through a formative assessment lens. In R. K. Coll (Ed.), *Science and Technology Education Research Papers* (pp. 164–179). Hamilton, NZ: Centre of Science and Technology Education Research, University of Waikato.
113. Creemers, B. P. (2006). The importance and perspectives of international studies in educational effectiveness. *Educational Research and Evaluation, 12*(6), 499–511.
114. Creemers, B. P. M., & Kyriakides, L. (2008). *The dynamics of educational effectiveness a contribution to policy, practice and theory in contemporary schools*. London: Routledge.
115. Cronbach, L. J. (1951). Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika, 16*(3), 297–334.
116. Cutler, D. M., & Lleras-Muney, A. (2008). Education and health: Evaluating theories and evidence. In J. House, R. Schoeni, G. Kaplan, & H. Pollack (Eds.), *Making Americans healthier: Social and economic policy as health policy*. New York: Russell Sage Foundation.
117. Cutter-Mackenzie, A. & Logan, M. (2013). Making links between science and the learner's world. In A. Fitzgerald (Ed.), *Learning and Teaching Primary Science* (pp. 53-71). New York, NY: Cambridge University Press.
118. Čábalová, D., & Podroužek, L. (2013). Specifika přírodovědného vzdělávání v primární škole se zřetelem k projektové a kooperativní výuce. *Arnica, 1*(1), 1-8.
119. Čáp, J. (1997). *Psychologie výchovy a vyučování*. Praha: Karolinum.
120. Čapek, R. (2010). *Třídní klima a školní klima*. Praha: Grada.
121. Černocký, B., Hedvábná, H., Herink, J. et al. (2011). *Přírodovědná gramotnost ve výuce. Příručka pro učitele se souborem úloh*. Praha: NÚV.
122. Česká školní inspekce (2020). *Koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2019*. Praha: ČŠI.
123. Česká školní inspekce (2022). *Mezinárodní šetření PIRLS 2021. Koncepční rámeček*. Praha: ČŠI.
124. Dai P., Williams C. T., Witucki A. M., & Rudge D. W. (2021). Rosalind Franklin and the discovery of the structure of DNA. *Science & Education, 30*, 659–692.
125. Daniš, P. (2013). Nové vymezení environmentální gramotnosti a návrh na její mezinárodní testování v PISA 2015. *Envigogika, 8*(3).
126. Danner, D., Hagemann, D., Schankin, A., Hager, M., & Funke, J. (2011). Beyond IQ: A latent state-trait analysis of general intelligence, dynamic decision making, and implicit learning. *Intelligence, 39*(5), 323–334.
127. Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement: A review of state policy evidence. *Education Policy Analysis Archives, 8* (1), 1–49.
128. Darling-Hammond, L. (2008). Teaching and learning for understanding. In L. Darling-Hammond, B. Barron, P. D. Pearson, A. H. Schoenfeld, E. K. Stage, T. D. Zimmerman, G. N. Cervetti, & J. L. Tilson (Eds.), *Powerful learning: What we know about teaching for understanding* (pp. 1–8). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
129. Davis-Kean, P. E. (2005). The Influence of Parent Education and Family Income on Child Achievement: The Indirect Role of Parental Expectations and the Home Environment. *Journal of Family Psychology, 19*(2), 294–304.

130. Day, S. P., & Bryce, T. G. K. (2011). Does the discussion of socio-scientific issues require a paradigm shift in science teachers' thinking? *International Journal of Science Education*, 33(12), 1675–1702.
131. Deary, I. J., Der, G., & Ford, G. (2001). Reaction times and intelligence differences: A population-based cohort study. *Intelligence*, 29, 389–399.
132. Deary, I. J., Strand, S., Smith, P., & Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35(1), 13–21.
133. 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*, 37(6), 582–601.
134. Delamont, S. (1999). Gender and the discourse of derision. *Research Papers in Education*, 14(1), 3–21.
135. Der, G., Batty, G. D., & Deary, I. J. (2009). The association between IQ in adolescence and a range of health outcomes at 40 in the 1979 US National Longitudinal Study of Youth. *Intelligence*, 37, 573–580.
136. Desimone, L. M., & Long, D. (2010). Teacher effects and the achievement gap: Do teacher and teaching quality influence the achievement gap between Black and White and high- and low-SES students in the early grades. *Teachers College Record*, 112(12), 3024–3073.
137. DeStefano, D., & LeFevre, J. A. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, 16, 353–386.
138. DeWitt, J., & Archer, L. (2017). Participation in informal science learning experiences: the rich get richer? *International Journal of Science Education, Part B*, 7(4), 356–437.
139. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135–168.
140. Diaz, A. (2003). Personal, family, and academic factors affecting low achievements secondary schools. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 1(1), 43–66.
141. Dillon, J. (2009). On Scientific Literacy and Curriculum Reform. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 201–213.
142. Dostál, J. (2015). Badatelsky orientovaná výuka a kompetence učitele k její realizaci. *Journal of Technology and Information Education*, 7(1) 7–34.
143. Dotson, V. M., Kitner-Triolo, M. H., Evans, M. K., & Zonderman, A. B. (2009). Effects of race and socioeconomic status on the relative influence of education and literacy on cognitive functioning. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15(4), 580–589.
144. Douglas, A. R., & Rodger, W. B. (2014). Scientific Literacy, Science Literacy, and Science Education. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.). *Handbook of Research on Science Education* (pp. 559–572). Routledge.
145. Drew, S. V., & Thomas, J. (2017). Secondary Science Teachers' Implementation of CCSS and NGSS Literacy Practices: A Survey Study. *Reading and Writing* 31, 267–291.
146. Duncan, G. J., & Murnane, R. J. (2011). *Whither opportunity? Rising inequality, schools, and children's life chances*. Russell Sage Foundation.
147. Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A. M. K., et al. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428–1446.
148. Dunn, O. J. (1964). Multiple contrast using rank sums. *Technometrics*, 5, 241–252.
149. Durand, M., Hulme, C., Larkin, R., & Snowling, M. (2005). The cognitive foundations of reading and arithmetic skills in 7-to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 113–136.
150. Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2006). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
151. Dvořák, D., & Straková, J. (2016). Konkurence mezi školami a výsledky žáků v České republice: pohled zblízka na šetření PISA 2012. *Pedagogika*, 66(2), 206–229.

152. EACEA (2011). *Přírodovědné vzdělávání v Evropě. Politiky jednotlivých zemí, praxe a výzkum*. Praha: Eurydice.
153. Eastwell, P. (2009). Inquiry learning: Elements of confusion and frustration. *The American Biology Teacher*, 5(1), 263–264.
154. Eilks, I., Rauch, F., Ralle, B., & Hofstein, A. (2013). How to allocate the chemistry curriculum between science and society. In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Teaching chemistry – a studybook* (pp. 1–36). Rotterdam: Sense.
155. Eiriksson, S. (1997). Preservice teachers' perceived constraints of teaching science in the elementary classroom. *Journal of Elementary Science Education*, 9(2), 18–27.
156. Emerson, C. S., Mollet, G. A., & Harrison, D. W. (2005). Anxious-depression in boys: an evaluation of executive functioning. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(1), 539–546.
157. Epstein, A. S. (2006). *The intentional teacher: Choosing the best strategies for young children's learning*. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.
158. Ermisch, J. (2003). *An economic analysis of the family*. Princeton: Princeton University Press.
159. Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 315–336.
160. Fan, F. A. (2012). Teacher: Students' interpersonal relationships and students' academic achievements in social studies. *Teachers and Teaching*, 18(4), 483–490.
161. Fang, C., Wang, G. & Huang, B. (2019). Can information technology promote the development of students' cognitive ability? Net effect estimation based on CEPS. *Open Educational Resources*, 25, 100–110.
162. Farland-Smith, D. (2009). Exploring middle school girl's science identities: Examining attitudes and perceptions of scienti Solomon when working “side-by-side” with scientists. *School Science and Mathematics*, 109(7), 415–428
163. Farsides, T., & Woodfield, R. (2003). Individual differences and undergraduate academic success: The roles of personality, intelligence, and application. *Personality and Individual Differences*, 34, 1225–1243.
164. Feinstein, L. (2003). Inequality in the early cognitive development of British children in the 1970 cohort. *Economica*, 70(1), 73–97.
165. Feldman, S. S., & Wentzel, K. R. (1990). Relations among family interaction patterns, classroom self-restraint, and academic achievement in preadolescent boys. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 813–819.
166. Fensham, P. J. (2004). Increasing the relevance of science and technology education for all student in the 21st century. *Science Education International*, 15(1), 7–27.
167. Fensham, P. J., Gunstone, R. F., & White, R. T. (Eds.). (1994). *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*. London: Falmer Press.
168. Fergusson, D. M., & Horwood, L. J. (1995). Early disruptive behavior, IQ, and later school achievement and delinquent behavior. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 23(2), 183–199.
169. Fergusson, D. M., & Horwood, L. J. (1997). Gender differences in educational achievement in a New Zealand birth cohort. *New Zealand Journal of Educational Studies*, 32(1) 83–96.
170. Fergusson, D. M., Boden, J. M., & Horwood, L. J. (2008). Exposure to childhood sexual and physical abuse and adjustment in early adulthood. *Child Abuse & Neglect*, 32(6), 607–619.
171. Fischler, H. (2011). Didaktik – an appropriate framework for the professional work of science teachers? In D. Corrigan, J. Dillon, & R. Gunstone (Eds.). *The professional knowledge base of science teaching* (pp. 31–50). Dordrecht: Springer.
172. Fitzgerald, A. (2012). *Science in primary schools: Examining the practices of effective primary science teachers*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

173. Fitzgerald, A., & Smith, K. (2016). Science that Matters: Exploring Science Learning and Teaching in Primary Schools. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(4), 64–78.
174. Fletcher, A. C., Nickerson, P., & Wright, K. L. (2003). Structured leisure activities in middle childhood: Links to well-being. *Journal of Community Psychology*, 31(6), 641–659.
175. France, A. (2011). Speaking about Scientific Literacy. In Loughran, J., Smith, K. V., & Berry, A. (Eds.). *Scientific Literacy Under the Microscope: A Whole School Approach to Science Teaching and Learning* (pp. 101–109). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishing.
176. Francis, B. (1999). Lads, lasses and (new) labour: 14–16-year-old students' responses to the laddish behaviour and boys underachievement debate. *British Journal of Sociology of Education*, 20(3), 355–371.
177. Frändberg, B., Lincoln, P., & Wallin, A. (2013). Linguistic resources used in Grade 8 students' submicro level explanations – science items from TIMSS 2007. *Research in Science Education*, 43(6), 2387–2406.
178. Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109.
179. Fryč, J., Matušková, Z., Katzová, P. et al. (2020). *Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+*. Praha: MŠMT.
180. Gallagher, J. (1971). A broader base for science teaching. *Science Education*, 55(1), 329–338.
181. Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. NYC: Basic books.
182. Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences: The theory in Practise*. New Yourk: Basic Books.
183. Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
184. Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
185. Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47, 1539–1552.
186. Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78, 1343–1359.
187. Gerde, H. K., Schachter, R. E., & Wasik, B. A. (2013). Using the Scientific Method to Guide Learning: An Integrated Approach to Early Childhood Curriculum. *Early Childhood Education Journal*, 41(5), 315–323.
188. Gibb, S. J., Fergusson, D. M., & Horwood, L. J. (2008). Gender Differences in Educational Achievement to Age 25. *Australian Journal of Education*, 52(1), 63–80.
189. Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1997). *La nueva producción del conocimiento*. Ediciones Pomares.
190. Gignac, G. E., & Kretzschmar, A. (2017). Evaluating dimensional distinctness with correlated-factor models: Limitations and suggestions. *Intelligence*, 62, 138–147.
191. Gil, D., & Vilches, A. (2001). Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos y Propuestas de Actuación. *Investigación en la Escuela*, 43(1), 27–37.
192. Gilbert, P., & Gilbert, R. (2001). Masculinity, inequality and post-school opportunities: disrupting oppositional politics about boys' education. *International Journal of Inclusive Education*, 5(1), 1–13.
193. Gillece, L., Cosgrove, J., & Sofroniou, N. (2010). Equity in mathematics and science outcomes: Characteristics associated with high and low achievement on PISA 2006 in Ireland. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 475–496.
194. Gillies, R. (2014). Cooperative Learning: Developments in Research. *International Journal of Educational Psychology*, 3(2), 125–140.

195. Goldhaber, D. D., & Brewer, D. J. (1997). Why don't schools and teachers seem to matter? Assessing the impact of unobservables on educational productivity. *Journal of Human Resources*, 32 (3), 505–523.
196. Gonzalez-DeHass, A. R., Willems, P. P., & Holbein, M. D. (2005). Examining the relationship between parental involvement and student motivation. *Educational Psychology Review*, 17(2), 99–123.
197. Goodman, A., & Gregg, P. (2010). *Poorer children's educational attainment: How important are attitudes and behaviour?* York: Joseph Rowntree Foundation.
198. Gopnik, A. (2012). Scientific thinking in young children: Theoretical advances, empirical research, and policy implications. *Science*, 337(6102), 1623–1627.
199. Gordon, M., Thomason, D., & Cooper, S. (1990). To what extent does attention affect K-ABC scores? *Psychology in the Schools*, 27(1), 144–147.
200. Goswami U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7(5), 406–413.
201. Gott, R., & Duggan, S., 2002. Problems with the Assessment of Performance in Practical Science: Which way now? *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 183–201.
202. Gottfredson, L. S. (1997). Why g matters: The complexity of everyday life. *Intelligence*, 24(1), 79–132.
203. Grabau, L., & Ma, X. (2017). Science engagement and science achievement in the context of science instruction: a multilevel analysis of U. S. students and schools. *International Journal of Science Education*, 39(8), 1045–1068.
204. Grace, M. (2001). Gathering information 2: methods of assessment. *British dental journal*, 191(1), 11–18.
205. Granello, D. H. (2001). Promoting cognitive complexity in graduate written work: Using Bloom's Taxonomy as a pedagogical tool to improve literature reviews. *Counselor Education & Supervision*, 40(1), 292–307.
206. Greenfield, D. B., Jirout, J., Dominguez, X., Greenberg, A., Maier, M., & Fuccillo, J. (2009). Science in the preschool classroom: A programmatic research agenda to improve science readiness. *Early Education & Development*, 20(1), 238–264.
207. Guerriero, S., & Révai, N. (2017). Knowledge-based teaching and the evolution of a profession. In Guerriero, S. (Eds.). *Pedagogical Knowledge and the Changing Nature of the Teaching Profession*. Paris: OECD
208. Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York, NY: Mc Graw Hill.
209. Gunderson, E. A., Park, D., Maloney, E. A., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2018). Reciprocal relations among motivational frameworks, math anxiety, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 19(1), 21–46.
210. Gurak, L. J. (2001). *Cyberliteracy: Navigating the Internet with Awareness*. London: Yale University Press.
211. Gurian, M. (2001). *Boys and girls learn differently! A guide for teachers and parents*. San Francisco: Jossey-Bass.
212. Gurland, B. J., Wilder, D. E., Cross, P., Teresi, J., & Barrett, V. W. (1992). Screening scales for dementia: Toward reconciliation of conflicting cross-cultural findings. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 7(2), 105–113.
213. Gustafsson, J. E. (2003). What do we know about effects of school resources on educational results? *Swedish Economic Policy Review*, 10, 77–110.
214. Gustafsson, J. E., & Rosén, M. (2014). Quality and Credibility of International Studies. In Strietholt, R., Bos, W. Gustafsson, J. E., Rosén, M. (Eds.). *Educational Policy Evaluation through International Comparative Assessments*. Göttingen: Waxmann.
215. Gustavsson, B. (2014). Bildung and the road from a classical into a global and postcolonial concept. *Confero: Essays on Education, Philosophy and Politics*, 2(1), 109–131.

216. Guthrie, J. T., Klauda, S. L., & Ho, A. N. (2013). Modeling the relationships among reading instruction, motivation, engagement, and achievement for adolescents. *Reading Research Quarterly*, 48(1), 9–26.
217. Hackling, M. W., & Prain, V. (2005). *Primary Connections: Stage 2 Research Report*. Canberra, ACT: Australian Academy of Science.
218. Hair, N. L., Hanson, J. L., Wolfe, B. L., & Pollak, S. D. (2015). Association of child poverty, brain development, and academic achievement. *JAMA Pediatrics*, 169(9), 822–829.
219. Halford, G. S. (1993). *Children's understanding: The development of mental models*. New York: Erlbaum.
220. Halpern, D. F. (1997). Sex differences in intelligence: implications for education. *American Psychologist*, 52(10), 1091–1102.
221. Halpern, D. F. (2007). Science, sex, and good sense: why women are underrepresented in some areas of science and math. In: S. J. Ceci (Ed.), *Why aren't more women in science?: Top researchers debate the evidence*. Washington: American Psychological Association.
222. Hamlin, M., & Wisneski, D. B. (2012). Supporting the scientific thinking and inquiry of toddlers and preschoolers through play. *Young Children*, 67(3), 82–88.
223. Hamre, B. K., & Pianta, R. C. (2001). Early teacher-child relationships and the trajectory of children's school outcomes through eighth grade. *Child Development*, 72, 625–638.
224. Hancock, D. (2004). Cooperative learning and peer orientation effects on motivation and achievement. *Journal of Educational Research*, 97(1), 159–166.
225. Hand B., Park S., & Suh J. K. (2018). Examining teachers' shifting epistemic orientations in improving students' scientific literacy through adoption of the Science Writing Heuristic approach. In Tang K. S., Danielsson K. (Eds.), *Global developments in literacy research for science education* (pp. 339–355). Springer.
226. Hand, B. (2017). Exploring the Role of Writing in Science- A 25 Year Journey. *Literacy Learning: The Middle Years*, 25(3), 16–23.
227. Hanze, M., & Berger, R. (2007). Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction*, 17(1), 29–41.
228. Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *Assessment in Education*, 6(1), 129–141.
229. Harlen, W. (2013). *Assessment and inquiry-based science education: issues in policy and practice*. Trieste: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme.
230. Harmsen, J. (2007). Measuring bioavailability: from a scientific approach to standard methods. *Journal of Environmental Quality*, 36(5), 1420–1428.
231. Harrison, A. (2007). The wonder of science. In V. Dawson & G. Venville (Eds.). *The art of teaching primary science* (pp. 3–22). Crows Nest, NSW: Allen & Unwin.
232. Hartig, J., & Klieme, E. (2006). Kompetenz und Kompetenzdiagnostik. In K. Schweizer (Ed.), *Leistung und Leistungsdiagnostik* (pp. 127–143). Heidelberg: Springer.
233. Haveman, R., & Wolfe, B. (1995). The determinants of children's attainments: a review of methods and findings. *Journal of Economic Literature*, 33(4), 1829–1878.
234. Havigerová, J. M. (2011). *Pět pohledů na nadání*. Praha: Grada.
235. Havlík, R., & Kot'a, J. (2002). *Sociologie výchovy a školy*. Praha: Portál, 2002.
236. Heckman, J. J. (2006). Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children. *Science*, 5728, 1901–1902.
237. Heckman, J. J., Stixrud, J., & Urzua, S. (2006). The effects of cognitive and noncognitive abilities on labor market outcomes and social behavior. *Journal of Labor economics*, 24(3), 411–482.
238. Hedges, L. V., Laine, R. D., & Greenwald, R. (1994). Does money matter? A meta-analysis of studies of the effects of differential school inputs on student outcomes. *Educational Researcher*, 23 (3), 5–14.

239. Heilbronner, N. N. (2009). Jumpstarting Jill: strategies to nurture talented girls in your science classroom. *Gifted Child Today*, 32(1), 46–54.
240. Heimer, K. (1997). Socioeconomic status, subcultural definitions, and violent delinquency. *Social Forces*, 75(3), 795–833.
241. Hejnová, E., & Hejna, D. (2016). Rozvoje vědeckého myšlení žáků prostřednictvím přírodovědného vzdělávání. *Scientia in educatione*, 7(2), 2–17.
242. Hejnová, T. (2020). *Výzkum kognitivních schopností žáků z odlišného sociokulturního prostředí*. (Bakalářská práce). Univerzita J. E. Purkyně.
243. Helus, Z. (2018). *Úvod do psychologie*. Praha: Grada.
244. Helwig, R., Rozek-Tedesco, M. A., Tindal, G., Heath, B., & Almond, P. J. (1999). Reading as an access to mathematics problem solving on multiple-choice tests for sixth-grade students. *Journal of Educational Research*, 93, 113–125.
245. Hendl, J. (2012). *Přehled statistických metod*. Praha: Portál.
246. Herrnstein, R. J., & Charles A. M. (1994). *The bell curve: Intelligence and class structure in American life*. New York: Free Press.
247. Hertz, T., Jayasundera, T., Piraino, P., Selcuk, S., Smith, N. & Verashchagina, A. (2007). The Inheritance of Educational Inequality: International Comparisons and Fifty-Year Trends. *The B. E. Journal of Economic Analysis & Policy*, 7(1), 1935-1682.
248. Hewson, P., Beeth, M. E., & Thorley, N. R. (1998). Teaching for conceptual change. In B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 199–218). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
249. Hillman, K., & Rothman, S. (2003). *Gender differences in educational and labour market outcomes*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
250. Hine, G. C. (2015). Strengthening pre-service teachers' mathematical content knowledge. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 12(4).
251. Ho, S. C. (2010). Family influences on science learning among Hong Kong adolescents: What we learned from PISA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 409–428.
252. Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645–670.
253. Hodson, D. (2009). *Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values*. Rotterdam: Sense.
254. Hoffman, B., & Schraw, G. (2010). Conceptions of efficiency: Applications in learning and problem-solving. *Educational Psychologist*, 45, 1–14.
255. Hoffman, D., Perillo, P., Hawthorne, L., Hadfield, J., & Lee, D. M. (2005). Engagement versus participation: a difference that matters. *About Campus*, 10(5), 10–17.
256. Holbrook, J. (2005). Making chemistry teaching relevant. *Chemical Education International*, 6(1), 1–12.
257. Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2007). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
258. Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275–288.
259. Howell, E. L., & Brossard, D. (2019). (Mis)informed about what? What it means to be a science-literate citizen in a digital world. *National Academy of Sciences*, 118(15), 1–8.
260. Howitt, C., Upson, E., & Lewis, S. (2011). It's a mystery! A case study of implementing forensic science in preschool as scientific inquiry. *Australasian Journal of Early Childhood*, 36(1), 45–55.
261. Huang, H., & Zhu, H. (2017). High achievers from low socioeconomic backgrounds: The critical role of disciplinary climate and grit. *Mid-Western Educational Researcher*, 29(2), 93–116.

262. Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017–2036.
263. Hunter, J. E. (1986). Cognitive ability, cognitive aptitudes, job knowledge, and job performance. *Journal of Vocational Behavior*, 29(1), 340–362.
264. Hurd, P. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16(1), 13–16.
265. Hurd, P. H. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407–416.
266. Huston, A. C., & Bentley, A. C. (2010). Human development in societal context. *Annual Review of Psychology*, 61(1), 411–437.
267. Hyde, J. S., & Lindberg, S. M. (2007). Facts and assumptions about the nature of gender differences and the implications for gender equity. In: S. S. Klein (Ed.), *Handbook for achieving gender equity through education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
268. Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2006). Diversity. Gender similarities in mathematics and science. *Science*, 314(5799), 599–600.
269. Charalambous, C. Y. (2016). Investigating the knowledge needed for teaching mathematics. *Journal of Teacher Education*, 67(3), 220–237.
270. Chen, J. J. L. (2005). Relation of academic support from parents, teachers, and peers to Hong Kong adolescents' academic achievement: the mediating role of academic engagement. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 131(2), 77–127.
271. Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120.
272. Chi, S., Liu, X., Wang, Z., & Won Han, S. (2018). Moderation of the effects of scientific inquiry activities on low SES students' PISA 2015 science achievement by school teacher support and disciplinary climate in science classroom across gender. *International Journal of Science Education*, 40(11), 1284–1304.
273. Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352–365.
274. Chiu, M. M. (2007). Families, economies, cultures, and science achievement in 41 countries: Country-, school-, and student-level analyses. *Journal of Family Psychology*, 21(3), 510–519.
275. Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S., & Krajcik, J. (2011). Re-conceptualization of scientific literacy in South Korea for the 21st century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(6), 670–697.
276. Chomsky, N. (1995). *The minimalist program*. MA: MIT Press.
277. Chráska, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada.
278. Chytrý, V. (2020). *Srovnání preferovaných strategií řízení učebních činností v hodinách matematiky na I. stupni ZŠ z hlediska úspěšnosti v didaktických testech a úrovně dosažených metakognitivních znalostí žáků*. [Habilitation work]. Univerzita Karlova v Praze.
279. Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books.
280. Jadrich, J., & Bruxvoort, C. (2011). Learning and teaching scientific inquiry: *Research and Applications*. Arlington, VA: NSTA Press.
281. Jančaříková, K. (2019). *Didaktické přístupy k přírodovědnému vzdělávání předškolních dětí a mladších žáků*. Praha: Univerzita Karlova.
282. Janošová, P. (2008). *Dívčí a chlapecká identita*. Praha: Grada.
283. Janotová, Z., Hanušová, J., Chrobák, T. et al. (2020). *Inspirace pro rozvoj gramotností PISA. Úlohy ze čtenářské, přírodovědné a matematické gramotnosti*. Praha: Česká školní inspekce

284. Janotová, Z., Tauberová, D., & Potužníková, E. *Mezinárodní šetření PIRLS 2016*. Turnov: Unipress.
285. Janoušková, S., Hubáčková, L., Pumpr, V. et al. Přírodovědná gramotnost v preprimárním a raném období primárního vzdělávání jako prostředek zvýšení zájmu o studium přírodovědných a technických oborů. *Scientia in educatione*, 5(1), 36–49.
286. Janoušková, S., Žák, V., & Rusek, M. (2019). Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice: analýza a porovnání. *Studia paedagogica*, 24(3), 93–109.
287. Jensen, A. R. (1998). *The g factor: the science of mental ability*. London: Praeger.
288. Jiban, C. L., & Deno, S. L. (2007). Using math and reading curriculum-based measurements to predict state mathematics test performance: Are simple one-minute measures technically adequate? *Assessment for Effective Intervention*, 32, 78–89.
289. Johnson, A. S., Flicker, L. J., & Lichtenberg, P. A. (2006). Reading ability mediates the relationship between education and executive function tasks. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 12(1), 64–71.
290. Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Moore, T. J. (2016). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York: Routledge.
291. Johnson, D., & Johnson, R. (1990). Cooperative learning and achievement. In S. Sharan (Ed.), *Cooperative learning: Theory and research*, (pp. 23–37). New York: Praeger.
292. Johnson, D., & Johnson, R. (2002). Learning together and alone: Overview and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Education*, 22(1), 95–105.
293. Johnson, R. T., Johnson, D. W., & Bryant, B. (1973). Cooperation and Competition in the Classroom. *The Elementary School Journal*, 74(3), 172–181.
294. Jones, G. & Schneider, W. J. (2006). Intelligence, Human Capital, and a Bayesian Averaging of Classical Estimates (BACE) Approach. *Journal of Economic Growth*, 11, 71–93.
295. Jonsson J. O., & Erikson, R. (2000). Understanding educational inequality. The Swedish experience. *L'Année sociologique*, 50(1), 345–382.
296. Kahlenberg, R. (2001). *All together now: Creating middle-class schools through public school choices*. Washington, DC: Brookings Institution.
297. Kähler, J., Hahn, I., & Köller, O. (2020). The development of early scientific literacy gaps in kindergarten children. *International Journal of Science Education*, 42(12), 1988–2007.
298. Kallery, M., & Psillos, D. (2001). Pre-school teachers' content knowledge in science: Their understanding of elementary science concepts and of issues raised by children's questions. *International Journal of Early Years Education*, 9(3), 165–179.
299. Karakus, F., & Akbulut, O. E. (2010). The effect of secondary school teachers' preparation program on the pre-service teachers' self-efficacy beliefs. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 110-129.
300. Kartimi K., & Widodo W. (2021). Enhancing Students' Science Literacy Skills. Implications for Scientific Approach in Elementary School. 8(2), *Al Ibtida Jurnal Pendidikan Guru MI*, 161–177.
301. Kasíková, H. (2004). *Kooperativní učení a vyučování. Teoretické a praktické problémy*. Praha: Karolinum.
302. Kasíková, H. (2017). Kooperativní učení ve výuce: teorie, výzkum, realita. *Pedagogika*, 67(2), 106-125
303. Keser H., & Karahoca, D. (2010). Designing a project management e-course by using project based learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 5744–5754.
304. Kim, M. H., Boussetot, T. E., & Ahmed, S. F. (2021). Executive functions and science achievement during the five-to-seven-year shift. *Developmental Psychology*, 57(12), 2119–2133.
305. Kimura, D., & Hampson, E. (1994). Cognitive pattern in men and women is influenced by fluctuations in sex hormones. *Current Directions in Psychological Science*, 3(2), 57–61.

306. Kind, P. M. (2013). Conceptualizing the science curriculum: 40 years of developing assessment frameworks in three large-scale assessments. *Science Education*, 97(1), 671–694.
307. Klement, M., & Dostál, J. (2018). *E-learning a možnosti jeho aplikace prostřednictvím aktivizace studujících*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
308. Klement, M., Dostál, J., Kubrický, J., & Bártek, K. (2017). *ICT nástroje a učitelé: adorace, či rezistence?* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
309. Klucká, J., & Volfová, P. (2016). *Kognitivní trénink v praxi*. Praha: Grada.
310. Koeppen, K., Hartig, J., Klieme, E., & Leutner, D. (2008). Current issues in competence modeling and assessment. *Zeitschrift für Psychologie - Journal of Psychology*, 216(2), 61–73. <http://dx.doi.org/10.1027/0044-3409.216.2.61>.
311. Koerber, S., & Sodian, B. (2009). Reasoning from graphs in young children: preschoolers' ability to interpret covariation data from graphs. *Journal of Psychology of Science and Technology*, 2(2), 73–86.
312. Koerber, S., Sodian, B., Thoermer, C., & Nett, U. (2005). Scientific reasoning in young children: preschoolers' ability to evaluate covariation evidence. *Swiss Journal of Psychology*, 64(3), 141–152.
313. Kolář, R., Raudenská, V., & Fruhaufová, V. *Didaktické znalosti a dovednosti učitelů*. Ústí nad Labem: UJEP, 2001.
314. Kolář, Z. & Vališová, A. (2009). *Analýza vyučování*. Praha: Grada.
315. Kolář, Z., & Šikulová, R. (2009). *Hodnocení žáků*. Praha: Grada.
316. Kolstø, S. D. (2000). Consensus Projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22, 645–664.
317. Konečná, V. *Sebepojetí a sebehodnocení rozumově nadaných dětí*. Brno: Masarykova univerzita.
318. Korběl, V. (2022). *Intenzita používání vyučovacích metod učitelů a jejich vztah s výsledky vzdělávání*. Praha: Národohospodářský ústav AV ČR.
319. Korběl, V., & Paulus, M. (2017). *Do Teaching Practices Impact Socio-Emotional Skills?* Prague: CERGE-EI.
320. Košťálová, H. (2019). Cíle profesního učení – úspěšný učitel se učí od svých žáků. *Řízení školy*, 5(1), 45–47.
321. Košťátková, S. (2005). *Hry v mateřské škole v teorii a praxi*. Praha: Grada.
322. Kovaříková, M. (2020). *Krizové situace ve škole. Bezpečnostní problematika ve školní praxi*. Praha: Grada
323. Kowalski, R. M., Limber, S. P., & McCord, A. (2019). A developmental approach to cyberbullying: Prevalence and protective factors. *Aggression and Violent Behavior*, 45(1), 20–32.
324. Krajčik, J. S., & Czerniak, C. M. (2018). *Teaching Science in Elementary and Middle School: A Project-Based Learning Approach*. New York: Routledge.
325. Krajčovičová, B., & Cápaj, M. (2012). Project based education of computer science using cross-curricular relations. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47(1), 854–861.
326. Krajewski, K., & Schneider, W. (2009). Exploring the impact of phonological awareness, visual-spatial working memory, and preschool quantity-number competencies on mathematics achievement in elementary school: Findings from a 3-year longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 516–531.
327. Kraus, B., Poláčková, V., & Lorenzová, J. (2001). *Člověk – prostředí – výchova. K otázkám sociální pedagogiky*. Brno: Paido.
328. Kristensen, H., & Torgersen, S. (2008). Is social anxiety disorder in childhood associated with developmental deficit/delay? *European Child and Adolescent Psychiatry*, 17(1), 99–107.
329. Kruskal, W. H., & Wallis, A. (1952). Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583–621.

330. Kubíčková, P. (2016). *Vzdělávání žáků z odlišného kulturního prostředí a s odlišnými životními podmínkami*. Praha: NÚV.
331. Kuhn, D. (2002). What is scientific thinking and how does it develop? In U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 371–393) Oxford: Blackwell Publishing.
332. Kuhn, D., Amsel, E., & O’Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. Orlando, FL: Academic Press.
333. Kuo, C. Y., Wu, H. K., Jen, T. H., & Hsu, Y. S. (2015). Development and validation of a multimedias-based assessment of scientific inquiry abilities. *International Journal of Science Education*, 37(14), 2326–2357.
334. Kuthan, R., Pelcová, N., & Zicha, Z. (2018). *Kapitoly z didaktiky filosofie, etiky a společenských věd*. Praha: Karolinum.
335. Kwon, Y. J., & Lawson, A. E. (2000). Linking brain growth with the development of scientific reasoning ability and conceptual change during adolescence. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(1), 44–62.
336. Kyle, W. (1996). Shifting ideologies and science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1043–1044.
337. Lam, T. Y. P., & Lau, K. C. (2014). Examining factors affecting science achievement of Hong Kong in PISA 2006 using Hierarchical linear modeling. *International Journal of Science Education*, 1–18.
338. Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. Praha: Grada.
339. Lankshear, C., & Knobel, M. (2003). *New Literacies: Changing Knowledge and Classroom Learning*. Buckingham: Open University Press.
340. Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71–94.
341. Lavy, V. (2011). What makes an effective teacher? Quasi-experimental evidence. *CESifo Economic Studies*, 62(1), 88–125.
342. Lawless, K. A., Brown, S., Rhoads, C. et al. (2018). Promoting Students’ Science Literacy Skills through a Simulation of International Negotiations: The GlobalEd 2 Project. *Computers in Human Behaviour*, 78, 389–396.
343. Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718.
344. Lazonder, A. W., & Kamp, E. (2012). Bit by bit or all at once? Splitting up the inquiry task to promote children’s scientific reasoning. *Learning and Instruction*, 22(6), 458–464.
345. Lebeda, T., Lysek, J., Marek, D. et al. (2022). *Prostorová analýza podmínek, průběhu a výsledků předškolního, základního a středního vzdělávání*. Praha: Česká školní inspekce.
346. Lee, A. (1997). Introduction: Gender, Literacy and Schooling. *Gender, Literacy, Curriculum: Re-Writing School Geography*, 7(1), 1–33.
347. Lee, J., & Bowen, N. K. (2006). Parent involvement, cultural capital, and the achievement gap among elementary school children. *American Educational Research Journal*, 43(2), 193–218.
348. Lee, O. (1998). Guest Editorial: Scientific literacy for all: What is it, and how can we achieve it? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(3), 219–222.
349. Levinson, R. (2010). Science education and democratic participation: an uneasy congruence? *Studies in Science Education*, 46(1), 69–119.
350. Levitin, D. J. (2014). *The organized mind: Thinking straight in the age of information overload*. London: Penguin.
351. Lietz, P., & Tobin, M. (2016). The impact of large-scale assessments in education on education policy: Evidence from around the world. *Research Papers in Education*, 31(5), 499–501.

352. Lin, F. G., Tung, H. J., Hsieh, Y. H., & Lin, J. D. (2011). Interactive influences of family and school ecologies on the depression status among children in marital immigrant families. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2027–2035.
353. Liu, X. (2009). Beyond science literacy: science and the public. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4, 301–311.
354. Liu, X. (2013). Expanding notions of scientific literacy: a reconceptualization of aims of science education in the knowledge society. In N. Mansour & R. Wegerif (Eds.). *Science education for diversity* (pp. 23–39). Springer.
355. Loeber, R., Burke, J. D., Lahey, B. B., Winters, A., & Zera, M. (2000). Oppositional defiant and conduct disorder: A review of the past 10 years. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 39(12), 1468–1484.
356. Lohman, D. F., & Lakin, J. M. (2009). Consistencies in sex differences on the Cognitive Abilities Test across countries, grades, test forms, and cohorts. *British Journal of Educational Psychology*, 79(1), 389–407.
357. Lonsdale, M., & McCurry, D. (2004). *Literacy in The New Millennium*. Adelaide: NCVER.
358. Lund, N. (2012). *Intelgence a učení*. Praha: Grada.
359. Lynn, R., & Vanhanen, T. (2002). *IQ and the wealth of nations*. Westport, CT: Praeger.
360. Maccoby, E. E., & Jacklin, C. N. (1974). *The psychology of sex differences*. Stanford: Stanford University Press.
361. Mackey, T., & Jacobson, T. (2014). *Metaliteracy: Reinventing Information Literacy to Empower Learners*. Chicago: ALA Books.
362. Maienschein, J. (1999). Commentary: To the future argument for scientific literacy. *Science Communication*, 21(1), 75–87.
363. Malčík, M., & Mechlová, E. (2010). *Nové přístupy k výuce přírodovědných předmětů s využitím ICT pomůcek na ZŠ*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě.
364. Maňák, J., & Švec, V. (2003). *Výukové metody*. Praha: Paido.
365. Manly, J. J., Jacobs, D. M., & Ferraro, F. R. (2002). Future directions in neuropsychological assessment with African Americans. In F. R. Ferraro (Ed.), *Minority and cross-cultural aspects of neuropsychological assessment* (pp. 79–96). Lisse, The Netherlands: Swets & Zeitlinger.
366. Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one or two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50–60.
367. Mansour, N., & Wegerif, R. (2013). Why science education for diversity? *Science education for diversity* (pp. 237–267). Springer.
368. Marjoribanks, K. (2003). Family background, individual and environmental influences, aspirations and young adults' educational attainment: a follow-up study. *Educational Studies*, 29(2), 233–242.
369. Marková, S. (2021). *Výzkum kognitivních schopností žáků*. (Bakalářská práce). Univerzita J. E. Purkyně.
370. Maršák, J., & Janoušková, S. (2006). *Trendy v přírodovědném vzdělávání*. Metodický portál RVP. Dostupné z: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1055/trendy-v-prirodovednem-vzdelavani.html>>
371. Maršák, J., Janoušková, S., Svobodová, J. et al. (2011). *Přírodovědná gramotnost, srovnávací analýza*. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/10967/prirodovedna-gramotnost-srovnacianalyza-1.-cast.html>>
372. Martin, H. (2007). Mathematical literacy. *Principal Leadership: High School Edition*, 7(5), 28–31.
373. Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.

374. Mason, L., Junyent, A. A., & Tornatora, M. C. (2014). Epistemic Evaluation and Comprehension of Web-source Information on Controversial Science-related Topics: Effects of a Short-term Instructional Intervention. *Computers & Education*, 76(1), 143–157.
375. Matějů, P., & Smith, M. L. (2014). Are Boys That Bad? Gender Gaps in Measured Skills, Grades and Aspirations in Czech Elementary Schools. *British Journal of Sociology of Education*, 36(6), 871–895.
376. Mathewson, J. H. (1999). Visual-spatial thinking: an aspect of science overlooked by educators. *Science Education*, 83(1), 33–54.
377. Matthews, P. S. C., & McKenna, P. J. (2005). Assessment of practical work in Ireland: A critique. *International Journal of Science Education*, 27(10), 1211–1224.
378. Mayer, D., Sodian, B., Koerber, S., & Schwippert, K. (2014). Scientific reasoning in elementary school children: Assessment and relations with cognitive abilities. *Learning and Instruction*, 29(1), 43–55.
379. Mayes, S. D., & Calhoun, S. L. (2007). Wechsler Intelligence Scale for Children Third and Fourth Edition predictors of academic achievement in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *School Psychology Quarterly*, 22(1), 234–249.
380. Mayes, S. D., Calhoun, S. L., Bixler, E. O., & Zimmerman, D. N. (2009). IQ and neuropsychological predictors of academic achievement. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 238–241.
381. McClelland, M. M., Acock, A. C., & Morrison, F. J. (2006). The impact of kindergarten learning-related skills on academic trajectories at the end of elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 21(1), 471–490.
382. McComas, W. F. (2014). STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *The Language of Science Education*, 9(1), 102–103.
383. McCurdy, R. (1958). Toward a population literate in science. *The Science Teacher*, 25(1), 366–368.
384. McDermott, P. A., & Spencer, M. B. (1997). Racial and social class prevalence of psychopathology among school-age youth in the United States. *Youth & Society*, 28(4), 387–414. <https://doi.org/10.1177/0044118X97028004001>.
385. McEneaney, E. H. (2003). The worldwide cachet of scientific literacy. *Comparative Education Review*, 47(2), 217–237.
386. Mikk, J., Kriips, H., Säälük, Ü, & Kalk, K. (2016). Relationships between student perception of teacher-student relations and PISA results in mathematics and science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(8), 1437–1454.
387. Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521.
388. Millar, R., & Osborne, J. (Eds.) (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College, School of Education.
389. Miller, H., & Bichsel, J. (2004). Anxiety, working memory, gender, and math performance. *Personality and Individual Differences*, 37, 591–606.
390. Miller, J. D. (1983). *American people and science policy*. In *The role of public attitudes in the policy process*. New York, NY: Pergamon Press.
391. Miller, J. D. (2012). The sources and impact of civic scientific literacy. In Bauer M. W., Shukla R., Allum N. (Eds.), *The culture of science: How the public relates to science across the globe* (pp. 217–240). Routledge.
392. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. (2005). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcovy-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>
393. Minner, D. D., Levy, A. J., & 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.

394. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100.
395. Mohammadpour, E., & Maroofi, Y. (2023). A performance-based test to measure teachers' mathematics and science content and pedagogical knowledge. *Heliyon*, 9(3).
396. Monstad, K., Propper, C., & Salvanes, K. G. (2008). Education and fertility: Evidence from a natural experiment. *Scandinavian Journal of Economics*, 110(1), 827–852.
397. Moraes, T. S. V., Giroto, C. G. G. S., & Oliveira, B. C. P. (2022). *Child written records and scientific literacy: Focus on inquiry based science teaching*. Nuances: Estudos sobre Educação.
398. Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Science achievement gaps begin very early, persist, and are largely explained by modifiable factors. *Educational Researcher*, 45(1), 18–35.
399. Morganson, V. J., Jones, M. P., & Major, D. A. (2010). Understanding women's underrepresentation in science, technology, engineering, and mathematics: the role of social coping. *Career Development Quarterly*, 59(1), 169–179.
400. Morra, S. (2000). A new model of verbal short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 75(1), 191–227.
401. Muijs, D., & Reynolds, D. (2000). School effectiveness and teacher effectiveness in mathematics. Some preliminary findings from the evaluation of Mathematics Enhancement Programme (Primary). *School Effectiveness and School Improvement*, 11 (3), 273–303.
402. Murcia, K. (2009). Science in the news: an evaluation of students' scientific literacy. *Teaching Science*, 55(3), 40–45.
403. Murphy, P., & Elwood, J. (1998). Gendered learning outside and inside school: influences on achievement. In D. Epstein, J. Elwood, V. Hey & J. Maw (Eds), *Failing boys: Issues in gender and achievement*. Buckingham: Open University Press.
404. Musa F., Mufti N., Latiff R. A., & Amin, M. M. (2011). Project-based Learning: Promoting Meaningful Language Learning for Workplace Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 18(1), 187–195.
405. Mysterud I. (2003). Intellectual tour de force. *Biology & Philosophy*, 18(5), 751–756.
406. Nakonečný, M. (2015). *Obečná psychologie*. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton.
407. Navrátil, S., & Mattioli, J. (2011). *Problémové chování dětí a mládeže*. Praha: Grada.
408. Nayfeld, I., Brenneman, K., & Gelman, R. (2011). Science in the classroom: Finding a balance between autonomous exploration and teacher-led instruction in preschool settings. *Early Education & Development*, 22(1), 970–988.
409. Nayfeld, I., Fuccillo, J., & Greenfield, D. B. (2013). Executive functions in early learning: Extending the relationship between executive functions and school readiness to science. *Learning and Individual Differences*, 26, 81–88.
410. Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J., et al. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51(2), 77–101.
411. Nielsen Admosphere (2021). *ABCDE socioekonomická klasifikace. Specifikace pro rok 2022*. Praha: Nielsen Admosphere.
412. Noel, S., & de Broucker, P. (2001). Intergenerational inequities: A comparative analysis of the influence of parents' educational background on length of schooling and literacy skills. In W. Hutmacher, D. Cochrane, & N. Bottani (Eds.), *In pursuit of equity in education: Using international indicators to compare equity policies* (pp. 277–298). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.
413. Norris, S., & Phillips, L. (2003). How scientific literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240.
414. Novosák, J., Zatloukal, T., Andrys, O. et al. (2022). *Vztah velikosti školy a kvality vzdělávání*. Praha: Česká školní inspekce.

415. O'Hearn, G. T. (1976). Scientific literacy and alternative futures. *Science Education*, 61(1), 103-114.
416. Odcházelová, T. (2014). Role multimédií ve výuce přírodních věd. *Scientia in educatione*, 5(2), 2-12.
417. OECD (2019). *Trends Shaping Education 2019*. Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/trends_edu-2019-en.
418. OECD. (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills*. Paris: OECD Publishing.
419. OECD. (2001). Knowledge and skills for life. First results from PISA 2000. Paris: OECD Publishing.
420. Ochonogor, C. (2011). Performance analysis of science education undergraduates: a case study of biology education students. *US-China Education Review A*, 5(1), 682–690.
421. Ochrana, F. (2019). *Metodologie, metody a metodika vědeckého výzkumu*. Praha: Karolinum.
422. Olsen, R., & Kagan, S. (1992). About cooperative learning. In C. Kessler (Ed.), *Cooperative language learning: A teacher's resource book* (pp. 1–30). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
423. Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
424. Paasche-Orlow, M. K., Schillinger, D., Weiss, B. D. et al. (2018). Health literacy and power. *Health Literacy Research and Practice*, 2(3), 132–133.
425. Pagani, L. S., Fitzpatrick, C., Archambault, I., & Janosz, M. (2010). School readiness and later achievement: A French Canadian replication and extension. *Developmental Psychology*, 46(1), 984–994.
426. Pajares, F., & Graham, L. (1999). Self-efficacy, motivation constructs, and mathematics performance of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), 124–139.
427. Pajares, F., & Miller, M. D. (1995). Mathematics self-efficacy and mathematics outcomes: The need for specificity of assessment. *Journal of Counseling Psychology*, 42, 190–198.
428. Panasan M., & Nuangchalerm, P. (2010) Learning Outcomes of Project-Based and Inquiry-Based Learning Activities. *Journal of Social Sciences*, (6)2, 252–255.
429. Pandya, R. E. (2012). A framework for engaging diverse communities in citizen science in the US. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 314–317.
430. Papáček, M. (2010). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
431. Papadakis S., Kalogiannakis M., & Zaranis, N. (2021). Teaching mathematics with mobile devices and the Realistic Mathematical Education (RME) approach in kindergarten. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 1(1), 5–18.
432. Pasch, M., Gardner, T. G., Langerová, G. M. et al. (2005). *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině. Jak pracovat s kurikulem*. Praha: Portál.
433. Patrick, H., Ryan, A. M., & Kaplan, A. (2007). Early Adolescents' Perceptions of the Classroom Social Environment, Motivational Beliefs, and Engagement. *Journal of Educational Psychology*, 99(1), 83–98.
434. Pearson, P. D., Moje, E. & Greenleaf, C. (2010). Literacy and Science: Each in the Service of the Other. *Science*, 328(5977), 459–463.
435. Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601–626.
436. Pella, M. O., O'Hearn, G. T., & Gale, C. W. (1966). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(3), 199–208.
437. Perry, L. B., & McConney, A. (2010). Does the SES of the School Matter? An Examination of Socioeconomic Status and Student Achievement Using PISA 2003. *Teachers College Record Volume*, 112(4), 1137–1162.

438. Pešatová, J. (2002). *Aktivizace učebních činností žáků při vyučování zeměpisu*. Ústí nad Labem: PF UJEP v Ústí nad Labem.
439. Peterson, S. M., & French, L. (2008). Supporting young children's explanations through inquiry science in preschool. *Early Child hood Research Quarterly*, 23(1), 395–408.
440. Phelps, A. J., & Lee, C. (2003). The power of practice: What students learn from how we teach. *Journal of Chemical Education*, 80, 829–832.
441. Piaget, J. (1972). *Psychologie inteligence*. Praha: Portál.
442. Plaňava, I. (2005). *Průvodce mezilidskou komunikací*. Praha: Grada.
443. Plevová, I. (2019). Possibilities Of Assessing Cognitive Abilities Of Primary-Aged Children In Pedagogical Practice. In P. Besedová, N. Heinrichová, & J. Ondráková (Eds.), ICEEPSY 2019: Education and Educational Psychology, vol 72. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences* (pp. 491-496).
444. Podroužek, L. (2002). *Integrovaná výuka na základní škole*. Plzeň: Fraus.
445. Průcha, J. (2002). *Sociální klima ve třídách českých škol: porovnání nálezů z empirických šetření*. Brno: Masarykova univerzita.
446. Průcha, J. (2002). *Učitel-současné poznatky o profesi*. Praha: Portál.
447. Průcha, J. (2006). *Srovnávací pedagogika. Mezinárodní komparace vzdělávacích systémů*. Praha: Portál.
448. Průcha, J. (2017). *Moderní pedagogika*. Praha: Portál.
449. Průcha, J. (2020). *Psychologie učení. Teoretické a výzkumné poznatky pro edukační praxi*. Praha: Grada.
450. Průcha, J. (2020). *Psychologie učení. Teoretické a výzkumné poznatky pro edukační praxi*. Praha: Grada.
451. Průcha, J., & Veteška, J. (2014). *Andragogický slovník*. Praha: Grada.
452. Puzic, S., Gregurovic, M., & Kosutic, I. (2016) Cultural capital – a shift in perspective: An analysis of PISA 2009 data for Croatia, *British Journal of Sociology Education*, 37(7), 1056–1076.
453. Rakow, S. J., & Bell, M. J (1998). Science and young children: the message from the National Science Education Standards. *Childhood Education*, 74(3), 164–167.
454. Ramsey, J. (1989). Curricular framework for community-based STS issue instruction. In J. Penick (Ed.), *Education and urban society: Issues-Based education*, 1, 40–53.
455. Randel, B., Stevenson, H. W., & Witruk, E. (2000). Attitudes, beliefs, and mathematics achievement of German and Japanese high school students. *International Journal of Behavioral Development*, 24(2), 190–198.
456. Ravitch, D. (1983). *The troubled crusade*. New York: Basic Books.
457. Reeve, J. (2009). Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they become more autonomy supportive. *Educational Psychologist*, 44(1), 159–178.
458. Reeve, J., & Cheon, S. H. (2014). *An intervention-based program of research on teachers' motivating styles*. Bingley: Emerald Group Publishing.
459. Reid, K. (1999). *Truancy and Schools*. London: Routledge.
460. Reilly, D. (2012). Gender, Culture, and Sex-Typed Cognitive Abilities. *PLOS ONE*, 7(7), 1-16.
461. Rennie, L. J., & Stocklmayer, S. M. (2003). The communication of science and technology: past, present and future agendas. *International Journal of Science Education*, 25, 759–773.
462. Rindermann, H. (2006). Was messen internationale Schulleistungsstudien? Schulleistungen, Schülerfähigkeiten, kognitive Fähigkeiten, Wissen oder allgemeine Intelligenz? *Psychologische Rundschau*, 57(1), 69–86.
463. Rindermann, H. (2007). The g-factor of international cognitive ability comparisons: The homogeneity of results in PISA, TIMSS, PIRLS and IQ-tests across nations. *European Journal of Personality*, 21(1), 667–706.

464. Rindermann, H., & Baumeister, A. E. E. (2015). Validating the interpretations of PISA and TIMSS tasks: A rating study. *International Journal of Testing*, 15, 1–22.
465. Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 729–779). Routledge.
466. Roberts, D. A. (2011). Competing visions of scientific literacy: The influence of a science curriculum policy image. In C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P. O. Wickman, G. Erickson, & A. MacKinnon (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 11–27). London: Routledge.
467. Rockoff, J. E. (2004). The impact of individual teachers on student achievement: Evidence from panel data. *American economic review*, 94(2), 247–252.
468. Rohde, T. E., & Thompson, L. A. (2007). Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, 35, 83–92.
469. Rokos, L., & Vomáčková, V. (2017). Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia. *Scientia in educatione*, 8(1), 32–45.
470. Roth, W. M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88(1), 263–291.
471. Roth, W. M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science Education*, 88, 263–291.
472. Rowlands, G., Protheroe, J., Winkley, J., Richardson, M., Seed, P. T., & Rudd, R. (2015). A mismatch between population health literacy and the complexity of health information: An observational study. *British Journal of General Practice*, 65(635), 379–386.
473. Rubba, P. A., & Anderson, H. O. (1978). Development of an instrument to assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449–458.
474. Rudd R. E. (2010). Mismatch between skills of patients and tools in use: Might literacy affect diagnoses and research? *The Journal of Rheumatology*, 37(5), 885–886.
475. Rudolph J. L., & Horibe, S. (2016). What do we mean by science education for civic engagement? *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 805–820.
476. Rumberger, R. W., & Palardy, G. J. (2005). Does segregation still matter? The impact of student composition on academic achievement in high school. *Teachers College Record*, 107(1), 1999–2045.
477. Rutherford, F. J. (2005). The 2005 Paul F. Brandwein lecture: Is our past our future? Thoughts on the next 50 years of science education reform in the light of judgments on the past 50 years. *Journal of Science Education and Technology*, 14(4), 367–386.
478. Rutherford, J., & Ahlgern, A. (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
479. Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). *Definition and Selection of Key competencies: Executive Summary*. Göttingen, Germany: Hogrefe.
480. Říčan, P. (2010). *Psychologie osobnosti. Obor v pohybu*. Praha: Grada.
481. Sadker, M. (1994). *Failing at fairness: how America's schools cheat girls*. New York: Macmillan Publishing Company.
482. Sadler, P. M. & Tai, R. H. (2007). advanced placement exam scores as a predictor of performance in introductory college biology, chemistry and physics courses. *Science Educator*, 16(1), 1–19.
483. Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socio-scientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138.
484. Salinger, G., & Zuga, K. (2009). Background and history of the STEM movement. *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering*, 4–9.
485. Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.

486. Sanders, W. L., Wright, S. P., & Horn, S. P. (1997). Teacher and classroom context effects on student achievement: Implications for teacher evaluation. *Journal of Personnel Evaluation in Education*, 11(1), 57–67.
487. Santos, W. (2009). Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. *Science Education*, 93(2), 361–382.
488. Saturnelli, A. M., & Repa, J. T. (1995). *Alternative forms of assessment in elementary science: The interactive effects of reading, race, economic level and the elementary science specialist on hands-on and multiple-choice assessment of science process skills*. Paper presented at the Annual Conference of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.
489. Sax, L. (2005). *Why gender matters: What parents and teachers need to know about the emerging science of sex differences*. New York: Doubleday.
490. Scourfield, J., Dicks, B., Drakeford, M., & Davies, A. (2006). *Children, place and identity: nation and locality in middle childhood*. London: Routledge.
491. Seah, L. H., Clarke, D. J., & Hart, C. (2014). Understanding the language demands on science students from an integrated science and language perspective. *International Journal of Science Education*, 36(6), 952–973.
492. Seefeldt, C., & Galper, A. (2002). *Active experience for active children – science*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
493. Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454–499.
494. Seitz, F. (1958). *Education for science and engineering*. Physics Today.
495. Selasih, N. N. (2019). Implementasi Kurikulum Pendidikan Dasar Dalam Membangun Literasi Peserta Didik. *Prosiding Nasional*, 164–172.
496. Senler, B., & Sungur, S. (2009). Parental influences on students' self-concept, task value beliefs, and achievement in science. *The Spanish Journal of Psychology*, 12(1), 106–117.
497. Sensoy, Ö., & DiAngelo, R. (2017). *Is everyone really equal? An introduction to key concepts in social justice education*. Teachers College Press.
498. Shachar, H., & Sharan, S. (1994). Talking, relating, and achieving: Effects of cooperative learning and whole-class instruction. *Cognition and Instruction*, 12(1), 313–353.
499. Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
500. Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3–4), 591–601.
501. Sheldon, S. B., Epstein, J. L., & Galindo, C. L. (2010). Not just numbers: Creating a partnership climate to improve math proficiency in schools. *Leadership and Policy in Schools*, 9(1), 27–48.
502. Shen, B. S. P. (1975). Science literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Ed.), *Communication of scientific information* (pp. 44–52). Basel, Switzerland: S. Karger A. G.
503. Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
504. Schroeder, M., Mckeough, A., Graham, S., Stock, H., & Bisanz, G. (2009). The Contribution of Trade Books to Early Science Literacy: In and Out of School. *Research in Science Education*, 39(1), 231–250.
505. Schwartz, M. S., Sadler, P. M., Sonnert, G., & Tai, R. H. (2008). Depth versus breadth: how content coverage in high school science courses relates to later success in college science coursework. *Science Education*, 93, 798–826.
506. Schwerdt, G., & Wuppermann, A. C. (2011). Is traditional teaching really all that bad? A within-student between-subject approach. *Economics of Education Review*, 30(2), 365–379.

507. Simonneaux, L. (2014). Questions socialement vives and socio-scientific issues: New trends of research to meet the training needs of postmodern society. In C. Bruguère, A. Tiberghien, & P. Clement (Eds.), *Topics and trends in current science education* (pp. 37–54). Dordrecht: Springer.
508. Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: a meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417–453.
509. Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung. In Y. Dori (Ed.), *Cognition, Metacognition, and Culture in STEM Education* (pp. 65–88). Springer.
510. Sjöström, J., & Talanquer, V. (2014). Humanizing chemistry education: From simple contextualization to multifaceted problematization. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1125–1131.
511. Sjöström, J., Rauch, F., & Eilks, I. (2015). Chemistry education for sustainability. In I. Eilks & A. Hofstein (Eds.), *Relevant chemistry education – from theory to practice* (pp. 163–184). Rotterdam: Sense.
512. Skalková, J. (2007). *Obecná didaktika*. Praha: Grada.
513. Skorunková, R. (2005). *Úvod do vývojové psychologie*. Hradec Králové: Gaudeamus.
514. Slavin, R. E. (2006). *Educational psychology theory and practice*. Boston: Allyn and Bacon.
515. Slavít, D., & Lesseig, K. (2017). The development of teacher knowledge in support of student mathematical inquiry. *PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 27(1), 58–74.
516. Smith, K., & Fitzgerald, A. (2013). Making sense of primary science. In A. Fitzgerald (Ed.), *Learning and Teaching Primary Science* (pp. 1–16). New York, NY: Cambridge University Press.
517. Sodian, B., Zaitchik, D., & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 6(1), 753–766.
518. Soler M., & Gómez, A. (2020). A citizen's claim: Science with and for society. *Qualitative Inquiry*, 26(8-9), 943–947. <https://doi.org/10.1177/1077800420938104>
519. Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham, England: Open University Press.
520. Soni, A., & Kumari, S. (2017). The role of parental math anxiety and math attitude in their children's math achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(2), 331–347.
521. Spelke, E. S. (2005). Sex differences in intrinsic aptitude for mathematics and science? A critical review. *American Psychologist*, 60(9), 950–958.
522. Sperry, R. (1982). Some effects of disconnecting the cerebral hemisphere. *Science*, 217(1), 1223-1226.
523. Spilková, V., Vyskočilová, H., Tuček, A. et al. (1996). *Didaktická východiska primárního vzdělávání na základní škole*. Praha: PF Univerzity Karlovy v Praze.
524. Stehle, S. M., Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education volume*, 6(39), 1-21.
525. Sterling, S. (2011). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5(11), 17–33.
526. Sternberg, R. J. (1994). *Encyclopedia of human intelligence*. New York: MacMillan.
527. Sternberg, R. J. (2002). *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál.
528. Sternberg, R. J., Kaufman, J. C., & Grigorenko, E. L. (2008). *Applied intelligence*. New York, NY: Cambridge University Press.
529. Stiggins, R. J. (2002). Assessment crisis: The absence of assessment for learning. *Phi Delta Kappan*, 83(10), 758–65.
530. Stordy, P. (2015). *Taxonomy of literacies*. *Journal of Documentation*, 71(3), 456–476. doi:10.1108/jd-10-2013-0128

531. Straková, J. (2010). Pedagogické činnosti českých učitelů v mezinárodním srovnání. *Pedagogika*, 60(3), 81–96.
532. Straková, J. (2016). *Mezinárodní výzkumy výsledků vzdělávání. Metodologie, přínosy, rizika a příležitosti*. Praha: Karolinum.
533. Street, B. (2003). What's new in new literacies studies? Critical approaches to literacy in theory and practice. *Current Issues in Comparative Education*, 5(2), 1–14.
534. Stronge, J. H. (2018). *Qualities of effective teachers*. Virginia: ASCD.
535. Stronks, K. (1997). The interrelationship between income, health and employment. *International Journal of Epidemiology*, 26(3), 592–600.
536. Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování* (129–135). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
537. Sumida, M. (2004). The reproduction of scientific understanding about pendulum motion in the public. *Science and Education*, 13(4), 473–492.
538. Sun, L., Bradley, K. D., & Akers, K. (2012). A multilevel modelling approach to investigating factors impacting science achievement for secondary school students: PISA Hong Kong sample. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2107–2125.
539. Svoboda, Z., & Morvayová, P. (2010). *Schola excludus*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně.
540. Svoboda, Z., & Morvayová, P. (2010). *Schola excludus*. Ústí nad Labem: PF UJEP v Ústí nad Labem.
541. Svoboda, Z., Smolík, A., Tirpák, J., & Sirotková, H. (2020). Komparace sebepojetí školní úspěšnosti dětí v ústavní výchově. *Speciální pedagogika*, 3(4), 177–192.
542. Svobodová, J. (2013). Perspektivy a koncepce přírodovědného vzdělávání. *Recenzovaný sborník příspěvků vědecké konference s mezinárodní účastí Sapere Aude* (s. 167–171). Hradec Králové: European Institute of Education.
543. Šafránková, D. (2019). *Pedagogika*. Praha: Grada.
544. Šebeňová, I. (2002). *Otázka jako nástroj rozvoja kognitívnych procesov v prírodovedných a technicky orientovaných predmetov*. Banská Bystrica: UMB FPV.
545. Šimik, O. (2012). *Utváření obsahu přírodovědné výuky na I. stupni ZŠ v konstruktivistickém pojetí - výzkum tematického celku voda*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě.
546. Škoda, J. (2005). *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Ústí nad Labem: Acta Universitatis Purkynianae.
547. Škoda, J. (2008). *Výzkum dětských pojetí vybraných interdisciplinárních fenoménů z oblasti přírodovědného vzdělávání na základní škole*. Habilitační práce. Nitra: Univerzita Konstantina Filozofa v Nitře, Pdf.
548. Škoda, J., & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*. 19(3), 24–44.
549. Škoda, J., & Tirpák, J. (2019). Perspektivy přírodovědného vzdělávání u učitelů v kontextu mezinárodních výzkumu. In *Vzdělávání dospělých 2018 - transformace v éře digitalizace a umělé inteligence*. Praha: Česká andragogická společnost, 345–353.
550. Štech, S. (2011). PISA – nástroj vzdělávací politiky nebo výzkumná metoda? *Orbis scholae*, 5(1), 123–133.
551. Švecová, J. et al. (1997). *Problémy učitelské profese ve světě*. Praha: PF UK v Praze.
552. Takacsová, K. (2020). *Analýza kognitivních schopností žáků*. (Bakalářská práce). Univerzita J. E. Purkyně.
553. Tan, C. Y. (2015) The contribution of cultural capital to students' mathematics achievement in medium and high socioeconomic gradient economies. *British Educational Research Journal*, 41(6), 1050–1067.
554. Taub, G. E., Floyd, R. G., Keith, T. Z., & McGrew, K. S. (2008). Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement. *School Psychology Quarterly*, 23, 187–198.

555. Thier, M. (2002). Rethinking science and technology education to meet the demands of future generations in a changing world. International Organization for Science and Technology Education Symposium Proceedings. In Bizzo N., Kawasaki C. S., Ferracioli L., Leyser V., Rosa da (Eds.), *The new scientific literacy: Using language skills to help students learn science* (pp. 422–432).
556. Thomas, I. (2009). Critical thinking, transformative learning, sustainable education, and problem-based learning in universities. *Journal of Transformative Education*, 7(3), 245–264.
557. Thorndike, R. L., & Hagen, E. P. (1986). *Cognitive Abilities Test*. (J. Jílek, Trans.). England & Wales: National Foundation for Educational Research.
558. Thorndike, R. L., & Hagen, E. P. (1998). *Test kognitivních schopností-TKS*. (J. Jílek, Trans.). Brno: Psychodiagnostika.
559. Thorová, K. (2015). *Vývojová psychologie. Proměny lidské psychiky od početí po smrt*. Praha: Portál.
560. Tirpák, J. (2017). Přírodovědná gramotnost v rámci primárního vzdělávání v kontextu mezinárodních výzkumů. In R. Dytrtová, A. Sandanusová, J. Jirsáková, & B. Jordánová (Eds.), *Výzkum v přípravě učitelů přírodovědných, zemědělských a příbuzných oborů: Sborník příspěvků XII. ročníku Mezinárodní konference EDUCO 2017* (s. 119–128). Institut vzdělávání a poradenství ČZU v Praze.
561. Tirpák, J. (2019) *Komparácia motivácie k výkonu v profesijnom kontexte u učiteľov prvého stupňa základnej školy na Slovensku a v Českej republike*. (Rigorózní práce). Ružomberok: Katolícka univerzita v Ružomberoku.
562. Tirpák, J. (2022). *Zkoumání profesních charakteristik pracovníků sociálně právní ochrany dětí*. (Diplomová práce). Praha: Univerzita Karlova v Praze.
563. Tirpák, J., & Škoda, J. (2018). Komparace přírodovědné gramotnosti učitelů na 1. st. ZŠ. *Online Journal of Primary and Preschool Education*, 2(1), 33–35.
564. Tirpák, J., & Škoda, J. (2018). Přírodovědná gramotnost učitelů 1. stupně základní školy v kontextu mezinárodních výzkumů. *Sapere Aude 2018. Učitel, žák, psycholog* (s. 159-168). Magnanimitas.
565. Tirpák, J., & Škoda, J. (2018). Rozvíjení přírodovědné gramotnosti u žáků 1. stupně základní školy v kontextu mezinárodních výzkumů. *QUAERE 2018. Recenzovaný sborník příspěvků vědecké interdisciplinární mezinárodní vědecké konference doktorandů a odborných asistentů* (s. 685–693). Hradec Králové: Magnanimitas.
566. Tirpák, J., & Uhrinová, M. (2020). *Analýza kognitivních schopností žáků z odlišného sociokulturního prostředí*. Hradec Králové: Magnanimitas.
567. Tirpák, J., & Uhrinová, M. (2020). Analýza kognitivních schopností žáků z odlišného sociokulturního prostředí. *QUAERE 2018. Recenzovaný sborník příspěvků vědecké interdisciplinární mezinárodní vědecké konference doktorandů a odborných asistentů* (s. 593-604). Hradec Králové: Magnanimitas.
568. Tirpák, J., Škoda, J., & Sirotková, H. (2020). Komparace kognitivních schopností žáků mladšího školního věku z odlišného sociokulturního prostředí. *Speciální pedagogika*, 3(4), 45–64.
569. Tomášek, V., Basl, J., & Janoušková, S. (2016). *Mezinárodní šetření TIMSS 2015*. Praha: Česká školní inspekce.
570. Tomášek, V., Boudová, S., Klement, L., et al. (2020). *Mezinárodní šetření TIMSS 2019*. Praha: Česká školní inspekce.
571. Tomlinson, S. (2013). *Ignorant Yobs? Low attainers in a global knowledge economy*. London: Routledge.
572. Trpišovská, D., & Vacínová, M. (2006). *Ontogenetická psychologie*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně.
573. Tyler-Wood, T., & Carri, L. (1993). Verbal measures of cognitive ability: The gifted low SES student's albatross. *Roepers Review*, 16(2), 102–105.

574. Uhrinová, M. (2007). *Príčiny školských neúspechov žiakov mladšieho školského veku zapríčinené osobnostnými a sociálnymi činiteľmi*. Ružomberok: PF KU.
575. Uhrinová, M. (2018). *Prírodovedné a spoločenskovedné poznávanie detí v kontexte edukácie*. Ružomberok: VERBUM.
576. Umek, L. M., Podlesek, A., & Fekonja, U. (2005). Assessing the home literacy environment: Relationships to child language comprehension and expression. *European Journal of Psychological Assessment*, 21, 271–281.
577. Urbánek, P. (2005). *Vybrané problémy učiteľskej profese. Aktuální analýza*. Liberec: Technická univerzita v Liberci.
578. Ústav pro informace ve vzdělávání (2006). *Koncepce přírodovědné gramotnosti ve výzkumu PISA 2006*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání.
579. Uysal, S. (2015). Factors Affecting the mathematics achievement of Turkish students in PISA 2012. *Educational Research and Reviews*, 10(12), 1670–1678.
580. Vágnerová, M. (2005). *Základy psychologie*. Praha: Karolinum.
581. Vágnerová, M. (2011). *Kognitivní a sociální psychologie žáka základní školy*. Praha: Karolinum.
582. Vágnerová, M. (2016). *Obecná psychologie. Dílčí aspekty lidské psychiky a jejich orgánový základ*. Praha: Karolinum.
583. Vágnerová, M., & Lisá, L. (2021). *Vývojová psychologie: Dětství a dospívání*. Praha: Karolinum.
584. Valenta, M. et al. (2018). *Dynamika dílčích funkcí u předškoláků a žáků mladšího školního věku*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
585. Vališová, A., & Kasíková, H. (2007). *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada.
586. Valladares, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation. *Science & Education*. 30(1), 557–587. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00205-2>
587. Van Kempen, E., Fischer, P., Janssen, N., Houthuijs, D., Van Kamp, I., Stansfeld, S., et al. (2012). Neurobehavioral effects of exposure to traffic-related air pollution and transportation noise in primary schoolchildren. *Environ Res*, 115, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.03.002>
588. Vanegas Muñoz Y. M., D'Ambrosio U., & Giménez Rodríguez, J. (2019). Discurso docente y prácticas matemáticas democráticas en la clase de matemáticas. *Journal of Research in Mathematics Education*, 8(2), 139–165.
589. Vasa, R. A., Roberson-Nay, R., Klein, R. G., Mannuzza, S., Moulton, J. L., Guardino, M., Merikangas, A., Carlino, A. R., & Pine, D. S. (2007). Memory deficits in children with and at risk for anxiety disorders. *Depression and Anxiety*, 24(1), 85–94.
590. Vašutová, J. (2004). *Profese učitele v českém vzdělávacím kontextu*. Brno: Paido.
591. Vávra, J. (2011). Revidovaná Bloomova taxonomie v českém vzdělávání. *Sapere Aude 2011. Evropské a české vzdělávání*. (s. 154-165). Magnanimitas.
592. Veteška, J. (2010). *Kompetence ve vzdělávání dospělých. Pedagogické, andragogické a sociální aspekty*. Praha: UJAK.
593. Veteška, J., & Tureckiová, M. (2008). *Kompetence ve vzdělávání*. Praha: Grada.
594. Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(4), 659–680. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9605-2>
595. Volante, L., & Fazio, X. (2007). Exploring teacher candidates' assessment literacy: Implications for teacher education reform and professional development. *Canadian Journal of Education*, 30(3), 749–770.
596. Von Salisch, M., Haenel, M., & Freund, P. A. (2013). Emotion understanding and cognitive abilities in young children. *Learning and Individual Differences*, 26(1), 15–19.
597. Vondrová, N., Rendl, M., Havlíčková, R. et al. *Kritická místa matematiky základní školy v řešeních žáků*. Praha: Karolinum.

598. Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & Van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 109–121.
599. Vostrý, M., & Veteška, J. (2021). *Kognitivní rehabilitace seniorů. Psychosociální a edukační souvislosti*. Praha: Grada.
600. Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835. <http://dx.doi.org/10.1037/a0016127>.
601. Wang, J., & Staver, J. R. (2001). Examining relationships between factors of science education and student career aspiration. *The Journal of Educational Research*, 94(5), 312–319.
602. Wang, M. T., & Sheikh-Khalil, S. (2014). Does parental involvement matter for student achievement and mental health in high school? *Child Development*, 85(1), 610–625. <https://doi.org/10.1111/cdev.12153>
603. Warrington, M., Younger, M., & Williams, J. (2000). Student attitudes, image and the gender gap. *British Educational Research Journal*, 26(3), 393–407.
604. Weaver-Hightower, M. (2003). The ‘boy turn’ in research on gender and education. *Review of Educational Research*, 73(4), 471–498.
605. Wedlichová, I., Kulhánková, R., Šikulová, R. et al. *Preprimární edukace v psychologických, pedagogických a sociálních souvislostech*. Bratislava: STU Bratislava.
606. Weeks, M., Wild, T. C., Ploubidis, G. B., Naicker, K., Cairney, J., North, C. R., & Colman, I. (2014). Childhood cognitive ability and its relationship with anxiety and depression in adolescence. *Journal of Affective Disorders*, 152(154), 139–145.
607. Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A., Chevalier, N., & Espy, K. A. (2011). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 436–452.
608. Wieman, C. (2007). Why not try a scientific approach to science education? *Change: The Magazine of Higher Learning*, 39(5), 9–15.
609. Wilhelm, P., & Beishuizen, J. J. (2003). Content effects in self-directed inductive learning. *Learning and Instruction*, 13(1), 381–402. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00013-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00013-0).
610. Wiliam, D., & Black, P. (1996). Meanings and consequences: A basis for distinguishing formative and summative functions of assessment? *British Educational Research Journal*, 22(5), 537–549.
611. Wilkening, F., & Sodian, B. (2005). Scientific reasoning in young children: introduction. *Swiss Journal of Psychology*, 64(3), 137–139. <http://dx.doi.org/10.1024/1421-0185.64.3.137>.
612. Wilkinson, G. S. (1993). *Wide Range Achievement Test-Revision 3*. Wilmington, DE: Jastak Association.
613. Willms, J. D. (1999). Quality and inequality in children's literacy: The effects on families, schools, and communities. In D. P. Keating & C. Hertzman (Eds.), *Developmental health and the wealth of nations: Social, biological, and educational dynamics* (pp. 72–93). New York: Guilford Press.
614. Woods-McConney, A., Oliver, M. C., McConney, A., Schibeci, R., & Maor, D. (2014). Science engagement and literacy: a retrospective analysis for students in Canada and Australia. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1588–1608.
615. Yager, R. E. (1992). *The science, technology, society movement*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
616. Yi, H. S., & Lee, Y. (2017). A latent profile analysis and structural equation modeling of the instructional quality of mathematics classrooms based on the PISA 2012 results of Korea and Singapore. *Asia Pacific Education Review*, 18(1), 23–39.

617. Yore, L. (2012). Science literacy for all: more than a slogan, logo, or rally flag! In K. Tan & M. Kim (Eds.), *Issues and challenges in science education research* (pp. 5–23). Springer.
618. Yüksel, M., & Geban, Ö. (2016). Examination of science and math course achievements of vocational high school students in the scope of self-efficacy and anxiety. *Journal of Education and Training Studies*, 4(1), 88–100.
619. Zákon č. 108/2006 Sb., o sociálních službách.
620. Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání, školský zákon.
621. Zeidler, D. (2015). Socioscientific issues. In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of science education*. (pp. 998–1003). Dordrecht: Springer.
622. Zeidler, D. L., & Keffer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socio-scientific issues in science education: Philosophical, psychological and pedagogical considerations. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning and discourse on socio-scientific issues in science education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
623. Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). A research based framework for socio-scientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377.
624. Zhang, D., & Campbell, T. (2015). An examination of the impact of teacher quality and “opportunity gap” on student science achievement in China. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(3), 489–513.
625. Zhao, Y., & Ding, C. (2019). The association between students mathematic knowledge and factors related to students, parents, and school: A cross-cultural comparison study. *International Journal of Educational Research*, 19(1), 210–217.
626. Zheng, L., Weng, Q. & Gong, X. (2021). Does preschool attendance affect the urban-rural cognition gap among middle school students? Evidence from China Education Panel Survey. *The Journal of Chinese Sociology*, 8(14), 122–145.
627. Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(1), 172–223.
628. Zormanová, L. (2012). *Výukové metody v pedagogice*. Praha: Grada.
629. Zormanová, L. (2014). *Obecná didaktika*. Praha: Grada.
630. Zuccala, A. (2010). Open access and civic scientific information literacy. *Information Research*, 15(1).
631. Žoldošová, K. (2006). *Východiská primárneho prírodovedného vzdelávania*. Bratislava: VEDA.
632. Žoldošová, K. (2011). *Implementácia konštruktivistických princípov prírodovedného vzdelávania do školských vzdelávacích programov MŠ a 1. stupňa ZŠ*. Prešov: Rokus.

XII. PŘÍLOHY

Příloha 1: Závěčný Test kognitivních schopností (Thorndike & Hagen, 1998)

Příloha 2: Odpověďový arch, úroveň C - Test kognitivních schopností (Thorndike & Hagen, 1998)

Příloha 3: Test přírodovědné gramotnosti

Příloha 4: Tabulka norem, úroveň C, slovní baterie

Příloha 5: Tabulka norem, úroveň C, početní baterie

Příloha 6: Tabulka norem, úroveň C, obrázková baterie

Příloha 7: Konstrukce proměnných Socioekonomické skóre domácnosti a ABCDE socioekonomická klasifikace (Nielsen Admosphere, 2022)

Příloha 1: Závěčný Test kognitivních schopností (Thorndike & Hagen, 1998)

Robert L. Thorndike,
Elizabeth Hagen

T – 22

ZÁVĚČNÝ Test kognitivních schopností

Jméno a příjmení:

Dnešní datum:

Věk:

Třída:

POKYNY A UKÁZKOVÉ PŘÍKLADY

Dnes si uděláme krátký Závěčný test, abyste poznali, jak se odpovídá na úlohy v TESTU KOGNITIVNÍCH SCHOPNOSTÍ, který budete zítra řešit.

Všimněte si řádku slov, ve kterém je první slovo vtištěné silně a ostatní slova jsou označena písmeny **a b c d e**.

Vášim úkolem je přečíst si řádek slov a ze slov označených písmeny **a b c d e** vybrat to slovo, které má nejbližší, které se nejvíce podobá nebo označuje téměř to samé jako slovo, které je na prvním místě v řádku a je silně vtištěné.

UKÁZKOVÉ PŘÍKLADY

ODPOVĚĎ

- | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------|----------|-------------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. jasný | a) těžký | b) starý | c) slunečný | d) suchý | e) platit | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input checked="" type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | <input type="checkbox"/> e |
| 2. štěně | a) pes | b) kost | c) láska | d) utíkat | e) štěkat | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | <input type="checkbox"/> e |
| 3. nad | a) daleko | b) pod | c) blízko | d) obloha | e) nahoře | <input type="checkbox"/> a | <input type="checkbox"/> b | <input type="checkbox"/> c | <input type="checkbox"/> d | <input type="checkbox"/> e |

Přečteme si první úlohu. Které z pěti slov označených písmeny **a b c d e** znamená to samé nebo skoro to samé, jako slovo **jasný**? Správná odpověď je **slunečný**. **Slunečný** znamená skoro to samé jako slovo **jasný**. Všimněte si, že na konci řádku, kde je první úloha, jsou uvedena samostatně písmena **a b c d e** a vidíte, že písmeno **c** je už přeškrtnuté. Je to proto, že správnou odpovědí na první úlohu je slovo **slunečný** a před slovem **slunečný** je písmeno **c**. Na úlohy v testu budete tedy odpovídat tak, že vždy přeškrtnete to písmeno, které je před slovem, které znamená to samé nebo skoro to samé, jako slovo silně vtištěné na začátku úlohy.

Teď se podívejte na druhou úlohu. Jaká je správná odpověď? Správná odpověď je **pes**. Jaké písmeno přeškrtneme v odpovědi? Správně, škrtnete písmeno **a**.

Přečtěte si třetí úlohu. Která odpověď bude správná? Správná odpověď je slovo **nahoře**. V odpovědi přeškrtnete písmeno **e**.

V testu teď budete řešit další úlohy, které jsou podobné těm, které jste právě řešili. Odpovědi na jednotlivé úlohy už budete zapisovat sami.

Zácvičný test číslo 1



						ODPOVĚĎ
1. široký	a) rozlehlý	b) horký	c) skočit	d) proufí	e) udělat	a | b | c | d | e
2. vařit	a) potrava	b) zmrazit	c) péci	d) pít	e) hádat	a | b | c | d | e
3. přát si	a) vyloupit	b) chtít	c) mýlit se	d) dělat	e) druh	a | b | c | d | e
4. rovný	a) natáhnout	b) každý	c) ráno	d) hrot	e) hladký	a | b | c | d | e
5. růst	a) pozorovat	b) chybět	c) přibývat	d) najít	e) řezat	a | b | c | d | e
6. všimát	a) vrátit	b) zlý	c) zapomenout	d) brát	e) vidět	a | b | c | d | e
7. dar	a) moudrost	b) minulý	c) hlavní	d) dát	e) vzít	a | b | c | d | e
8. navštívit	a) hrát si	b) prohlížet	c) jít se podívat	d) smutný	e) velmi	a | b | c | d | e
9. povídat	a) bít	b) hovořit	c) zapálit	d) kaluž	e) utíkat	a | b | c | d | e

Zácvičný test číslo 2

						ODPOVĚĎ
1. jablko	pomeranč	banán				
a) hruška	b) maso	c) klíč	d) chléb	e) ryba	.....	a | b | c | d | e
2. jeden	čtyři	dva	šest			
a) počítat	b) kupovat	c) přidat	d) pět	e) sto	.....	a | b | c | d | e
3. muž	mladík	žena	dívka			
a) živý	b) dýchat	c) dítě	d) vysoký	e) malý	.....	a | b | c | d | e
4. chléb	topinka	chlebová kůrka				
a) péci	b) rohlík	c) máslo	d) snídaně	e) potrava	.....	a | b | c | d | e
5. lano	nit	provaz				
a) tahat	b) látka	c) šít	d) uzel	e) špagát	.....	a | b | c | d | e
6. vidět	cítit	ochutnat				
a) rádio	b) stolek	c) hodiny	d) místnost	e) slyšet	.....	a | b | c | d | e
7. mléko	čaj	káva				
a) písek	b) uhlí	c) voda	d) kámen	e) guma	.....	a | b | c | d | e
8. lýtko	kotník	koleno				
a) čepice	b) chodidlo	c) vajíčko	d) žába	e) tužka	.....	a | b | c | d | e
9. vykopnout	obehrát	odkopnout				
a) přihrát	b) aut	c) tleskat	d) hráč	e) vyhrát	.....	a | b | c | d | e

Zácvičný test číslo 3

A přeškrtneme tehdy, pokud je množství něčeho v prvním sloupci větší, než ve sloupci druhém
B přeškrtneme tehdy, pokud je množství něčeho v prvním sloupci menší, než ve sloupci druhém
C přeškrtneme tehdy, pokud je množství něčeho v obou sloupcích stejné

	Sloupec PRVNÍ	Sloupec DRUHÝ	ODPOVĚĎ
1.			<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
2.	1+1	3	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
3.	2+2	4	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
4.	3+1	1+3	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
5.	4-1	2	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
6.	jeden centimetr	jeden metr	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C

Zácvičný test číslo 4

PŘÍKLADY

ODPOVĚDI

1.

 2.

 3.

 4.

 5.

Test kognitivních schopností

T - 22

ODPOVĚĎOVÝ ARCH
(úroveň C)

Jméno a příjmení:

Dnešní datum:

Věk:

Třída:

SLOVNÍ BATERIE

Test č. 1 HS

Test č. 2 HS

Test č. 3 HS

Test č. 4 HS

Slovní baterie HS

POČETNÍ BATERIE

Test č. 1 HS

Test č. 2 HS

Test č. 3 HS

Početní baterie HS

OBRÁZKOVÁ BATERIE

Test č. 1 HS

Test č. 2 HS

Test č. 3 HS

Obrázková baterie HS

SLOVNÍ ÚLOHY - TEST 1

PŘÍKLAD: č.1 a b d e č.2 a b c d e č.3 a b c d e č.4 a b c d e

ÚLOHY:

11. a b c d e 16. a b c d e 21. a b c d e 26. a b c d e 31. a b c d e
12. a b c d e 17. a b c d e 22. a b c d e 27. a b c d e 32. a b c d e
13. a b c d e 18. a b c d e 23. a b c d e 28. a b c d e 33. a b c d e
14. a b c d e 19. a b c d e 24. a b c d e 29. a b c d e 34. a b c d e
15. a b c d e 20. a b c d e 25. a b c d e 30. a b c d e 35. a b c d e

SLOVNÍ ÚLOHY - TEST 2

PŘÍKLAD: č.1 a b d e č.2 a b c d e č.3 a b c d e

ÚLOHY:

11. a b c d e 16. a b c d e 21. a b c d e 26. a b c d e 31. a b c d e
12. a b c d e 17. a b c d e 22. a b c d e 27. a b c d e 32. a b c d e
13. a b c d e 18. a b c d e 23. a b c d e 28. a b c d e 33. a b c d e
14. a b c d e 19. a b c d e 24. a b c d e 29. a b c d e 34. a b c d e
15. a b c d e 20. a b c d e 25. a b c d e 30. a b c d e 35. a b c d e

SLOVNÍ ÚLOHY - TEST 3

PŘÍKLAD: č.1 a c d e č.2 a b c d e č.3 a b c d e

ÚLOHY:

11. a b c d e 16. a b c d e 21. a b c d e 26. a b c d e 31. a b c d e
12. a b c d e 17. a b c d e 22. a b c d e 27. a b c d e 32. a b c d e
13. a b c d e 18. a b c d e 23. a b c d e 28. a b c d e 33. a b c d e
14. a b c d e 19. a b c d e 24. a b c d e 29. a b c d e 34. a b c d e
15. a b c d e 20. a b c d e 25. a b c d e 30. a b c d e 35. a b c d e

SLOVNÍ ÚLOHY - TEST 4

PŘÍKLAD: č.1 a c d e č.2 a b c d e č.3 a b c d e

ÚLOHY:

11. a b c d e 16. a b c d e 21. a b c d e 26. a b c d e 31. a b c d e
12. a b c d e 17. a b c d e 22. a b c d e 27. a b c d e 32. a b c d e
13. a b c d e 18. a b c d e 23. a b c d e 28. a b c d e 33. a b c d e
14. a b c d e 19. a b c d e 24. a b c d e 29. a b c d e 34. a b c d e
15. a b c d e 20. a b c d e 25. a b c d e 30. a b c d e 35. a b c d e

POČETNÍ ÚLOHY- TEST 1

PŘÍKLAD: č.1 A B C č.2 A B C č.3 A B C č.4 A B C

ÚLOHY:

- | | | | | |
|--|--|--|--|--|
| 11. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 16. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 21. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 26. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 31. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C |
| 12. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 17. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 22. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 27. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 32. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C |
| 13. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 18. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 23. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 28. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 33. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C |
| 14. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 19. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 24. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 29. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 34. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C |
| 15. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 20. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 25. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 30. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C | 35. <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C |

POČETNÍ ÚLOHY - TEST 2

PŘÍKLAD: č.1 a b c d e č.2 a b c d e č.3 a b c d e

ÚLOHY:

- | | | | | |
|--|--|--|--|--|
| 9. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 13. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 17. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 21. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 25. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e |
| 10. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 14. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 18. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 22. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 26. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e |
| 11. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 15. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 19. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 23. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 27. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e |
| 12. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 16. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 20. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 24. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 28. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e |

POČETNÍ ÚLOHY- TEST 3

PŘÍKLAD: č.1 a b c d e č.2 a b c d e č.3 a b c d e

ÚLOHY:

- | | | | | |
|---|--|--|--|--|
| 7. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 10. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 13. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 16. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 19. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e |
| 8. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 11. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 14. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 17. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 20. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e |
| 9. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 12. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 15. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 18. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e | 21. <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> d <input type="checkbox"/> e |

OBRÁZKOVÉ ÚLOHY - TEST 1

PŘÍKLAD: č.1 (A B D E) č.2 (A B C D E) č.3 (A B C D E) č.4 (A B C D E)

ÚLOHY:

11. (A B C D E) 16. (A B C D E) 21. (A B C D E) 26. (A B C D E) 31. (A B C D E)
12. (A B C D E) 17. (A B C D E) 22. (A B C D E) 27. (A B C D E) 32. (A B C D E)
13. (A B C D E) 18. (A B C D E) 23. (A B C D E) 28. (A B C D E) 33. (A B C D E)
14. (A B C D E) 19. (A B C D E) 24. (A B C D E) 29. (A B C D E) 34. (A B C D E)
15. (A B C D E) 20. (A B C D E) 25. (A B C D E) 30. (A B C D E) 35. (A B C D E)

OBRÁZKOVÉ ÚLOHY - TEST 2

PŘÍKLAD: č.1 (A B C D E) č.2 (A B C D E) č.3 (A B C D E)

ÚLOHY:

11. (A B C D E) 16. (A B C D E) 21. (A B C D E) 26. (A B C D E) 31. (A B C D E)
12. (A B C D E) 17. (A B C D E) 22. (A B C D E) 27. (A B C D E) 32. (A B C D E)
13. (A B C D E) 18. (A B C D E) 23. (A B C D E) 28. (A B C D E) 33. (A B C D E)
14. (A B C D E) 19. (A B C D E) 24. (A B C D E) 29. (A B C D E) 34. (A B C D E)
15. (A B C D E) 20. (A B C D E) 25. (A B C D E) 30. (A B C D E) 35. (A B C D E)

OBRÁZKOVÉ ÚLOHY - TEST 2

PŘÍKLAD č.1

- tvar 1 (ano | ne)
tvar 2 (ano | ne)
tvar 3 (ano | ne)
tvar 4 (ano | ne)
tvar 5 (ano | ne)

PŘÍKLAD č.2

- tvar 6 (ano | ne)
tvar 7 (ano | ne)
tvar 8 (ano | ne)
tvar 9 (ano | ne)
tvar 10 (ano | ne)

PŘÍKLAD č.3

- tvar 11 (ano | ne)
tvar 12 (ano | ne)
tvar 13 (ano | ne)
tvar 14 (ano | ne)
tvar 15 (ano | ne)

ÚLOHA č.3

- tvar 11 (ano | ne)
tvar 12 (ano | ne)
tvar 13 (ano | ne)
tvar 14 (ano | ne)
tvar 15 (ano | ne)

ÚLOHA č.5

- tvar 21 (ano | ne)
tvar 22 (ano | ne)
tvar 23 (ano | ne)
tvar 24 (ano | ne)
tvar 25 (ano | ne)

ÚLOHA č.7

- tvar 31 (ano | ne)
tvar 32 (ano | ne)
tvar 33 (ano | ne)
tvar 34 (ano | ne)
tvar 35 (ano | ne)

ÚLOHA č.4

- tvar 16 (ano | ne)
tvar 17 (ano | ne)
tvar 18 (ano | ne)
tvar 19 (ano | ne)
tvar 20 (ano | ne)

ÚLOHA č.6

- tvar 26 (ano | ne)
tvar 27 (ano | ne)
tvar 28 (ano | ne)
tvar 29 (ano | ne)
tvar 30 (ano | ne)

ÚLOHA č.8

- tvar 36 (ano | ne)
tvar 37 (ano | ne)
tvar 38 (ano | ne)
tvar 39 (ano | ne)
tvar 40 (ano | ne)

Příloha 3: Test přírodovědné gramotnosti

Jméno a příjmení/přezdívká:

Dnešní datum:

Věk:

Třída:

Pohlaví (K = kluk, H = holka):

Úlohy v tomto testu se zřejmě tolik neliší od těch, na které jsi zvyklý/á z hodin přírodovědy. Zároveň je však ke každé otázce přiřazena řada čísel od 1-10. Označ na této řadě to, jak moc jsi si jistý/á, že jsi na danou otázku z přírodovědy odpověděl/a správně. Platí pravidlo: 0 = nejsem si vůbec jistý/á, 10 = jsem si naprosto jistý/a. Nejdříve však odpověz na jednoduché otázky.

Jaká byla tvoje poslední známka na vysvědčení (S – slovní hodnocení):

Přírodověda (Přírodopis):	1	2	3	4	5	S
Český jazyk	1	2	3	4	5	S
Matematika	1	2	3	4	5	S
Vlastivěda	1	2	3	4	5	S
Cizí jazyk	1	2	3	4	5	S
Informatika	1	2	3	4	5	S

Urči oblíbenost vyučovacích předmětů na škále 1 (nejvíce oblíbený) – 5 (nejméně oblíbený)

Přírodověda (Přírodopis):	1	2	3	4	5
Český jazyk	1	2	3	4	5
Matematika	1	2	3	4	5
Vlastivěda	1	2	3	4	5
Cizí jazyk	1	2	3	4	5
Informatika	1	2	3	4	5

Jak moc souhlasíš s následujícími větami o přírodovědě 1 (nejvíce) – 5 (nejméně):

a) Baví mě učit se přírodovědu	1	2	3	4	5
b) Nejraději bych se přírodovědu neučil/a	1	2	3	4	5
c) Přírodověda je nudná	1	2	3	4	5
d) V přírodovědě se naučím mnoho zajímavého	1	2	3	4	5
e) Přírodovědu mám rád/a	1	2	3	4	5
f) Těším se na hodiny přírodovědy	1	2	3	4	5
g) Přírodověda mě učí, jak věci ve světě fungují	1	2	3	4	5
h) Rád/a dělám přírodovědné pokusy	1	2	3	4	5
i) Přírodověda patří k mým oblíbeným předmětům	1	2	3	4	5
j) Přírodověda mi většinou jde	1	2	3	4	5
k) Přírodovědu se učím rychle	1	2	3	4	5

Úloha 4

V jakém skupenství jsou uvedené látky při pokojové teplotě? U každé látky zaškrtni jeden rámeček. První řádek máš udělaný jako příklad.

	Pevná látka	Tekutina	Plyn
papír.....	<input checked="" type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
kyslík.....	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
olej.....	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C
kuchyňská sůl.....	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 5

Lidé využívají energii různými způsoby. Energie pochází z mnoha zdrojů. Které z uvedených možností jsou zdroje energie? Zaškrtni vždy jeden rámeček v každém řádku.

Zdroj energie

	Ano	Ne
beton.....	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
vítr.....	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Slunce.....	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
písek.....	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
voda.....	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 6

Když se roztrhne papír, změní se jeho tvar, ale látky, ze kterých je papír, zůstanou stejné. Při které z těchto změn zůstane látka, z níž je předmět vyroben, stejná?

- A) natahování gumy
- B) rezivění kovu
- C) hoření dřeva
- D) pečení chleba

A	B	C	D
---	---	---	---

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 7

Po zemském povrchu teče voda. Kterým směrem teče?

- A) hory → řeky → oceány
B) oceány → hory → řeky
C) řeky → oceány → hory
D) hory → oceány → řeky

A	B	C	D
---	---	---	---

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 8

Za jak dlouho oběhne Země kolem Slunce?

- A) za 24 hodin
B) za měsíc
C) za rok
D) za 12 let

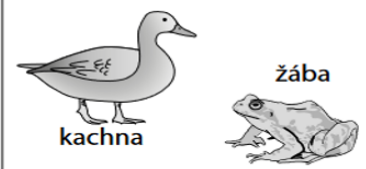

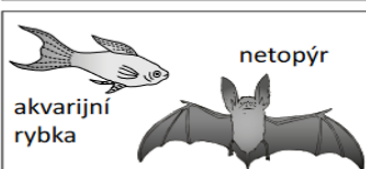

A	B	C	D
---	---	---	---

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 9

Na kterém obrázku jsou dva živočichové, kteří snášejí vejce?

- A)  kachna žába
- B)  pštros králík
- C)  akvarijní rybka netopýr
- D)  vrabec klokan

A	B	C	D
---	---	---	---

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 10

Všechny živé organismy na obrázku žijí na poušti.



jestřáb



hmyz



had



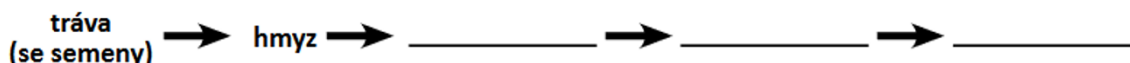
ještěrka



tráva (se semeny)

Adam začal kreslit potravní řetězec, který tyto organismy tvoří. Zařadil do něj trávu a hmyz, protože ví, že hmyz se živí semeny trávy.

Doplň do potravního řetězce názvy chybějících živých organismů.

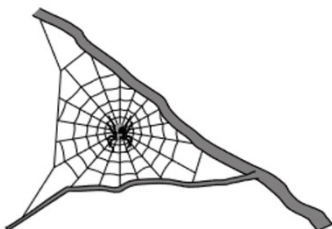


Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 11

David se chce zbavit pavouků na zahradě. Marek mu řekl, že to není dobrý nápad, protože pavouci jsou důležití pro životní prostředí. **Napiš jeden důvod, proč je důležité mít na zahradě pavouky.**



Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 12

Motýl monarcha je pro ptáky jedovatý. Jakou to má pro motýla monarchu výhodu?

A) Motýli přežijí a mohou naklást vajíčka

B) Motýli mohou jíst různé rostliny

C) Motýli mohou opylit více rostlin

D) Motýli mohou přispět ke snížení ptačí populace

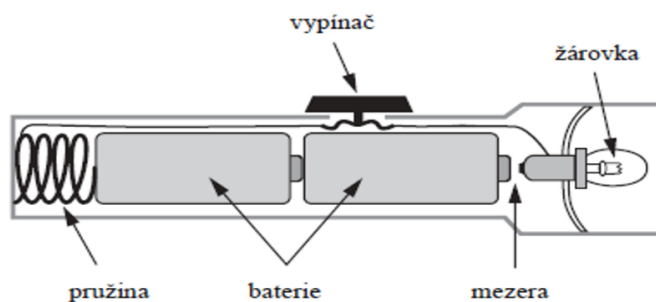
A	B	C	D
---	---	---	---

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 13

Jakub má baterku, která nefunguje. Zjistil, že mezi baterií a žárovkou je malá mezera.



Co může dát Jakub do mezery, aby žárovka svítila?

- A) Kousek dřeva
- B) Kovovou minci
- C) Proužek umělé hmoty
- D) Kousek tvrdého papíru

A	B	C	D
---	---	---	---

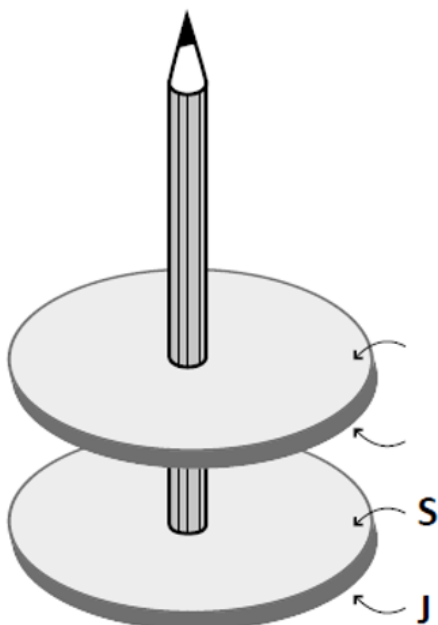
Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 14

Na obrázku jsou dva kruhové magnety nasazené na tužku. Horní magnet je odpuzován dolním magnetem. Póly dolního magnetu jsou označeny.

Označ póly horního magnetu.

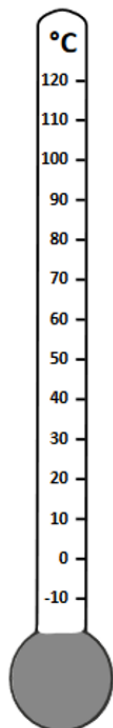


Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 15

Na obrázku je teploměr. Nakresli šipku od nápisu „bod mrazu vody“ k teplotě na teploměru, při které voda mrze.



bod mrazu vody

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 16

V následující tabulce jsou informace o počasí ze čtyř různých míst.

Místo	Teplota	Oblačnost
A	5 °C	oblačno
B	- 5 °C	jasno
C	- 5 °C	oblačno
D	5 °C	jasno

Ve kterém místě bude s největší pravděpodobností sněžit?

- A) místo A
- B) místo B
- C) místo C
- D) místo D

A B C D

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 17

Marek zasadil kvetoucí rostlinu do květináče s dostatkem hnojiva. Marek odjel na výlet a nechal rostlinu v tmavém pokoji. Věděl, že v pokoji nebude ani příliš horko, ani příliš chladno. Když se po dvou týdnech vrátil, rostlina uvadala. Napiš dva důvody, proč rostlina uvadala.

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 18

Následující činnosti člověka mohou mít buď kladný, nebo záporný vliv na životní prostředí.

Napiš X do správného sloupečku podle toho, zda má činnost kladný, nebo záporný vliv.

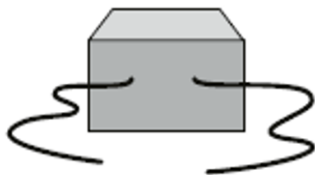
Činnost člověka	Kladný vliv	Záporný vliv
nahrazování stromů, které byly pokáceny		
vypouštění odpadů z továren do řek		
recyklace plechovek z hliníku		
vysoušení bažin kvůli bytové výstavbě		
používání jízdních kol pro přepravu		

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

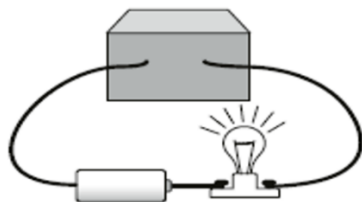
Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 19

Tomáš dal Robertovi uzavřenou dřevěnou krabičku, ze které vycházely dva dráty.



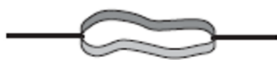
Tomáš řekl Robertovi, ať přijde na to, co je uvnitř krabičky, aniž by ji otevřel. Robert připojil ke dvěma drátům žárovku a baterii a žárovka se rozsvítila.



DALŠÍ STRANA

Co by mohlo být uvnitř krabičky?

A) gumička



B) dřevěná tužka



C) kovový klíč



D) sklenička



A	B	C	D
---	---	---	---

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Úloha 20

Na obrázku jsou nakresleny stíny ve třech různých okamžicích dne.

9:00



12:00



17:00



Vysvětli, proč se stíny změnily.

Jak moc jsi si jistý/á, že jsi úlohu vyřešil/a správně?

Nejsem si vůbec jistý/á 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Jsem si zcela jistý/á

Příloha 4: Tabulka norem, úroveň C, slovní baterie, Test kognitivních schopností (Thorndike & Hagen, 1998)

TABULKA 9: Slovní baterie

Úroveň C

Převod hrubého skóru na standardní věkový skór

Standard. skór	9:6	9:9	10:0	10:3	10:6	10:9	11:0	11:3	11:6	11:9	12:0	12:3	12:6	12:9	staniny	percentily
130+	91	91	92	92	93	93	94	94	95	95	95	96	96	96		98+
130	90	90	91	91	92	92	93	93	94	94	94	95	95	95		98
129	89	89	90	90	91	91	92	92	93	93	93	94	94	94	9	97
128	88	88	89	89	90	90	91	91	92	92	92	93	93	93		97
127	87	87	88	88	89	89	90	90	91	91	91	92	92	92		96
126	86	86	87	87	88	88	89	89	90	90	90	91	91	91		96
125	85	85	86	86	87	87	88	88	89	89	89	90	90	90		95
124	84	84	85	85	86	86	87	87	88	88	88	89	89	89		95
123	83	83	84	84	85	85	86	86	87	87	87	88	88	88		94
122	82	82	83	83	84	84	85	85	86	86	86	87	87	87		94
121	81	81	82	82	83	83	84	84	85	85	85	86	86	86		93
120	80	80	81	81	82	82	83	83	84	84	84	85	85	85		92
119	79	79	80	80	81	81	82	82	83	83	83	84	84	84	8	90
118	78	78	79	79	80	80	81	81	82	82	82	83	83	83		88
117	77	77	78	78	79	79	80	80	81	81	81	82	82	82		88
116	76	76	77	77	78	78	79	79	80	80	80	81	81	81		87
115	75	75	76	76	77	77	78	78	79	79	79	80	80	80		87
114	74	74	75	75	76	76	77	77	78	78	78	79	79	79		86
113	73	73	74	74	75	75	76	76	77	77	77	78	78	78		86
112	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	76	77	77	77		85
111	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	75	76	76	76		85
110	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	74	75	75	75		84
109	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	73	74	74	74	7	82
108	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	72	73	73	73		81
107	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72	72	72		81
106	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	71		80
105	65	65	66	66	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70		80
104	64	64	65	65	66	66	67	67	68	68	68	69	69	69		79
103	63	63	64	64	65	65	66	66	67	67	67	68	68	68		79
102	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66	66	67	67	67		78
101	61	61	62	62	63	63	64	64	65	65	65	66	66	66		78
100	60	60	61	61	62	62	63	63	64	64	64	65	65	65		77
99	59	59	60	60	61	61	62	62	63	63	63	64	64	64	6	72
98	58	58	59	59	60	60	61	61	62	62	62	63	63	63		70
97	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61	61	62	62	62		68
96	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	60	61	61	61		68
95	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	59	60	60	60		65
94	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	58	59	59	59		63
93	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	57	58	58	58		63
92	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	56	57	57	57		60
91	51	51	52	52	53	53	54	54	55	55	55	56	56	56		58
90	50	50	51	51	52	52	53	53	54	54	54	55	55	55		58
89	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	53	54	54	54	5	55
88	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52	52	53	53	53		53
87	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	51	52	52	52		53
86	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	50	51	51	51		53
85	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	49	50	50	50		53
84	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	48	49	49	49		53
83	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	47	48	48	48		53
82	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	46	47	47	47		53
81	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	45	46	46	46		53
80	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	44	45	45	45		50
79	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43	43	44	44	44	4	47
78	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	42	43	43	43		45
77	37	37	38	38	39	39	40	40	41	41	41	42	42	42		45
76	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40	40	41	41	41		44
75	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	39	40	40	40		44
74	34	34	35	35	36	36	37	37	38	38	38	39	39	39		43
73	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37	37	38	38	38		43
72	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	36	37	37	37		43
71	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36		43
70	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35	35		43
70-	0-15	0-16	0-17	0-19	0-20	0-21	0-23	0-25	0-26	0-28	0-30	0-32	0-34	0-36	3	23
69	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33	33	34	34	34		21
68	28	28	29	29	30	30	31	31	32	32	32	33	33	33		21
67	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	32	32	32		19
66	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	31		19
65	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30		17
64	24	24	25	25	26	26	27	27	28	28	28	29	29	29		17
63	23	23	24	24	25	25	26	26	27	27	27	28	28	28		16
62	22	22	23	23	24	24	25	25	26	26	26	27	27	27		16
61	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25	25	26	26	26		14
60	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	24	25	25	25	14	
59	19	19	20	20	21	21	22	22	23	23	23	24	24	24	2	11
58	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	22	23	23	23		11
57	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	21	22	22	22		11
56	16	16	17	17	18	18	19	19	20	20	20	21	21	21		11
55	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	19	20	20	20		11
54	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	18	19	19	19		11
53	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	17	18	18	18		10
52	12	12	13	13	14	14	15	15	16	16	16	17	17	17		10
51	11	11	12	12	13	13	14	14	15	15	15	16	16	16		9
50	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15		9
49	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	13	14	14	14	1	8
48	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	12	13	13	13		7
47	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12		7
46	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	11		6
45																

Příloha 5: Tabulka norem, úroveň C, početní baterie, Test kognitivních schopností (Thorndike & Hagen, 1998)

TABULKA 10: Početní baterie

Úroveň C

Převod hrubého skóru na standardní věkový skór

Standard. skór	9:6	9:9	10:0	10:3	10:6	10:9	11:0	11:3	11:6	11:9	12:0	12:3	12:6	12:9	staniny	percentily
130+	59	59	59	60	60	60	60	60	60	60	60	-	-	-	98+	98+
130	58	-	-	59	59	-	-	-	-	-	-	60	-	-	97	97
129	-	58	58	-	-	59	59	-	-	-	-	-	60	-	96	96
128	57	-	-	58	58	-	-	59	59	-	-	-	-	60	95	95
127	-	57	57	-	-	58	-	-	-	-	59	-	-	-	94	94
126	56	-	-	57	-	-	58	-	-	-	-	-	-	-	93	93
125	-	56	56	-	57	-	-	58	-	-	-	59	-	-	92	92
124	55	-	-	56	-	57	-	-	58	-	-	-	59	-	91	91
123	-	55	55	-	56	-	57	-	-	58	-	-	-	59	90	90
122	54	-	-	55	-	56	-	57	-	-	58	-	-	-	88	88
121	-	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	87	87
120	53	53	54	54	55	-	56	-	57	57	-	-	-	58	86	86
119	52	-	53	-	54	55	-	56	-	57	57	-	-	-	84	84
118	-	52	-	53	-	-	55	-	56	-	56	-	57	-	82	82
117	51	-	52	-	53	54	-	55	-	56	-	-	57	-	81	81
116	50	51	-	52	-	-	54	-	55	-	-	-	-	-	79	79
115	-	50	51	-	52	53	-	54	-	55	-	56	-	57	77	77
114	49	-	50	51	-	-	53	-	54	-	55	-	56	-	75	75
113	-	49	-	-	51	52	-	53	-	54	-	55	-	-	72	72
112	48	-	49	50	-	-	52	-	53	-	54	-	-	56	70	70
111	47	48	-	-	50	51	-	52	-	53	-	-	55	-	68	68
110	46	47	48	49	-	50	51	51	52	52	53	54	-	55	65	65
109	-	46	47	48	49	-	50	-	51	-	-	53	54	-	63	63
108	45	-	46	47	48	49	49	50	-	51	52	-	53	54	60	60
107	44	45	-	-	47	48	-	49	50	-	51	52	-	-	58	58
106	43	44	45	46	-	-	48	-	49	50	-	-	52	53	55	55
105	42	43	44	45	46	47	47	48	-	19	50	51	-	52	53	53
104	41	42	43	44	45	46	-	47	48	-	-	50	51	-	51	51
103	-	-	-	-	44	45	46	-	-	48	49	-	50	51	50	50
102	40	41	42	43	-	-	45	46	47	-	48	49	-	-	50	50
101	39	40	41	42	43	44	-	-	46	47	-	-	49	50	50	50
100	38	39	40	41	42	43	44	45	45	46	47	48	-	49	50	50
99	37	38	39	40	41	42	43	44	-	45	46	47	48	-	47	47
98	-	-	-	-	-	-	42	43	44	-	45	46	47	48	45	45
97	36	37	38	39	40	41	-	42	43	44	-	-	46	47	42	42
96	35	36	37	38	39	40	41	-	42	43	44	45	-	-	39	39
95	34	35	36	37	38	39	40	41	41	42	43	44	45	46	37	37
94	33	34	35	36	37	38	39	40	-	41	42	43	44	45	34	34
93	-	-	-	-	-	-	38	39	40	-	-	-	43	44	32	32
92	32	33	34	35	36	37	-	38	39	40	41	42	-	-	30	30
91	31	32	33	34	35	36	37	-	38	39	40	41	42	43	27	27
90	30	31	32	33	34	35	36	37	37	38	39	40	41	42	25	25
89	29	30	31	32	33	34	35	36	-	37	38	39	40	41	23	23
88	28	29	30	31	32	-	34	35	36	-	-	38	39	40	21	21
87	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	-	-	39	19	19
86	26	27	28	29	30	-	32	33	34	35	36	37	38	-	17	17
85	25	26	27	28	29	31	-	32	33	34	35	36	37	38	16	16
84	24	25	26	27	-	30	31	-	32	33	34	35	36	37	14	14
83	23	24	25	26	28	29	30	31	-	-	33	34	35	36	13	13
82	22	23	24	25	27	28	29	30	31	32	-	33	34	35	11	11
81	21	22	23	-	26	27	28	29	30	31	32	-	33	34	10	10
80	20	21	22	24	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33	9	9
79	19	20	21	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31	32	8	8
78	18	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	30	31	7	7
77	17	18	-	21	22	23	24	25	26	27	28	29	-	30	6	6
76	16	-	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	-	5	5
75	-	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	5	5
74	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	4	4
73	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	4	4
72	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	3	3
71	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	3	3
70	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	2	2
70-	0-10	0-11	0-12	0-13	0-14	0-15	0-16	0-17	0-18	0-19	0-20	0-21	0-22	0-23	1	2-

Příloha 6: Tabulka norem, úroveň C, obrázková baterie, Test kognitivních schopností (Thorndike & Hagen, 1998)

TABULKA 11: Obrázková baterie

Úroveň C

Převod hrubého skóru na standardní věkový skór

Standard. skór	9:6	9:9	10:0	10:3	10:6	10:9	11:0	11:3	11:6	11:9	12:0	12:3	12:6	12:9	staniny	percentily
130+	80	80	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		98+
130	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		98
129	79	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	97
128	-	79	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-		97
127	-	-	79	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-		96
126	-	-	-	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-		96
125	-	-	-	79	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-		95
124	78	-	-	-	79	-	-	-	-	80	80	80	80	-	95	
123	-	78	-	-	-	79	-	-	-	-	-	-	-	-	94	
122	-	-	78	-	-	-	79	-	-	-	-	-	-	-	93	
121	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92	
120	77	-	-	78	78	-	-	79	79	-	-	-	-	-	91	
119	-	77	77	-	-	78	78	-	-	79	79	79	-	-	90	
118	76	-	-	77	77	-	-	78	-	-	-	-	79	79	88	
117	-	76	76	-	-	77	-	-	78	78	-	-	-	-	87	
116	75	-	-	76	-	-	77	-	-	-	78	-	-	-	86	
115	-	75	75	-	76	-	-	77	77	-	-	78	-	-	84	
114	74	-	-	75	-	76	76	-	-	77	-	-	78	-	82	
113	-	74	74	-	75	-	-	76	-	77	-	-	78	78	81	
112	73	-	-	74	-	75	-	-	76	76	-	77	-	-	79	
111	-	73	-	-	-	-	75	-	-	-	-	-	-	-	77	
110	72	72	73	73	74	74	-	75	75	-	76	-	77	-	75	
109	71	-	72	-	73	-	74	74	-	75	-	76	-	77	72	
108	-	71	-	72	-	73	-	-	74	-	75	-	76	-	70	
107	70	-	71	-	72	-	73	73	-	74	-	75	-	76	68	
106	-	70	-	71	-	72	72	-	73	-	74	-	75	-	65	
105	69	69	70	70	71	71	-	72	-	73	-	74	-	75	63	
104	68	-	69	-	70	-	71	-	72	-	73	-	74	-	60	
103	-	68	-	69	-	70	-	71	-	72	-	73	-	74	58	
102	67	-	68	-	69	-	70	-	71	-	72	-	73	-	55	
101	-	67	-	68	-	69	-	70	-	71	-	72	-	73	53	
100	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	50	
99	64	65	66	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	47	
98	63	64	65	65	66	66	67	67	68	-	69	-	70	-	45	
97	62	63	64	64	65	65	66	-	67	68	68	69	69	70	42	
96	61	62	63	63	64	-	65	66	66	67	-	68	-	69	39	
95	60	61	62	62	63	64	64	65	-	66	67	67	68	68	37	
94	59	60	61	61	62	63	63	64	65	65	66	66	67	67	34	
93	58	59	60	60	61	62	-	63	64	-	65	-	66	-	32	
92	57	58	59	59	60	61	62	62	63	64	64	65	65	66	30	
91	56	57	58	-	59	60	61	-	62	63	-	64	-	65	27	
90	55	56	57	58	58	59	60	61	61	62	63	63	64	64	25	
89	54	55	55	56	57	58	58	59	60	61	61	62	62	63	23	
88	52	53	54	55	56	56	57	58	59	60	60	61	61	62	21	
87	51	52	52	53	54	55	56	57	58	58	59	60	60	61	19	
86	49	50	51	52	53	54	55	56	56	57	58	59	59	60	17	
85	44	45	46	48	49	51	52	53	54	56	57	58	59	60	16	
84	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	56	57	58	14	
83	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	54	55	56	57	13	
82	43	44	45	46	47	49	50	51	51	52	53	54	55	56	11	
81	41	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	10	
80	40	41	42	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	9	
79	38	40	41	42	43	44	45	46	47	49	50	51	52	53	8	
78	37	38	39	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	7	
77	36	37	38	39	40	41	42	43	44	46	47	48	49	50	6	
76	34	35	36	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	5	
75	33	34	35	36	37	38	39	40	41	43	44	45	46	47	5	
74	32	33	34	35	35	36	38	39	40	41	42	43	44	45	4	
73	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43	44	4	
72	29	30	31	32	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	3	
71	28	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	40	41	3	
70	26	27	28	29	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	2	
70-	0-25	0-26	0-27	0-28	0-28	0-29	0-30	0-32	0-33	0-34	0-35	0-36	0-37	0-38	1	2-

Příloha 7: Konstrukce proměnných Socioekonomické skóre domácnosti a ABCDE socioekonomická klasifikace (Nielsen Admosphere, 2022)

Q1	Kolik má Vaše domácnost členů (včetně Vás).				
Q2	Kolik má Vaše domácnost členů ve věku 0-18 let (včetně).				
Q3	V jakém kraji Vaše domácnost bydlí?	(Hl. m.) Praha		1	
		Středočeský kraj		2	
		Jihočeský kraj		3	
		Plzeňský kraj		4	
		Karlovarský kraj		5	
		Ústecký kraj		6	
		Liberecký kraj		7	
		Královéhradecký kraj		8	
		Pardubický kraj		9	
		Vysočina		10	
		Jihomoravský kraj		11	
		Olomoucký kraj		12	
		Zlínský kraj		13	
		Moravskoslezský kraj		14	
Q4	Jaké je nejvyšší dokončené vzdělání hlavy Vaší domácnosti?	Základní (i neukončené), bez vzdělání		1	
		Vyučen bez maturity		2	
		Středoškolské s maturitou		3	
		Vyšší odborné, vysokoškolské bakalářské		4	
		Vysokoškolské magisterské a vyšší		5	
Q5	Jaké je v současné době profesní postavení hlavy Vaší domácnosti?	Ekonomicky neaktivní	Nezaměstnaný		1
			Student, v domácnosti, na rodičovské dovolené apod.		2
			Nepracující důchodce		3
		Ekonomicky aktivní	Zaměstnanec bez podřízených		4
			Zaměstnanec - nižší vedoucí (1-5 podřízených)		5
			Zaměstnanec - vyšší vedoucí (6 a více podřízených)		6
			Zaměstnanec - vrcholový manažer, ředitel podniku		7
			Soukromý podnikatel bez zaměstnanců (OSVČ)		8
			Soukromý podnikatel s 1-5 zaměstnanci		9
			Soukromý podnikatel s 6 a více zaměstnanci		10
Q6	Kolik má Vaše domácnost celkem ekonomicky aktivních členů?				
Q7	Co z následujícího vlastní Vaše domácnost?	a	Automobil mladší 10 let (včetně firemního pro osobní účely)	0	1
		b	Chata, chalupa	0	1
		c	Internetové připojení v domácnosti	0	1
		d	Elektrická vrtačka	0	1
		e	Mikrovlnná trouba	0	1

ANOTACE

Cílem publikace (monografie) s názvem *Vliv kognitivních schopností na rozvoj přírodovědné gramotnosti u žáků prvního stupně základní školy* je rozpoznat odlišnosti v kognitivních schopnostech u žáků prvního stupně základní školy ve vztahu k míře jejich přírodovědné gramotnosti.

Teoretická část předložené monografie se úzce dotýká problematiky kognitivních schopností a rozvojem přírodovědné gramotnosti u žáků mladšího školního věku. Věnujeme se obecnému vymezení přírodovědné gramotnosti z historického vývoje. Reflektujeme a diskutujeme z vybraných výzkumů významné faktory, ovlivňující podmínky, průběh a výsledky vzdělávání žáků v přírodních vědách. Předmětem našeho zájmu jsou i možnosti rozvoje přírodovědné gramotnosti.

Výzkumnou část naší práce tvoří výsledky šetření standardizovaným Testem kognitivních schopností-TKS (Thorndike & Hagen, 1998) a didaktickým testem zaměřeným na zjištění úrovně přírodovědné gramotnosti u žáků čtvrtých ročníků základních škol, který je inspirovaný uvolněnými úlohami mezinárodního šetření TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*). Cílem výzkumného šetření je ověřit vliv kognitivních schopností ve vztahu k rozvoji přírodovědné gramotnosti. Celkový počet respondentů výzkumného šetření je 393, z toho 211 chlapců (54 %) a 182 dívek (46 %). Z výsledků byla zjištěna středně silná korelace vlivu kognitivních schopností na výsledky žáků v didaktickém testu přírodovědné gramotnosti. Součástí práce je také širší polemika zjištěných závěrů, formulace relevantních závěrů a doporučení pro praxi primárního přírodovědného vzdělávání.

Klíčová slova

kognitivní schopnosti, přírodovědná gramotnost, standardizovaný test, mladší školní věk, didaktický test, mezinárodní šetření TIMSS

ABSTRACT

The aim of the publication (monograph) entitled *The influence of cognitive abilities on the development of science literacy among primary school pupils* is to recognize differences in the cognitive abilities of primary school pupils in relation to their level of science literacy.

The theoretical part of the presented monograph is closely related to the issue of cognitive abilities and the development of science literacy among pupils of younger school age. We are devoted to the general definition of science literacy from historical development. We reflect and discuss from selected research important factors affecting the conditions, progress and results of the education of pupils in the natural sciences. We are also interested in the possibilities of developing science literacy.

The research part of our work consists of the results of the standardized Test of Cognitive Abilities-TKS (Thorndike & Hagen, 1998) and a didactic test aimed at determining the level of science literacy among students in the fourth grade of elementary schools, which is inspired by the relaxed tasks of the international survey TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Studies*). The goal of the research investigation is to verify the influence of cognitive abilities in relation to the development of science literacy. The total number of respondents to the research survey is 393, of which 211 are boys (54%) and 182 are girls (46%). The results showed a moderately strong correlation of the influence of cognitive abilities on the results of students in the didactic science literacy test. The work also includes a broader polemic of the established conclusions, the formulation of relevant conclusions and recommendations for the practice of primary science education.

Key words

cognitive abilities, science literacy, standardized test, younger school age, didactic test, international TIMSS survey

PaedDr. Ing. Jan Tirpák, Ph.D., MBA

Akademický pracovník Pedagogické fakulty Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. V rámci své pracovní činnosti se věnuje problematice etopedie a poruch chování. Již při studiu na univerzitě se stal lektorem kurzů Finanční gramotnosti a Učebních programů pro mladistvé, které jsou zaměřené na mladistvé s poruchami chování. Dále pracoval jako vedoucí oddělení turistiky v Domě dětí a na Městském úřadu v Roudnici nad Labem na pozici Kurátor pro děti a mládež. S uvedenou problematikou souvisí i jeho publikační činnost se zaměřením na sociálně právní ochranu dětí a mladistvých s poruchami chování. V současné době působí jako odborný asistent na Katedře speciální a sociální pedagogiky UJEP v Ústí nad Labem a na Katedře speciální pedagogiky Univerzity Karlovy v Praze. Mezi vyučované předměty patří především problematika speciální pedagogiky se zaměřením na etopedii.

doc. PhDr. Vlastimil Chytrý, Ph.D.

Akademický pracovník Pedagogické fakulty Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, kde se věnuje přípravě budoucích učitelů. Kromě problematiky matematického a logického myšlení žáků základních a středních škol se také zajímá o matematické a logické hry potažmo výukové metody, s čímž je také velice úzce propojena jeho publikační činnost ve formě článků a monografií. Dále se profiluje v oboru statistiky. Je autorem studijních materiálů, pracovních sešitů a skript zaměřených na výukové metody ve vyučování matematice a na didaktiku geometrie. Spolupracuje na významných projektech, mezi které je možné zařadit: EMPAS – Engaging Migrants Parents and Children – Raising achievement in Children´s Centres and Schools z programu Evropské komise PROGRESS, Otevřená univerzita, otevřená věda; To je věda, seznamte se – podpora systematické práce s žáky a studenty v oblasti vědy, výzkumu a vývoje; Nadání je třeba rozvíjet. Dlouhodobě spolupracuje s Fakultou přírodních věd Univerzity Konstantína Filozofa v Nitře. V současné době působí na pozici prorektora pro rozvoj a digitalizaci Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem.