

Zjišťování úrovně přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků pomocí testu TOSLS

Determining the level of scientific literacy of high school and university students with the TOSLS test

 Eva Hejnová^{1,*}

¹ Přírodovědecká fakulta, Univerzita J. E. Purkyně, Pasteurova 15, 400 96 Ústí nad Labem; eva.hejnova@ujep.cz

Cílem prezentované studie bylo pomocí testu TOSLS (Test of Scientific Literacy Skills) diagnostikovat úroveň přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků. Test zahrnuje dovednosti týkající se hlavních aspektů přírodovědné gramotnosti, jako je rozpoznávání a používání výzkumných metod vedoucích k vědeckým poznatkům a schopnost organizovat, analyzovat a interpretovat kvantitativní údaje a vědecké informace. Studie se účastnilo 195 žáků třetích a čtvrtých ročníků z šesti gymnázií v Ústeckém kraji a 130 studentů ze tří českých vysokých škol. Statistická analýza ukázala, že testové skóre závisí u všech dílčích dovedností, jimiž je přírodovědná gramotnost v testu TOSLS vymezena, na testované skupině. Míry věcné významnosti však ukázaly, že rozdíly mezi některými skupinami jsou jen málo významné. Bylo zjištěno, že gymnazisté i vysokoškoláci prokazují dobré výsledky v dovednostech zaměřených na rozpoznání platného vědeckého postupu, čtení a interpretaci grafického znázornění dat a řešení problémů s využitím kvantitativních dovedností, včetně jednoduché statistiky. Potíže naopak mají s dovednostmi souvisejícími s identifikací silných a slabých stránek výzkumu a s porozuměním a interpretací statistických výroků. Poměrně nízká reliabilita testu zjištěná v prezentované studii ukazuje na výskyt několika úloh, které mezi řešiteli s horšími a lepšími výsledky v testu dobře nerozlišují.

Klíčová slova:
gymnazisté,
přírodovědná
gramotnost, test
TOSLS, vysokoškolští
studenti.

Zasláno 2/2024
Revidováno 5/2024
Přijato 6/2024

The purpose of this study was to test the methodology for determining the level of scientific literacy of high school and university students using the Test of Scientific Literacy (TOSLS). 195 third- and fourth-year students from six high schools and 130 students from three Czech universities participated in the study. Descriptive and inductive statistical methods were used for data analysis. It was found that both high school and university students showed good results in skills aimed at evaluating the uses and misuses of scientific information, reading and interpreting graphical representations of the data, and solving problems using quantitative skills, including basic statistics. In contrast, they have difficulty with skills related to identifying strengths and weaknesses in research and understanding and interpreting basic statistics. In determining the levels of the sub-skills that define scientific literacy in the TOSLS, statistical analysis showed that test scores for all sub-skills depend on the group of students tested. The relatively low reliability found in the present study and in other international studies indicates the presence of several tasks that do not distinguish well between lower and higher scorers on the test.

Key words:
high school students,
scientific literacy, Test of
scientific literacy skills
(TOSLS), university
students.

Received 2/2024
Revised 5/2024
Accepted 6/2024

1 Úvod

V posledních desetiletích probíhají po celém světě hnutí za reformu vzdělávání s cílem podpořit přírodovědnou gramotnost žáků, studentů i širší občanské veřejnosti. Tvůrci vzdělávacích politik se shodují na tom, že základním předpokladem přírodovědné gramotnosti jsou takové znalosti a dovednosti, které si musí každý občan osvojit, aby se mohl plně zapojit do života společnosti. To se jasně projevilo i během nedávné pandemie Covid-19, kdy se vědecká komunikace, tj. sdílení vědeckých poznatků mezi vědci a veřejností, dostávala do popředí výrazněji než jindy. Pandemie Covid-19 jednoznačně ukázala na důležitost přírodovědné gramotnosti jak u širší populace, tak zejména u osob s rozhodujícími pravomocemi (Schneegans & Nair-Bedouelle, 2021). Zároveň také odhalila, že věda často neposkytuje rychlé, jasné a jednoznačné závěry; její podstatou je nejistota, kterou je třeba nejen akceptovat, ale také umět rozlišit její různou míru (Trnka, 2022).

V posledních letech jsou tradiční systémy vzdělávání, které se soustředily vesměs na předávání znalostí, postupně nahrazovány novými přístupy, jež hledají k předávání znalostí a dovedností inovativní cesty, včetně začleňování různých alternativních metod, které mohou žáky motivovat k učení i k touze po vědění. Jednou z alternativních metod, která na přelomu 20. a 21. století postupně získala popularitu mezi odborníky i učiteli, je pedagogický konstruktivismus. Ten představuje v didaktice přírodovědných předmětů jedno z dominantních soudobých paradigmat, neboť konstruktivistické přístupy ve výuce mohou

žákům účinně pomáhat k hlubšímu porozumění základním přírodovědným konceptům. Tyto skutečnosti jsou reflektovány i v kurikulárních dokumentech, ve kterých je patrný rostoucí důraz na témata související s každodenním životem, jež mají zvyšovat potřebu žáků poznávat a vzdělávat se (Bennett & Lubben, 2006).

Od počátku 90. let 20. století bylo ve vzdělávání v oblasti přírodních věd ve většině vyspělých zemí také stále více zdůrazňováno vědecké myšlení a uvažování. Podle Kuhn (1993) by mělo vzdělávání usilovat o to, aby žáci chápali význam vědeckého myšlení pro svůj každodenní život a aby jim pomáhalo tento typ myšlení rozvíjet. Nové vzdělávací systémy se proto zaměřovaly na hledání paralel mezi myšlením vědců a každodenním myšlením a uvažováním,¹ a zároveň přizpůsobovaly výukové metody znalostním strukturám žáků (Janoušková et al., 2021).

Prezentovaná studie se zaměřuje na zjišťování úrovně přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků pomocí testu TOSLS (Test of Scientific Literacy Skills) a ověřuje možnosti jeho použití v našich vzdělávacích podmínkách. Konkrétně hledá odpovědi na tři výzkumné otázky:

1. Jaká je úroveň přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků, jak je diagnostikována pomocí testu TOSLS?
2. Jaké jsou rozdíly v úrovni dílčích dovedností, jimiž je v testu TOSLS přírodovědná gramotnost vymezena, mezi gymnazisty a vysokoškoláky?
3. Je test TOSLS vhodným diagnostickým nástrojem pro hodnocení přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků v kontextu českého vzdělávacího prostředí?

2 Koncept přírodovědné gramotnosti

Koncept přírodovědné gramotnosti začal být ve světě tematizován od 50. let minulého století. Mnozí autoři považují přírodovědnou gramotnost především za výsledný aspekt vzdělávání v přírodovědných předmětech, jako je například fyzika, chemie a biologie. Nicméně přesně definovat tento koncept bylo vždy obtížné, proto na jeho definici dosud ve světě nepanuje shoda. V České republice převažuje používání termínu přírodovědná gramotnost ve smyslu vymezeném například studií Janouškové et al. (2019), která vychází z analýzy několika českých dokumentů pro základní vzdělávání. Ty shodně do přírodovědné gramotnosti zahrnují znalost a používání přírodovědných pojmů, znalost a používání vědeckých metod, reflexi vědecké práce a širší kontext přírodovědného poznání. Jak uvádí tato studie, jeden ze základních kurikulárních dokumentů, Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (MŠMT, 2021), formálně s pojmem přírodovědné gramotnosti nepracuje, i když věcně tomu tak není, tj. pojem přírodovědné gramotnosti je v tomto dokumentu poměrně podrobně rozpracováván.

V anglosaských zemích jsou pro přírodovědnou gramotnost používány dva termíny: *scientific literacy* nebo *science literacy*. Oba termíny však měly a stále mají širokou škálu významů. Často jsou používány zaměnitelně a rozdíl mezi nimi závisí na kontextu a interpretaci jednotlivých autorů. Někteří autoři mezi oběma termíny nerozlišují, viz například výše uvedená studie Janouškové et al. (2019), která uvádí oba termíny a rozdíly mezi nimi neřeší.

Nicméně například Maienschein et al. (1998) uvádí dva různé přístupy k chápání těchto termínů. První přístup, pro který používá termín *science literacy*, klade důraz na praktické výsledky, tj. zejména na vzdělávání produktivních členů společnosti, kteří tak získávají konkrétní vědecké nebo technické znalosti a dovednosti. Druhý přístup, který odvozuje od termínu *scientific literacy*, klade důraz na vědecké způsoby poznávání a na proces kritického a tvůrčího myšlení vztaheného k okolnímu světu. V tomto smyslu je tedy přírodovědná gramotnost cenná pro každého a měla by jí být obecně vybavena široká veřejnost (De Boer, 2000). Podobně také Schneegans a Nair-Bedouelle (2021) mezi oběma termíny rozlišují, a to v podobném významu,² jak je tomu u obou výše zmíněných přístupů. Přírodovědná gramotnost ve smyslu *science literacy* klade důraz na osvojení vědeckých nebo technických znalostí pro praktické využití s cílem vychovat novou generaci vědců, inženýrů a techniků. Tato specializovaná skupina ale tvoří jen malou část populace.³ Přírodovědná gramotnost ve smyslu *scientific literacy* je naproti tomu zaměřena na širší populaci. Jejím cílem je zprostředkovat lidem vědecký způsob myšlení, aby byli schopni přistupovat k problémům z analytické perspektivy, ale také se moudře rozhodovat na základě toho, že jim tato schopnost umožní rozlišit spolehlivé vědecké informace od různých nepodložených tvrzení.

¹Myšlením myslíme duševní proces, který může být buď vědomý, nebo i nevědomý. Uvažování jakožto dílčí proces myšlení je vždy vědomý proces.

²Termíny *scientific literacy* a *science literacy* odlišuje Zpráva o vědě UNESCO (UNESCO Science Report) z roku 2021.

³Schneegans a Nair-Bedouelle (2021, s. 18) uvádí, že i v takové vysoce průmyslové zemi, jakou je Německo, připadalo v roce 2018 podle statistického institutu UNESCO na milion obyvatel pouze 5 212 výzkumných pracovníků, tj. pouze 0,5 %, a 2018 techniků, což činí přibližně 0,2 %.

Je zřejmé, že oba přístupy mohou mít pro utváření koncepčních rámců vzdělávání v přírodních vědách různé důsledky. Přírodovědná gramotnost ve smyslu termínu *science literacy* směřuje primárně k osvojení vědeckých faktů a principů zejména v kontextu školního vzdělávání. Naproti tomu přírodovědná gramotnost ve smyslu termínu *scientific literacy* školní kontext přesahuje tím, že se vztahuje k širšímu okolnímu světu; klade důraz na schopnost používat vědecké myšlení a metody při řešení problémů, rozhodování a pochopení dopadu vědy na společnost i osobní život jednotlivce.

Význam přírodovědné gramotnosti ve smyslu termínu *scientific literacy* posílilo zejména mezinárodní šetření PISA⁴, ve kterém byla tato gramotnost považována za ústřední koncept pro hodnocení přírodovědných znalostí a dovedností. Definice přírodovědné gramotnosti formulovaná pro účely tohoto šetření zahrnuje „schopnost přemýšlet a jednat ve všech věcech souvisejících s přírodními vědami a jejich principy jako aktivní občan“ (Česká školní inspekce, 2017). Cílem vzdělávání není vychovávat „malé vědce“, ale vést žáky primárně k zodpovědnému občanství, tj. učit je kriticky přemýšlet, aplikovat získané znalosti a dovednosti v reálném světě a zapojovat se do společenského života jako aktivní a informovaný občan. Jak však uvádí Janoušková et al. (2019, s. 97), ani pod silným vlivem šetření PISA nebyla definice přírodovědné gramotnosti, s níž PISA pracuje, vědeckou komunitou přijata jako jediná možná, a o jejím vymezení se tak stále vedou diskuse.

Výzkumníci se zatím neshodují na jednotném souboru měřitelných dovedností, které jsou pro přírodovědnou gramotnost rozhodující. Jednomyslně se shodnou pouze na tom, že tyto dovednosti musí zahrnovat konceptuální porozumění a názory na vědu a společnost (Bauer et al., 2007). Podle Aronse (1983) by si přírodovědně gramotný člověk měl být vědom i těsné analogie mezi některými myšlenkovými postupy v přírodních vědách a v jiných vědních disciplínách (historii, ekonomii a sociologii), jako je např. vytváření pojmů, testování hypotéz, rozlišování mezi pozorováním a myšlenkovou dedukcí, konstrukce modelů a provádění hypoteticko-deduktivních úvah. Hammer a Dusek (2006) zdůrazňují, že studenti by měli být také schopni vnímat vzájemné propojení vědy se společností a kulturou. Je tedy zřejmé, že koncept přírodovědné gramotnosti je třeba rozšířit a klást rovněž důraz na sociální, kulturní, politické, etické a environmentální otázky, které s vědou úzce souvisejí (Hammer & Dusek, 2006; Liu, 2013; Osborne, 2013).

Tyto skutečnosti v jisté míře reflektuje i nový koncepční rámec šetření PISA pro rok 2025, který se posouvá k širšímu pojetí přírodovědné gramotnosti (OECD, 2023). To se již nezaměřuje primárně jen na přírodovědnou gramotnost, ale na obecné výsledky přírodovědného vzdělávání s cílem harmonizovat koncepční rámec pro oblast přírodních věd s koncepčními rámci pro matematiku a čtení. Přírodovědné dovednosti dle tohoto rámce zahrnují tři oblasti: vysvětlovat jevy vědecky; vytvářet a vyhodnocovat návrhy přírodovědného zkoumání a kriticky interpretovat přírodovědná data a důkazy; vyhledávat, vyhodnocovat a využívat vědecké informace k rozhodování a jednání. Kromě toho nový koncept šetření PISA více akcentuje environmentální vzdělávání a vzdělávání k udržitelnosti a sleduje též širší koncept označovaný jako „přírodovědná identita“, který směřuje v oblasti přírodních věd k větší komplexnosti.

3 Zjišťování úrovně přírodovědné gramotnosti

Protože je přírodovědná gramotnost potřebná v běžném životě, začleňuje se v různé míře také do vzdělávacích programů, což vede k potřebě sledovat rozvoj přírodovědné gramotnosti žáků a studentů. Abychom získali přesnější informaci o úrovni jejich přírodovědné gramotnosti, je důležité mít k dispozici vhodný diagnostický nástroj, který bude snadno použitelný, praktický, ale zároveň validní a dostatečně spolehlivý. Testy, které jsou za tímto účelem nejčastěji konstruovány, obvykle vycházejí ze široké diskuse odborníků. Jejím výsledkem je identifikace podstatných složek přírodovědné gramotnosti, které lze zformulovat do měřitelných konstruktů, aby bylo možné účinně hodnotit, do jaké míry je žáci a studenti ovládají.

Přírodovědná gramotnost je úzce propojená s vědeckým myšlením a uvažováním. Oba tyto termíny zahrnují schopnost kritického myšlení, logického uvažování a tvůrčího řešení problémů. Přírodovědná gramotnost je často zaměřena na konkrétní vědecké disciplíny, tj. v případě přírodovědné gramotnosti na přírodní vědy, zatímco vědecké myšlení může být aplikováno na širokou škálu disciplín. Zjišťování úrovně přírodovědné gramotnosti pak může být nastaveno různě, například ve smyslu porozumění konceptům přírodních věd nebo porozumění práci v přírodních vědách či ve smyslu postojů k přírodním vědám (Česká školní inspekce, 2024, s. 9).

Pro účely zjišťování úrovně kognitivních dovedností souvisejících s kritickým myšlením a uvažováním bylo vyvinuto mnoho hodnotících nástrojů. Podrobně se jimi zabývala studie Opitze et al. (2017), v níž autoři analyzovali 38 nástrojů pro hodnocení vědeckého myšlení a uvažování, které vymezili těmito dovednostmi: identifikace problému, kladení otázek, vytváření hypotéz, konstrukce a úprava objektů (artefaktů), vytváření a vyhodnocování důkazů, vyvozování závěrů, komunikace a kontrola.

⁴Programme for International Student Assessment.

V České republice byl k účelům testování vědeckého myšlení a uvažování dosud využíván zejména Test vědeckého uvažování, známý jako Lawsonův test, který je k dispozici také v české verzi (Dvořáková, 2011). Test byl použit již v několika tuzemských výzkumech, které byly zaměřeny jak na žáky základních a středních škol, tak i na studenty vysokých škol (Cihlár et al., 2020; Hrouzková & Richterek, 2022; Nováková et al., 2018). Jedná se o dvouúrovňový test, jenž zahrnuje 12 párových otázek, tj. celkem 24 testových položek, se stoupající náročností. Každá dvojice úloh se skládá z otázky, po níž následuje druhá část, v níž respondent vybírá zdůvodnění pro svou odpověď, kterou zvolil v první části úlohy. Jednotlivé otázky jsou zaměřeny vesměs na kognitivní operace, jako je například poměrové, pravděpodobnostní, korelační nebo kombinační myšlení. Lawsonův test umožňuje rozlišit dle výsledků v testu tři úrovně vědeckého myšlení – konkrétně operační (0–8 bodů), přechodné (9–16 bodů) a formálně operační (17–24 bodů). Historie vzniku Lawsonova testu sahá až do 70. let. Test byl v roce 2000 revidován (Lawson, 2000); nicméně ani jeho novější verze nezahrnuje úlohy zaměřené na některé obecnější dovednosti, jako je například posuzování dopadů a důsledků vědeckého výzkumu nebo sdělování závěrů včetně argumentace.

K měření přírodovědné gramotnosti patnáctiletých žáků jsou v České republice využívány testy v rámci šetření PISA, které poskytují srovnatelné údaje o výkonu žáků ve více než 70 zemích po celém světě. Hlavním cílem je poskytnout tvůrcům školských politik v jednotlivých zemích informace o úspěšnosti a efektivitě jejich vzdělávacích systémů. Čeští učitelé pak mohou využívat některé uvolněné úlohy z těchto šetření. Nemohou však pracovat s celými testy, resp. testovými sešity, a zaměřit se tak na individuální diagnostiku žáka, co se týče úrovně jeho přírodovědné gramotnosti. Studie Woods-McConney et al. (2014) také ukázala, že žáci, kteří byli více vystaveni badatelsky (resp. vědecky) orientované výuce, nedosáhli v testech PISA lepších výsledků než žáci, kteří takové výuce byli vystaveni méně často. V této souvislosti si proto kladou otázku, zda jsou učitelé dostatečně kompetentní pro realizaci kvalitní badatelsky založené výuky ve všech jejích aspektech a zda jsou testové nástroje mezinárodního šetření PISA, které pokrývají široké spektrum oblastí přírodovědné gramotnosti, vhodné pro identifikaci hlubokého porozumění některým tématům badatelsky (vědecky) založené výuky.

Test TOSLS (Test of Scientific Literacy Skills), jemuž je věnována tato studie, byl publikován v roce 2012 (Gormally et al., 2012), patří tedy k testům novějším. Jeho předností je zejména širší konceptualizace přírodovědné gramotnosti ve smyslu termínu *scientific literacy*, tj. zahrnutí širší škály dovedností do testových úloh, jež se zaměřují na rozpoznávání a používání výzkumných metod vedoucích k vědeckým poznatkům a schopnost organizovat, analyzovat a interpretovat kvantitativní údaje a vědecké informace. S ohledem na zařazení úloh s výběrem odpovědi test umožňuje i jeho poměrně snadnou administraci. Test TOSLS byl použit k testování žáků, studentů i středoškolských učitelů v rámci několika zahraničních výzkumů (Čipková et al., 2018, 2019; Gormally et al., 2012; Lešková et al., 2016; Pitot & Balgopal, 2021; Segarra et al., 2018; Shaffer et al., 2019; Waldo, 2014), na základě nichž byly opakovaně zjišťovány a ověřovány psychometrické vlastnosti testu.

4 Teoretické ukotvení testu TOSLS

4.1 Konceptuální rámec testu TOSLS

Dle Gormally et al. (2012) byla přírodovědná gramotnost dosud definována různými způsoby, přičemž všechny shodně kladly důraz na schopnosti žáků využívat vědecké poznatky v reálných situacích. Cílem autorů testu TOSLS bylo vyvinout praktický a spolehlivý hodnoticí nástroj, jednoduchý na administraci a vyhodnocení, který by bylo možné použít v úvodních kurzech přírodních věd na vysokých školách. Autoři jej ve svém výzkumu využili k testování studentů v úvodních kurzech biologie na několika veřejných či soukromých vysokých školách, aby pomocí něj mohli zhodnotit dopad snah o reformu vzdělávání na rozvoj přírodovědné gramotnosti studentů. Definování dílčích dovedností, jejichž úroveň je testem TOSLS ověřována, tedy vychází zejména z priorit fakult zaměřených na výuku biologie.

Konceptuální rámec testu TOSLS se opírá o dva hlavní aspekty přírodovědné gramotnosti, které vycházejí z několika základních koncepčních dokumentů zaměřených na vzdělávací politiky:

1. používat důkazy a údaje k hodnocení kvality vědeckých informací a argumentů, jež jsou předkládány vědci a v médiích (NRC, 2003);
2. využívat vědecké poznatky k rozpoznání otázek a vyvozování závěrů založených na důkazech s cílem porozumět světu přírody a jeho změnám způsobeným lidskou činností a pomáhat při rozhodování o nich (AAAS, 1993; OECD, 2003).

Na tomto základě autoři vymezili přírodovědnou gramotnost pro účely testu TOSLS devíti dílčími dovednostmi, které rozdělili do dvou kategorií. Kategorie dovedností A zahrnuje dílčí dovednosti zaměřené

na rozpoznání a analýzu metod zkoumání používaných k získání vědeckých poznatků; kategorie dovedností B zahrnuje dílčí dovednosti zaměřené na organizování, analýzu a interpretaci kvantitativních údajů a vědeckých informací. Finální podoba testu zahrnuje 28 uzavřených úloh, přičemž správnou odpověď je možno vybírat vždy ze čtyř nabízených možností, z nichž pouze jedna je správná. Testové úlohy jsou zaměřeny převážně do oblasti přírodních věd, a to zejména na biologii, environmentální problematiku či péči o zdraví. V tab. 1 je uvedena podrobná klasifikace dílčích dovedností v obou kategoriích a také čísla a počet úloh, které se k jednotlivým dílčím dovednostem vztahují.

Tab. 1: Přehled dílčích dovedností v testu TOSLS

A. Dovednosti zaměřené na porozumění metodám zkoumání, které vedou k vědeckým poznatkům	Popis dovednosti	Počet úloh
1A. Identifikace platného vědeckého argumentu (1, 8, 11)	Rozpoznat, co lze považovat za vědecké důkazy a kdy vědecké důkazy podporují hypotézu	3
2A. Zhodnocení zdroje informací, rozlišení mezi jednotlivými typy zdrojů (10, 12, 17, 22, 26)	Rozlišit druhy zdrojů; identifikovat jejich neobjektivitu, autoritu a spolehlivost	5
3A. Rozpoznat platný vědecký postup (5, 9, 27)	Rozpoznat platný a etický vědecký postup a rozpoznat vhodné využití vědeckých poznatků vládou, průmyslem a médií, které není ovlivněno předpojatostí a ekonomickým a politickým tlakem při přijímání společenských rozhodnutí	3
4A. Identifikace silných a slabých stránek výzkumu (4, 13, 14, 25)	Identifikovat silné a slabé stránky výzkumného designu v souvislosti se zkrácením, velikostí vzorku, náhodným výběrem a kontrolou experimentu	4
B. Dovednosti zaměřené na organizování, analýzu a interpretaci kvantitativních údajů a vědeckých informací.	Popis dovednosti	Počet úloh
5B. Výběr nejvhodnějšího grafu pro prezentaci dat (15)	Určit vhodný formát pro grafické znázornění určitého typu dat	1
6B. Čtení a interpretace grafického znázornění dat (2, 6, 7, 18)	Interpretovat graficky prezentovaná data a učinit závěr o výsledcích studie	4
7B. Řešení problémů s využitím kvantitativních dovedností, včetně jednoduché statistiky (16, 20, 23)	Vypočítat pravděpodobnost, procenta, a četnosti k vyvození závěru	3
8B. Porozumění a interpretace statistických výroků (3, 19, 24)	Porozumět potřebě statistiky kvantifikovat nejistotu v získaných datech	3
9B. Zdůvodnění usuzování, předpovědí a závěrů (21, 28)	Interpretovat data a posoudit návrhy experimentů k vyhodnocení hypotéz a rozpoznání chyb v argumentech	2

4.2 Validita testu

Validita testu vyjadřuje schopnost testu měřit to, co opravdu chceme měřit; v případě testu TOSLS je měřeným konstruktem přírodovědná gramotnost. Klasické třídění druhů validity zahrnuje validitu obsahovou, predikční, souběžnou a konstruktovou. V současném pojetí je validita definována jako „míra, ve které empirické důkazy a teorie podporují interpretaci testových skóre při doporučeném způsobu užívání testu“ (Chvál et al., 2015, s. 183). V tomto pojetí jsou zdroje důkazů validity založeny na analýzách obsahu, postupů odpovídání na testové položky, analýzách vnitřní struktury testu a vztahu k jiným proměnným a také na analýzách důsledků testování, jež zahrnují například informaci o prospěšnosti měření a o oprávněnosti rozhodnutí učiněných na základě měření.

Pro zajištění validity testu TOSLS postupovali jeho autoři v několika krocích. Nejprve provedli analýzu dokumentů a přehledových článků týkajících se vzdělávací politiky (např. AAAS, 1993; OECD, 2003), aby do testových položek zahrnuli hlavní aspekty přírodovědné gramotnosti. Na základě této analýzy identifikovali dvě hlavní kategorie dovedností, které jsou uvedeny v tab. 1. V dalším kroku pak prostřednictvím dotazníku zjišťovali konzistenci takto vymezených dovedností s názory odborníků z různých typů veřejných i soukromých vysokých škol. Ti kladli největší důraz na tyto dovednosti: identifikace platného vědeckého argumentu (1A), zhodnocení zdroje informací, rozlišení mezi jednotlivými typy zdrojů (2A) a identifikace silných a slabých stránek výzkumu (4A).

Při vývoji jednotlivých testových položek autoři testu vycházeli z analýzy několika studií dokumentujících běžné problémy studentů, včetně miskonceptů, které obvykle mají při řešení problémů spojených

se souborem dílčích dovedností přírodovědné gramotnosti, jež byly pro účely testu TOSLS vymezeny. Konkrétně se opírali například o zjištění, že studenti mají problémy se zdůvodňováním tvrzení nebo s propojováním tvrzení s konkrétními důkazy. Často se také potýkají s obtížemi při hodnocení spolehlivosti informací získaných z webových stránek, s vizualizací kvantitativních údajů v grafech a výběrem vhodného grafu pro zobrazení konkrétního typu dat.

Vytvořené testové úlohy byly po dobu pěti semestrů pilotovány, a to od letního semestru 2010 do podzimního semestru 2011.⁵ Pro finální zajištění validity testu bylo rozhodující následné několikakolové expertní posouzení, kterého se účastnilo 23 expertů z oblasti biologických věd. Kromě expertního posouzení proběhly v rámci pretestu také polostrukturované rozhovory se studenty z oblasti pedagogických, humanitních, ekonomických, matematických a společenských věd, pomocí kterých se tazatelé snažili zachytit způsob uvažování studentů, který použili při výběru správné odpovědi na jednotlivé otázky testu TOSLS. Na základě analýzy odpovědí studentů pak identifikovali nejasné nebo vágní odpovědi, které byly po diskuzi následně upřesněny.

Z výše uvedeného je patrné, že autoři testu věnovali při jeho tvorbě pozornost zejména validitě obsahové a konstruktové. Nezjišťovali například vztah mezi výsledky testu TOSLS a výsledky v jiném testu, který by měřil stejný konstrukt, nebo souvislost získaných výsledků s jiným kritériem, což by mohlo validitu testu významně posílit. Této problematice se věnoval ve svém výzkumu Shaffer et al. (2019), který zjistil, že výsledky studentů získané prostřednictvím testu Scholastic Aptitude Test (SAT)⁶ významně korelují s dovednostmi definovanými v testu TOSLS, přičemž nejsilnějším prediktorem výsledků v testu TOSLS se ukázala být čtenářská gramotnost.

4.3 Psychometrické vlastnosti testu TOSLS

Finální verzi testu TOSLS zadali jeho autoři studentům tří typů vysokých škol, do nichž byla zahrnuta veřejná výzkumná univerzita, soukromá výzkumná univerzita a středně velká státní vysoká škola. Různé typy škol byly zvoleny s ohledem na různé pedagogické přístupy, a to od tradičních, založených primárně na přednáškách, až po kurzy, jež prošly reformou a primárně byly zaměřeny na aktivizaci studenta. Test byl administrován před začátkem semestru (pretest) a po něm (posttest), aby autoři zjistili, do jaké míry byla výuka v rozvoji přírodovědné gramotnosti studentů účinná.

Pro popis psychometrických vlastností pretestu a posttestu TOSLS autoři použili základní ukazatele, jako je index obtížnosti, diskriminace položek a reliabilita testu. Index obtížnosti položek⁷ se pohyboval v rozmezí od 0,32 do 0,88 v pretestech a od 0,33 do 0,91 v posttestech; průměrný index obtížnosti testových položek byl v pretestech 0,59, v posttestech 0,68. Pro diskriminaci položek byl použit bodově biseriální koeficient. Indexy diskriminace jednotlivých položek se pohybovaly v rozmezí od 0,05 do 0,36 v pretestech a od 0,09 do 0,41 v posttestech. Průměrná diskriminace položek byla 0,26 pro pretesty a 0,27 pro posttesty. Dle Chrásky (1999) by měla být hodnota bodově biseriálního koeficientu minimálně 0,20. Na základě výše uvedených hodnot indexu diskriminace lze usoudit, že některé úlohy mezi studenty s horšími a lepšími výsledky v testu patrně příliš dobře nerozlišovaly.

Pro zjišťování vnitřní konzistence (reliability) testu TOSLS autoři použili jeho autoři Kuder-Richardsonův vzorec (KR-20); jeho hodnota byla 0,731 pro pretest a 0,748 pro posttest. Nižší hodnoty reliability pravděpodobně souvisí s nízkými hodnotami indexů diskriminace u některých testových položek. Exploratorní faktorová analýza provedená autory testu ukázala, že se jedná o test jednodimenzionální, tj. variabilitu v datech lze nejlépe vysvětlit pouze jedním faktorem. Lze tedy říci, že testované dovednosti spolu souvisejí a je smysluplné považovat výsledek žáka v testu TOSLS za měřítko jeho přírodovědné gramotnosti, kterou autoři testu vymezili pomocí škály dovedností nutných pro vědeckou práci. Odpovědi žáků a studentů na testové položky tak odrážejí pokrok na takto vymezené škále (Gormally et al., 2012, s. 375). Lze tedy předpokládat, že test je možné využít i pro testování studentů nejen v biologických kurzech. Platnost testu TOSLS pro použití v přírodovědných disciplínách mimo biologii byla ověřena několika provedenými výzkumy (např. Čípková et al., 2018; Shaffer, 2019; Waldo, 2014), v rámci kterých byli tímto nástrojem testováni studenti přírodovědné i nepřírodovědné zaměřených oborů.

I když je test TOSLS primárně určen pro testování studentů vysokých škol, v některých výzkumech byl využit i k testování žáků vyšších ročníků středních škol (např. Čípková et al., 2019). V tab. 2 jsou pro srovnání uvedeny vybrané výzkumy, u nichž byla uvedena reliabilita a průměrný index obtížnosti.

⁵V části Spojených států, kde probíhalo testování, se akademický rok dělí na jarní, letní a podzimní semestr.

⁶Test SAT je standardizovaný test, který je primárně určen pro studenty, kteří se chtějí přihlásit na vysoké školy ve Spojených státech. Zaměřuje se na tři hlavní oblasti: čtení, psaní a matematiku, které jsou klíčové pro úspěch ve studiu na vysoké škole. Test zahrnuje i některé aspekty přírodovědné gramotnosti a vědeckého myšlení, jako je například v matematické části analýza dat.

⁷Index obtížnosti položky byl stanoven jako poměr počtu správných odpovědí k celkovému počtu respondentů.

Tab. 2: Vybrané výzkumy, v nichž byl použit test TOSLS

Země	Rok testování	Počty studentů	Reliabilita ⁸	Průměrný index obtížnosti	Směrodatná odchylka	Zdroj
Slovensko	2015–2016	79 studentů VŠ ⁹	0,65	0,60	3,9	Lešková et al. (2016)
Slovensko	2015–2016	208 studentů VŠ ¹⁰	0,80	0,73	4,7	Čipková et al. (2018)
Slovensko	2015	221 žáků SŠ ¹¹	0,71	0,52	4,5	Čipková et al. (2019)

5 Metodologie výzkumu

5.1 Cíl výzkumu a výzkumné otázky

Cílem studie bylo pomocí testu TOSLS ověřit metodiku zjišťování přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků v našich vzdělávacích podmínkách.

Za tímto účelem byly zformulovány následující výzkumné otázky:

1. výzkumná otázka: Jaká je úroveň přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků, jak je diagnostikována pomocí testu TOSLS?
2. výzkumná otázka: Jaké jsou rozdíly v úrovni dílčích dovedností, jimiž je v testu TOSLS přírodovědná gramotnost vymezena, mezi gymnazisty a vysokoškoláky?
3. výzkumná otázka: Je test TOSLS vhodným diagnostickým nástrojem pro hodnocení přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků v kontextu českého vzdělávacího prostředí?

5.2 Výzkumný soubor

Výběr žáků i studentů pro účely testování byl omezen zejména možností testovat větší počet studentů pomocí papírové formy testu. Kromě tohoto limitujícího faktoru byl zvolený výzkumný soubor dán i jeho dostupností, tj. možností zadat test žákům a studentům v rámci běžné výuky. Podrobněji jsou tyto skutečnosti uvedeny v části Limity výzkumu.

Do testování byli zařazeni studenti ze tří vybraných vysokých škol, z nichž dvě jsou tradiční velké kamenné univerzity a jedna představuje standardní regionální univerzitu. Testování byli studenti jednooborových a dvouoborových studií z Přírodovědecké fakulty UJEP v Ústí nad Labem (UJEP); studenti několika oborů z fakulty pedagogické,¹² lékařské, přírodovědecké a fakulty tělesné výchovy a sportu Masarykovy univerzity v Brně (MU); a studenti učitelství fyziky v kombinaci s druhým oborem z Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy (MFF). Vysokoškolští studenti studovali v bakalářském stupni studia. Průměrný věk a počty žáků a studentů v jednotlivých skupinách jsou uvedeny v tab. 3.

S žádostí o spolupráci při testování bylo také osloveno několik gymnázií v Ústeckém kraji. Studie se účastnili i žáci třetích a čtvrtých ročníků ze šesti gymnázií (GYM), která se nacházela v šesti různých městech ústeckého regionu. V převážné většině případů test řešila vždy celá třída, v případě jednoho z gymnázií byli řešitelé testu studenti fyzikálního semináře (jednalo se o 16 studentů, tj. 8,2 % z celkového počtu testovaných gymnazistů).

5.3 Výzkumný nástroj

K testování byl použit test TOSLS, který byl přeložen do českého jazyka s cílem zajistit maximální věrnost originálnímu textu. Validita překladu byla zabezpečena expertním posouzením tří odborníků. Kompletní zadání testu a jeho řešení je uvedeno v příloze.

Pilotáž první verze testu proběhla na konci roku 2022. Poté byly některé testové položky upraveny a byla vytvořena finální podoba testu. Vlastní testování probíhalo anonymně od února do dubna 2023. Řešitelé testu nesměli používat žádné pomůcky (například kalkulačky) ani žádné informační zdroje dostupné například na internetu. Zadání testu měli k dispozici v papírové podobě, své odpovědi vyplňovali do záznamového listu. Za každou správně zodpovězenou otázku bylo možné získat jeden bod; celkem tedy mohli řešitelé testu získat maximálně 28 bodů. Na řešení testu měli vysokoškoláci 60 minut, gymnazisté 80 minut.

⁸Ve všech případech byl k určení reliability použit Kuder-Richardsonův vzorec (KR-20).

⁹Jednalo se o studenty 1. a 2. ročníku magisterského studia na Přírodovědecké a Pedagogické fakultě Univerzity Komenského v Bratislavě.

¹⁰Jednalo se o studenty 1., 2. a 3. ročníku bakalářského studia Geografie, Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů, Biologie, Biochemie a Chemie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Komenského v Bratislavě.

¹¹Jednalo se o studenty gymnázií ze všech regionů Slovenska.

¹²Jednalo se o studenty učitelství praktického vyučování, tj. budoucí mistry odborného výcviku v různých oborech.

5.4 Analýza dat

Výsledky jednotlivých testovaných skupin byly nejprve podrobeny kvantitativní analýze, na základě níž byly pro jednotlivé skupiny určeny základní popisné charakteristiky testu. Průměrná úspěšnost řešitelů testu v jednotlivých testových úlohách byla určena jako podíl těch, kteří uvedli správnou odpověď k celkovému počtu testovaných žáků, resp. studentů v dané skupině. Podobně byla vypočtena průměrná úspěšnost jednotlivých testovaných skupin v dílčích dovednostech.

K výpočtu reliability testu TOSLS byl použit Kuder-Richardsonův vzorec (KR-20). Reliabilita testu byla s ohledem na nerovnoměrné rozložení počtu žáků a studentů v jednotlivých skupinách určena souhrnně pro celý soubor. Odhadovaná hodnota reliability je 0,76, což lze s ohledem na počet úloh v testu a velikost testovaného souboru žáků a studentů považovat za přijatelné a test TOSLS lze považovat pro účely této studie za dostatečně spolehlivý (Kline, 1993). Standardní chyba určená ze směrodatné odchylky ($SD = 4,64$) za předpokladu normálního rozdělení bodových zisků je 2,3 (Chvál et al., 2015, s. 190).

Na základě tvaru rozdělení celkového skóre pro jednotlivé testované skupiny (obr. 1) a pro celý testovaný soubor žáků a studentů (obr. 2) lze předpokládat, že se rozdělení skóre blíží normálnímu rozdělení. Pro zjištění statistické významnosti vlivu testované skupiny na průměrné skóre v testu byla proto použita jednofaktorová analýza rozptylu ANOVA, která je proti narušení normality dostatečně robustní. Rozdíly mezi skupinami byly posouzeny na základě hodnot effect size η^2 . Dílčí rozdíly v průměrných skóre mezi jednotlivými skupinami byly zjišťovány pomocí Schefféova testu. Pro porovnání průměrných úspěšností dvou skupin ve vybraných úlohách byl použit oboustranný t-test. Pro posouzení velikosti účinku byly použity výpočty míry věcné významnosti pomocí Cohenova d .

Statistické výpočty byly provedeny v programu STATISTICA 12.0 (StatSoft, Inc.), ve všech testech byla použita hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

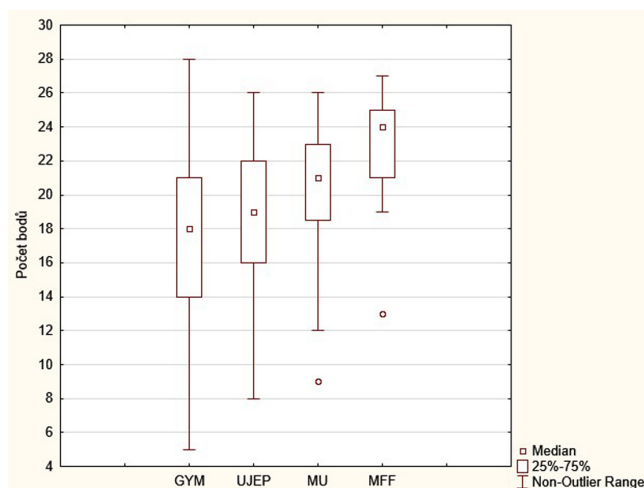
6 Výsledky

6.1 Popisné statistiky

Základní popisné charakteristiky testu pro jednotlivé skupiny řešitelů testu jsou uvedeny v tab. 3, graficky jsou znázorněny na obr. 1.

Tab. 3: Popisné statistiky testu TOSLS

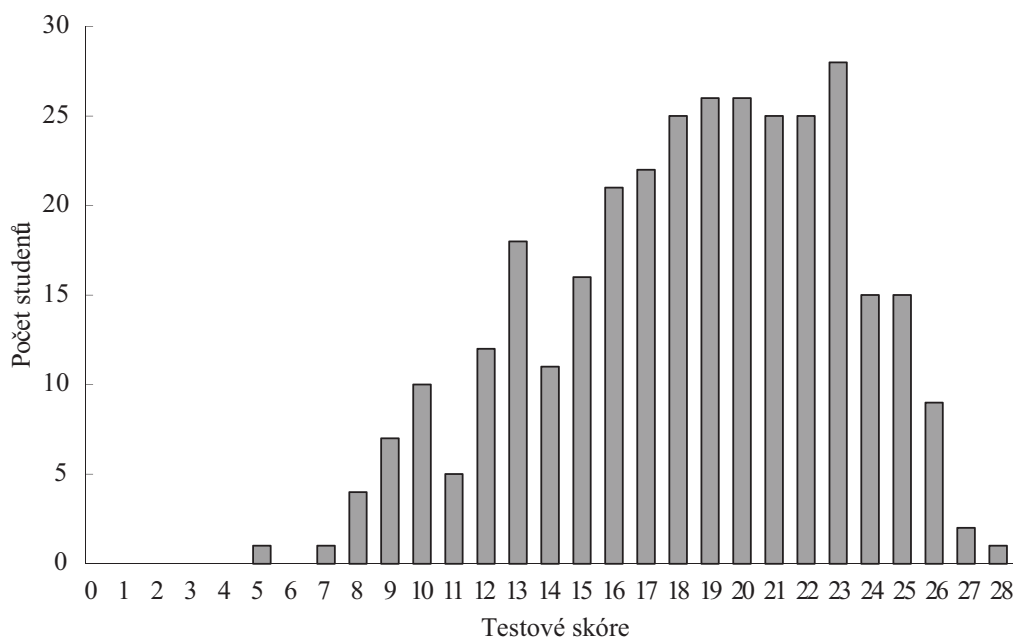
Testová charakteristika	Škola			
	GYM	UJEP	MU	MFF
Počet řešitelů testu	195	78	24	28
Průměrný věk	17,9	20,3	23,7	21,0
Průměrné skóre	17,5	18,2	20,4	23,0
Směrodatná odchylka	4,7	4,1	4,3	2,9
Variační koeficient (%)	26,9	22,5	21,1	12,6
Medián	18	19	21	24
Modus	23	22	19 a 23	24 a 25
Minimum	5	8	9	13
Maximum	28	26	26	27
Průměrná úspěšnost řešitelů testu (%)	62,7	65,2	72,9	82,1
Rozmezí průměrné úspěšnosti v jednotlivých úlohách (%)	29,7–91,8	33,3–97,4	37,5–100,0	28,6–100,0



Obr. 1: Výsledky v testu TOSLS pro jednotlivé skupiny

Z obr. 1 je patrné, že největší rozptyl skóre vykazuje skupina GYM, nejmenší pak skupina MFF. Skupiny GYM, UJEP, MU vykazují symetrické rozdělení hodnot skóre kolem mediánu, u skupiny MFF je však patrné záporné zešikmení, tj. polovina nižších hodnot skóre je více rozptýlena než polovina vyšších hodnot. Každá ze skupin MU a MFF vykazuje vždy jednu odlehlou hodnotu, která odpovídá zjištěným minimálním hodnotám skóre v dané skupině. Ani jedna z hodnot nebyla z dalšího zpracování vyloučena, neboť pro podobná kvantitativní měření je existence odlehlých hodnot poměrně typická, tj. někteří studenti mohou v testu získat počet bodů, který se od průměru může značně lišit. U skupiny MU minimální hodnota skóre spadá do intervalu $\bar{x} \pm 3s$, kde \bar{x} je průměrný bodový zisk a s směrodatná odchylka. U skupiny MFF leží jen lehce pod dolní mezí tohoto intervalu. Žádná z hodnot však není extrémně nízká, tj. blízká se nule.

Na obr. 2 je znázorněna distribuce skóre pro celý soubor testovaných žáků a studentů. Je z něho patrné, že rozdělení skóre vykazuje jedno maximum a zápornou šikmost, jejíž hodnota je 0,39. Nejčastější dosažené skóre bylo 23 bodů, průměrné skóre činilo 18,4 se směrodatnou odchylkou 4,64, medián byl 19 bodů.



Obr. 2: Rozdělení testového skóre

Na základě jednofaktorové analýzy rozptylu ANOVA byla zamítnuta hypotéza o stejných středních hodnotách, tj. počet bodů získaných v testu TOSLS závisí na testované skupině ($F = 14,57$, $p < 0,001$). Hodnota effect size ($\eta^2 = 0,915$) ukázala, že rozdíly mezi skupinami vysvětlují přibližně 92 % variability v bodových skóre; 12,0 % ($\eta^2 = 0,112$) lze vysvětlit náhodnými chybami nebo jedinečnými rozdíly mezi jednotlivci. Schefféův post-hoc test ukázal statisticky významný rozdíl mezi testovým skóre skupiny GYM a MU; GYM a MFF a také mezi UJEP a MFF.

Pro posouzení velikosti rozdílů mezi jednotlivými skupinami řešitelů testu byly stanoveny rovněž míry věcné významnosti na základě Cohena d . Pro jednotlivé dvojice skupin řešitelů testu jsou jeho hodnoty uvedeny v tab. 4.

Tab. 4: Koefficienty věcné významnosti na základě Cohena d

Skupina	GYM	UJEP	MU
GYM	–	–	–
UJEP	0,16	–	–
MU	0,62	0,47	–
MFF	1,22	1,25	0,72

Míry věcné významnosti ukazují (Soukup, 2013, s. 131), že rozdíly mezi skupinou GYM a UJEP jsou velmi malé ($d = 0,16$); konkrétně lze říci, že přibližně jen 56 % studentů ze skupiny UJEP má testové skóre vyšší než průměrný žák ze skupiny GYM. Ve skupině MU má v porovnání se skupinou GYM vyšší testové skóre přibližně 73 % studentů ($d = 0,62$) a ve skupině MFF je to již více jak 88 % ($d = 1,22$). Porovnáme-li skupiny vysokoškolských studentů, jednoznačně nejlepších výsledků dosáhla skupina MFF, v níž má více než 72 % studentů vyšší testové skóre než průměrný student MU ($d = 0,72$) a 89 % studentů má vyšší testové skóre než průměrný student UJEP ($d = 1,25$).

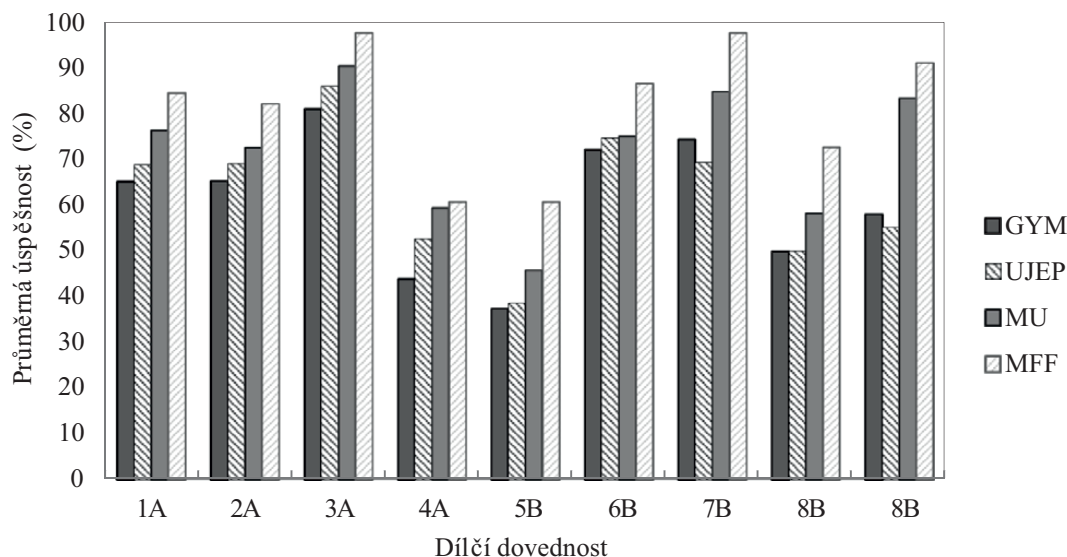
6.2 Dílčí dovednosti přírodovědné gramotnosti

Průměrné úspěšnosti jednotlivých skupin v dílčích dovednostech jsou uvedeny v tab. 5 a graficky znázorněny na obr. 3. Jednofaktorová analýza rozptylu ANOVA ukázala pro všechny dílčí dovednosti závislost testového skóre na testované skupině. Rozdíly mezi skupinami byly vyhodnoceny na základě effect size (η^2).

Tab. 5: Průměrná úspěšnost žáků a studentů v dílčích dovednostech

Dovednost	Průměrná úspěšnost [%]						
	GYM	UJEP	MU	MFF	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
1A. Identifikace platného vědeckého argumentu	65,1	68,8	76,4	84,5	4,35	< 0,05	0,773
2A. Zhodnocení zdroje informací, rozlišení mezi jednotlivými typy zdrojů	65,2	69,0	72,5	82,1	4,46	< 0,05	0,827
3A. Rozpoznání platného vědeckého postupu	81,0	85,9	90,3	97,6	5,09	< 0,05	0,886
4A. Identifikace silných a slabých stránek výzkumu	43,9	52,6	59,4	60,7	6,17	< 0,05	0,693
5B. Výběr nejvhodnějšího grafu pro prezentaci dat*	37,4	38,5	45,8	60,7	*	*	*
6B. Čtení a interpretace grafického znázornění dat	72,1	74,7	75,0	86,6	3,09	< 0,05	0,846
7B. Řešení problémů s využitím kvantitativních dovedností	74,4	69,2	84,7	97,6	7,38	< 0,05	0,802
8B. Porozumění a interpretace statistických výroků	49,9	50,0	58,3	72,6	6,08	< 0,05	0,695
9B. Zdůvodnění usuzování, předpovědi a závěrů	58,0	55,1	83,3	91,1	10,91	< 0,05	0,681

*K této oblasti se vztahovala pouze jedna úloha, proto výsledek není v tabulce uveden.



Obr. 3: Průměrná úspěšnost žáků a studentů v dílčích dovednostech

Nejúspěšněji řešily všechny skupiny úlohy v dílčí dovednosti 3A (Rozpoznání platného vědeckého postupu), 6B (Čtení a interpretace grafického znázornění dat) a 7B (Řešení problémů s využitím kvantitativních dovedností, včetně jednoduché statistiky). Nejméně úspěšné byly, opět shodně všechny skupiny, při řešení úloh v dílčí dovednosti 4A (Identifikace silných a slabých stránek výzkumu), 5B (Výběr nejvhodnějšího grafu pro prezentaci dat) a 8B (Porozumění a interpretace statistických výroků).

Z tab. 5 je zřejmé, že největší variabilita mezi skupinami je zejména u dílčí dovednosti 4A (Identifikace silných a slabých stránek výzkumu), 7B (Řešení problémů s využitím kvantitativních dovedností), 8B (Porozumění a interpretace statistických výroků) a 9B (Zdůvodnění usuzování, předpovědi a závěrů).

6.3 Úlohy s největší a s nejmenší variabilitou výsledků

I když byly u všech dílčích dovedností zaznamenány statisticky významné rozdíly v průměrných bodových ziscích, je zřejmé, že některé úlohy mezi určitými skupinami řešitelů testu rozlišovaly více, některé méně, nebo jen velmi málo. Největší variabilita v průměrné úspěšnosti byla zaznamenána u úloh 3, 4, 20, 21, 24 a 28 (viz tab. 6).

Tab. 6: Průměrné úspěšnosti v úlohách s největší variabilitou výsledků

Úloha	Průměrná úspěšnost [%]						
	GYM	UJEP	MU	MFF	F	p	η^2
3	41,0	37,2	58,3	53,6	3,17	< 0,05	0,533
4	42,6	60,3	62,5	75,0	7,00	< 0,05	0,403
20	67,7	53,9	70,8	96,4	7,62	< 0,05	0,468
21	63,1	68,0	91,7	89,3	5,10	< 0,05	0,453
24	31,3	35,9	37,5	71,4	4,17	< 0,05	0,242
28	52,8	42,3	75,0	92,9	8,49	< 0,05	0,365

Úloha 3, jež se zaměřuje na aplikaci statistických analýz a jejich význam pro vyvozování závěrů, patřila k těm s nejnižší průměrnou úspěšností, a to u všech skupin, včetně skupiny MFF. Průměrné úspěšnosti skupiny GYM a UJEP jsou však srovnatelné, není mezi nimi významný rozdíl ($p = 0,563$; $d = 0,04$). Totéž lze říci i o dvojici skupin MU a MFF ($p = 0,734$; $d = 0,15$); tyto skupiny studentů však dosáhly statisticky významně lepší průměrné úspěšnosti než skupiny GYM a UJEP. Podobná situace nastala i u úlohy 21, která se zaměřovala na rozpoznání nedostatků v argumentaci. V této úloze studenti sice obecně dosáhli vyšší průměrné úspěšnosti, než tomu bylo u úlohy 3, mezi horšími a lepšími výsledky výše uvedených dvojic skupin jsou ale poměrně značné rozdíly.

V úloze 24 byla položena otázka, proč výzkumníci používají statistiku k vyvozování závěrů ze získaných dat. U této úlohy byla zaznamenána jedna z nejnižších průměrných úspěšností u skupin GYM, UJEP, MU, přičemž mezi nimi nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl. Výrazně lepšího výsledku než ostatní skupiny dosáhla v této úloze jen skupina MFF. V úloze 24 se v nabídce odpovědí objevovaly termíny z oblasti statistiky, jako je náhodný soubor, spolehlivé ověření výsledků studie, výběrový soubor nebo provedení statistické analýzy. Většinou se jedná o pojmy, se kterými zejména gymnazisté nemají zpravidla ještě bližší zkušenost a odpověď pravděpodobně volí spíše na základě intuitivního chápání těchto termínů. Tuto skutečnost zřejmě potvrzuje i slabý výsledek gymnazistů v úloze 4, který naznačuje, že dostatečně nechápu význam kontrolní skupiny při realizaci výzkumu.

Velmi nevyrovnané výsledky byly zaznamenány rovněž v úloze 20, která se zaměřovala na řešení problémů s využitím kvantitativních dovedností a představovala víceméně tradiční úlohu zaměřenou na práci s procenty. Skupina GYM řešila tuto úlohu významně lépe než skupina UJEP ($p = 0,032$; $d = 0,31$) a dosáhla srovnatelných výsledků jako skupina MU ($p = 0,759$; $d = 0,07$). Vůbec největší variabilita byla však zaznamenána u poslední úlohy 28, která vyžadovala posouzení věrohodnosti různých hypotéz, což dělalo problémy zejména skupině UJEP, jejíž výsledky byly ve srovnání s ostatními skupinami statisticky významně horší.

V testu se ovšem vyskytly i takové úlohy, které mezi jednotlivými skupinami rozlišovaly jen velmi málo (viz tab. 7).

Tab. 7: Průměrné úspěšnosti v úlohách s nejmenší variabilitou výsledků

Úloha	Průměrná úspěšnost [%]						
	GYM	UJEP	MU	MFF	F	p	η^2
5	91,8	97,4	100,0	100,0	2,38	0,069	0,904
7	82,1	87,2	83,3	89,3	0,57	0,634	0,738
10	65,6	65,4	50,0	64,3	1,32	0,269	0,475
14	29,7	33,3	37,5	28,6	0,30	0,825	0,213

Úlohy 5 a 7 lze považovat za velmi snadné, patřily též k dovednostem, u nichž byla úspěšnost velmi vysoká. U některých úloh se ukázaly problémy s vhodnou formulací distraktorů. Například u úlohy 10, která byla zaměřená na posouzení důvěryhodnosti webové stránky, se pro významnou část žáků a studentů (v případě MU to bylo téměř 50 %, v průměru však 20 %) ukázala jako přitažlivá odpověď A, jež byla v podstatě ekvivalentní možnosti C; téměř nikdo z nich však nevolil odpověď D. Úloha 14 ověřovala dílčí dovednost zaměřenou na identifikaci silných a slabých stránek výzkumu. Byla součástí série úloh (úlohy 11 až 14), které se vztahovaly k popisu provedené studie. U skupiny MFF byla v této úloze zaznamenána vůbec nejnižší průměrná úspěšnost mezi všemi skupinami i napříč všemi úlohami. Velmi podobná atraktivita jednotlivých odpovědí pro všechny testované skupiny naznačuje, že řešitelé testu své odpovědi vesměs spíše tipovali.

7 Diskuze

Cílem studie bylo pomocí testu TOSLS diagnostikovat úroveň přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků (viz první výzkumná otázka). Mezi jednotlivými skupinami, jež vykazovaly poměrně velkou různorodost, co se týče studijního zaměření, navštěvované školy i věku, byly zjištěny rozdíly jak v celkovém testovém skóre, tak v jednotlivých dílčích dovednostech i úlohách.

Míry věcné významnosti však ukázaly, že rozdíly mezi skupinou GYM a UJEP jsou jen málo významné, přestože průměrný věk žáků byl výrazně nižší, než tomu bylo u studentů UJEP. V rámci provedené studie nebyli vysokoškolští studenti dotazováni na jejich předchozí středoškolské, případně vysokoškolské studium, proto lze možné příčiny tohoto zjištění usuzovat pouze na základě vlastní dlouholeté zkušenosti. Studijní programy na Přírodovědecké fakultě UJEP bývají pro studenty ze skupiny UJEP v nemalé míře jejich druhou volbou a kromě biologických oborů nejsou studenti, na rozdíl od studentů gymnázií, přijímáni do studia na základě přijímacích zkoušek. Uvedené skutečnosti mohou tak být pravděpodobně jedněmi z více možných příčin podobné míry úspěšnosti skupiny GYM a UJEP jak v dílčích dovednostech, tak v jednotlivých úlohách. Česká republika se také dlouhodobě řadí k zemím, kde úspěch žáků v nadprůměrné míře závisí na jejich rodinném zázemí, jak na to opakovaně poukazují výsledky získané z kontextových dotazníků v rámci mezinárodního šetření PISA (Boudová et al., 2023). Zjišťování socioekonomického zázemí gymnazistů a studentů ze skupiny UJEP nebylo předmětem studie, ale i rozdíl v rodinném a ekonomickém zázemí obou skupin může být jedním z dalších faktorů, který výsledky žáků a studentů v určité míře také pravděpodobně ovlivňuje.

Na druhou stranu ve výsledcích testovaných žáků a studentů zřejmě nehrál zásadnější roli jejich věk, neboť nejlepších výsledků dosáhla skupina MFF, jejichž průměrný věk byl výrazně nižší, než tomu bylo u skupiny MU. Naopak výsledky skupiny UJEP byly srovnatelné s výsledky gymnazistů, kteří byli naopak výrazně mladší. Významnější roli zde pravděpodobně sehrávají jiné faktory, jako je například již výše zmíněné socioekonomické zázemí žáků a studentů; škola či univerzita, na které žáci, resp. studenti studují; přijímání do studia na základě přijímacích zkoušek, ale také studovaný obor, což ukazují i jiné výzkumy, v nichž byl test TOSLS použit (Čipková et al., 2018; Gormally et al., 2012).

Jak bylo uvedeno již dříve, obsahové zaměření úloh testu TOSLS směřuje primárně do oblasti biologie, environmentální problematiky či péče o zdraví. Otázkou tedy může být, zda studenti studující biologické obory jsou v řešení testu úspěšnější než studenti z jiných oborů. Předmětem prezentované studie nebyla s ohledem na omezený výběr testovaných studentů podrobnější analýza, která by se na tuto skutečnost zaměřila. V rámci skupiny UJEP byly získány výsledky 15 studentů studujících jednooborově biologii či učitelství biologie. Jejich průměrné testové skóre bylo 20,4; průměrné skóre zbytku skupiny bylo 17,7. Koeficient věcné významnosti ($d = 0,68$) ukazuje na středně velký rozdíl mezi skupinami, který lze interpretovat tak, že přibližně tři čtvrtiny studentů biologie mělo testové skóre vyšší než průměrný student ze zbytku skupiny UJEP. Zde je však třeba uvést, že skupina studentů biologů byla velmi málo početná a v rámci skupiny UJEP se jednalo o studenty, kteří byli do studia přijati na základě přijímací zkoušky. Vliv výběrovosti proto zde může hrát významnější roli, např. i s ohledem na možnou vyšší motivaci ke studiu, a nelze tak spolehlivě usuzovat na to, že studenti zaměřeni na studium biologie jsou v testu TOSLS úspěšnější. Kontext úloh zaměřený zejména na biologii a environmentální problematiku tedy nelze na základě provedené studie považovat za výraznější omezení použití testu pro gymnazisty nebo studenty jiných oborů, což ostatně naznačují vesměs výrazně lepší výsledky studentů ze skupiny MFF, kteří na studium biologie zaměření nebyli.

Test TOSLS byl v posledních deseti letech použit k testování jak středoškolských, tak i vysokoškolských studentů v různých zemích. Pro porovnání výsledků získaných v této studii je s ohledem na podobnost vzdělávacích systémů zajímavé srovnání zejména s šetřeními, která byla provedena na Slovensku. V roce 2015 byl test TOSLS zadán 221 studentům 4. ročníků ze 17 gymnázií (Čipková et al., 2019), která se nacházela v různých regionech Slovenska. Zjištěné průměrné testové skóre (14,5) je ve srovnání s průměrným skóre českých gymnazistů (17,5) statisticky významně horší ($p < 0,05$). Koeficient věcné významnosti $d = 0,65$ ukazuje na střední velikost rozdílu mezi výsledky obou skupin.

Výzkum pomocí testu TOSLS byl v na konci roku 2015 a na začátku roku 2016 proveden také mezi 215 slovenskými studenty prvního, druhého a třetího ročníku bakalářského studia na Přírodovědecké fakultě Univerzity J. A. Komenského v Bratislavě (Čipková et al., 2018), kteří studovali přírodovědné obory. Konkrétně se jednalo o geografii, chemii, biologii, biochemii a učitelství přírodovědného předmětu v kombinaci s druhým oborem. Průměrné testové skóre slovenských studentů bylo 20,5, tj. srovnatelné s průměrným skóre českých vysokoškoláků, jež bylo 19,7. Nejnižšího skóre dosáhli studenti učitelství (16,1), nejvyššího studenti biologie (22,0), jen o málo nižšího studenti biochemie (21,9) a chemie (21,8). Z výsledků je zřejmé, že mezi některými studijními skupinami existují podstatnější rozdíly, přičemž významně horších výsledků dosáhli studenti učitelství. I v tomto výzkumu, který byl proveden u studentů v rámci jedné fakulty, se ukázalo, že jedním z důležitých faktorů, který ovlivňuje úspěšnost v testu, je studovaný obor.

Dalším cílem studie bylo zjišťování rozdílů v úrovni dílčích dovedností mezi jednotlivými skupinami (viz druhá výzkumná otázka). Všechny skupiny řešily nejlépe úlohy z oblasti dovedností zaměřených na rozpoznání platného vědeckého postupu; čtení a interpretaci grafického znázornění dat a řešení problémů s využitím kvantitativních dovedností. Nejméně úspěšní byli jak gymnazisté, tak i vysokoškoláci při řešení úloh zaměřených na identifikaci silných a slabých stránek výzkumu; výběr nejvhodnějšího grafu pro prezentaci dat (tato dílčí dovednost byla ale v testu zastoupena pouze jednou úlohou) a porozumění a interpretaci statistických výroků. V těchto úlohách se vyskytovaly termíny z oblasti statistiky, jako je náhodný výběr, kontrolní skupina apod., se kterými se gymnazisté ve výuce zpravidla ještě nesetkávají.

Nižší úspěšnost v úlohách zahrnujících porozumění a interpretaci statistických výroků byla ale znamenána i u vysokoškolských studentů. Studijní plány přírodovědně zaměřených studijních programů zpravidla zahrnují předměty, které se zabývají metodami statistického zpracování dat, jejich analýzou a vyhodnocováním. Výsledky výzkumů (Hrouzková & Richterek, 2022; Bao et al., 2009) ukázaly, že studenti začínají rozvíjet formálně operační myšlení až na začátku vysokoškolského stupně studia. Proto je nutné koncipovat základní kurzy matematiky a statistiky s ohledem na postupně se rozvíjející schopnosti studentů porozumět matematickým a statistickým pojmům a při výuce klást důraz na jejich aplikace v reálných situacích.

Šetření realizované Českou školní inspekcí (2024) ukázalo, že středoškolští učitelé přírodovědných předmětů spatřují největší nedostatky u žáků, kteří přicházejí do 1. ročníku střední školy, právě v oblasti analýzy dat z grafů a tabulek, ale také v oblasti spojování poznatků z více vzdělávacích oborů a vyhledávání a provádění pozorování, měření a experimentů. Tyto oblasti jsou přitom označovány za zásadní pro hlubší rozvíjení přírodovědné gramotnosti žáků. Proto je třeba při výuce přírodovědných předmětů již na základní a střední škole preferovat pedagogické přístupy, které kladou důraz na konstruktivisticky, aktivizačně a badatelsky pojatou výuku. Alarmujícím zjištěním České školní inspekce však je, že vysoký podíl žáků v tomto šetření uvedl, že se se situacemi, které se snaží navozovat situace aktivního učení, při výuce přírodních věd vůbec nesetkával.

Studie se také zabývala otázkou, zda je test TOSLS vhodným diagnostickým nástrojem pro hodnocení přírodovědné gramotnosti gymnazistů a vysokoškoláků v kontextu českého vzdělávacího prostředí (viz třetí výzkumná otázka). I když některé úlohy v testu obsahově vycházejí z amerických výzkumů či reálií, není tato skutečnost výraznější překážkou pro porozumění textu úloh, a tedy i pro použití testu i v kontextu mimo Spojené státy. Výzkumy však ukazují (Cihlár et al., 2020; Chvál et al., 2020; Shaffer, 2019), že jednou z klíčových dovedností pro řešení problémů je schopnost číst text s porozuměním. Možným omezením použití testu TOSLS, zejména na středoškolské úrovni, proto mohou být poměrně rozsáhlé texty některých úloh, které kladou nároky na čtenářskou gramotnost žáků i studentů.

Na základě provedené analýzy výsledků testování je třeba poukázat i na některá slabá místa testu TOSLS. Poměrně nízká reliabilita testu zjištěná v prezentované studii naznačuje, že v testu jsou zařazeny úlohy, které nedokáží dobře rozlišit mezi řešiteli s horšími a lepšími výsledky v testu, což snižuje vnitřní konzistenci testu. Jedná se zejména o nevhodně volené distraktory, které u některých úloh nefungují dobře, tj. řešitelé úlohy některé odpovědi téměř nevolí (úlohy 2 a 10), nebo jsou pro ně všechny nabízené odpovědi přitažlivé ve stejné míře (úloha 14). Některé dílčí dovednosti jsou také zastoupeny poměrně malým počtem úloh. Jedná se zejména o dovednost zaměřenou na výběr nejvhodnějšího grafu pro prezentaci dat, která je v testu zastoupena pouze jednou úlohou, jež navíc patřila mezi ty s nejnižší úspěšností.

8 Limity výzkumu

Výsledky této studie jsou ovlivněny několika faktory, které výrazněji omezují možnost prezentovaná zjištění zobecnit v širší míře. V první řadě je to výběr dostupného souboru žáků i studentů, který byl omezený jak co do rozsahu, tak co do možnosti výběru testovaných jedinců. Z důvodu praktické proveditelnosti studie byli testováni pouze žáci vybraných gymnázií v Ústeckém kraji, přičemž se testování účastnily zpravidla celé třídy.

Možnost širšího zobecnění výsledků studie je omezena také technickou dosažitelností výběrových souborů v jednotlivých skupinách vysokoškoláků. Ti byli vybráni pouze ze tří vysokých škol, na nichž byli testováni studenti navštěvující kurzy, v rámci kterých jim test mohl být zadán. Testované skupiny studentů také nebyly věkově zcela homogenní. Výběrové soubory vysokoškolských studentů reprezentují různá oborová zaměření a vykazují tak poměrně velkou variabilitu výsledků, jež pravděpodobně souvisí s mnoha faktory, jako je socioekonomické zázemí studentů, předchozí absolvované studium apod., které v této studii zjišťovány nebyly.

V neposlední řadě je též třeba zmínit, že forma testování, kdy žáci a studenti vybírají jednu správnou odpověď z několika možností, a v případě testu TOSLS navíc bez možnosti zformulovat vlastní odpověď, nemusí plně odhalit hloubku a rozsah dovedností žáků a studentů v oblasti přírodovědné gramotnosti, protože neumožňuje projevit kreativní nebo kritické myšlení přesahující rámec nabízených odpovědí.

9 Závěr

Pomocí testu TOSLS byla testována úroveň přírodovědné gramotnosti 195 gymnazistů z Ústeckého kraje a 130 převážně přírodovědně zaměřených studentů ze tří vysokých škol v České republice. Mezi jednotlivými skupinami byly zjištěny rozdíly, jak co se týče celkového testového skóre, tak co se týče výsledků v jednotlivých dílčích dovednostech i úlohách. Nicméně míry věcné významnosti ukázaly, že rozdíly mezi skupinou gymnazistů a skupinou UJEP jsou jen málo významné.

Gymnazisté i vysokoškolští studenti dosáhli dobrých výsledků v dovednostech zaměřených na rozpoznání platného vědeckého postupu, čtení a interpretaci grafického znázornění dat a řešení problémů s využitím kvantitativních dovedností. Naopak horší výsledky byly zaznamenány v dovednostech souvisejících s identifikací silných a slabých stránek výzkumu a s porozuměním a interpretací statistických výroků.

Test TOSLS může být užitečným nástrojem pro zjišťování úrovně přírodovědné gramotnosti gymnazistů i vysokoškoláků, avšak s určitými omezeními. Poměrně nízká reliabilita testu zjištěná v prezentované studii naznačuje, že existují úlohy, které nedokáží mezi řešiteli s horšími a lepšími výsledky v testu dobře rozlišit. Některé dílčí dovednosti jsou také zastoupeny poměrně malým počtem úloh, což omezuje spolehlivost hodnocení přírodovědné gramotnosti žáků a studentů na úrovni jednotlivých dovedností.

I přes tyto nedostatky představuje test TOSLS nástroj, který lze v běžném školním prostředí poměrně snadno administrovat a vyhodnocovat. Kontext úloh, jenž je zaměřen zejména na biologii a environmentální problematiku, nepředstavuje pro středoškoláky ani vysokoškolské studenty, kteří nejsou na studium biologie zaměřeni, výraznější překážku. Přestože má provedená studie určitá omezení, co se týče výběru testovaných skupin žáků a studentů, a lze mít určité výhrady ke konstrukci testu i jednotlivým testovým úlohám, test TOSLS pokrývá dostatečně reprezentativně koncept přírodovědné gramotnosti a může tak být vhodným nástrojem zvláště pro individuální diagnostiku žáka nebo studenta, který dokáže učitelé poskytnout dobrou zpětnou vazbu o úrovni přírodovědné gramotnosti zejména na konci středoškolského nebo na začátku vysokoškolského studia.

Vybrané položky testu TOSLS mohou být také vhodným modelem pro další výzkumníky při tvorbě vlastních hodnotících nástrojů. Pro hlubší analýzu a zkoumání důvodů, proč žák či student zvolil danou odpověď, by bylo vhodné se v dalším výzkumu zaměřit i na jiné výzkumné metody, jako je například přemýšlení nahlas nebo sledování očních pohybů, které mohou lépe ukázat, jak studenti myslí a na základě čeho se rozhodují pro určitou odpověď.

Literatura

- AAAS. (1993). *Benchmarks for science literacy*. Oxford University Press.
<https://www.aaas.org/resources/benchmarks-science-literacy>
- Arons, A. B. (1983). Achieving wider scientific literacy. *Daedalus*, 112(2), 91–122.
<https://www.jstor.org/stable/20024855>
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han., J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Luo, Y., Wang, Y., Li, L., & Wu, N. (2009). Learning and scientific reasoning. *Science*, 323(5914), 586–587.
<https://doi.org/10.1126/science.1167740>
- Bauer, M. W., Allum, N., & Miller, S. (2007). What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*, 16(1), 79–95.
<https://doi.org/10.1177/0963662506071287>
- Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999–1015. <https://doi.org/10.1080/09500690600702496>
- Boudová, S., Tomášek, V., & Halbová, B. (2023). *Národní zpráva PISA 2022*. ČŠI.
https://www.csicr.cz/CSICR/media/Prilohy/2023_p%C5%99%C3%ADlohy/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99en%C3%AD/PISA_2022_e-verze-9.pdf
- Cihlár, J., Eisenmann, P., Hejnová, E., & Příbyl, J. (2020). Problem solving in mathematics and scientific reasoning. *The New Educational Review*, 61(3), 97–108. <https://doi.org/10.15804/tner.20.61.3.08>
- Česká školní inspekce. (2017). *PISA 2015: Konceptní rámec hodnocení přírodovědné gramotnosti*. ČŠI.
<https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Publikace-a-ostatni-vystupy/Konceptni-ramec-hodnoceni-prirodovedne-gramotnosti>
- Česká školní inspekce. (2024). *Tematická zpráva ČŠI, 2023–2024: Přírodovědná gramotnost a přírodovědné vzdělávání na základních a středních školách*. ČŠI. <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Tematicke-zpravy/Tematicka-zprava-%E2%80%93-Prirodovedna-gramotnost-a-priro>

- Čipková, E., Karolčík, Š., Sládková, K., & Ušáková, K. (2018). What is the level of scientific literacy among geography students studying bachelor's studies in natural sciences? *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(4), 295–310. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1389044>
- Čipková, E., Karolčík, Š., & Scholzová, L. (2019). Are secondary school graduates prepared for the studies of natural sciences? – evaluation and analysis of the result of scientific literacy levels achieved by secondary school graduates. *Research in Science & Technological Education*, 38(2), 146–167. <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1599846>
- De Boer, 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. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200008\)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200008)37:6<582::AID-TEA5>3.0.CO;2-L)
- Dvořáková, I. (2011). *Fyzikální vzdělávání žáků a učitelů v projektu Heuréka* [Disertační práce, Univerzita Karlova]. <http://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorakova/Disertace.pdf>
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE – Life Sciences Education*, 11(4), 364–377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>
- Hammer, C., & Dusek, V. (2006). The rationale and challenge for the integration of science studies in the revision of general education curricula. *Journal of General Education*, 55(1), 1–16. <https://doi.org/10.2307/27798034>
- Hrouzková, T., & Richterek, L. (2022). Vědecké myšlení studentů nastupujících na PřF UP. In R. Holubová (Ed.), *Veletrh nápadů učitelů fyziky 27* (s. 89–102). Univerzita Palackého v Olomouci. https://vnuf.upol.cz/vnuf27_sbornik.pdf
- Chráška, M. (1999). *Didaktické testy*. Paido.
- Chvál, M., Procházková, I., & Straková, J. (2015). *Hodnocení výsledků vzdělávání didaktickými testy*. Česká školní inspekce. <https://www.csicr.cz/cz/Dokumenty/Publikace-a-ostatni-vystupy/Hodnoceni-vysledku-vzdelavani-didaktickymi-testy>
- Chvál, M., Šmejkalová, M., & Smetáčková, I. (2020). Od porozumění textu k vyřešení matematické slovní úlohy. *Didaktické studie*, 1(12), 83–100.
- Janoušková, S., Rusek, M., & Žák, V. (2019). Koncept přírodovědné gramotnosti v České republice: analýza a porovnání. *Studia paedagogica*, 24(3), 93–109. <https://doi.org/10.5817/SP2019-3-4>
- Janoušková, S., Pyskatá Rathouská, L., Žák, V., & Stratilová Urválková, E. (2021). The scientific thinking and reasoning framework and its applicability to manufacturing and services firms in natural sciences. *Research in Science & Technological Education*, 41(2), 653–674. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1928048>
- Kline, P. (1993). *The handbook of psychological testing*. Routledge.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319–337. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770306>
- Lawson, A. E. (2000). The generality of hypothetico-deductive reasoning: making scientific thinking explicit. *The American Biology Teacher*, 62(7), 482–495. <https://doi.org/10.2307/4450956>
- Lešková, D., Ušáková, K., & Čipková, E. (2016). Zisťovanie úrovne prírodovednej gramotnosti vysokoškolákov využitím metodiky TOSLS. *Biológia, ekológia, chémia*, 20(3), 33–40. http://bech.truni.sk/prilohy/BECH_3_2016.pdf
- 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: Theory and practice* (Vol. 8, pp. 23–39). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4563-6_2
- Maienschein, J. (1998). Scientific Literacy. *Science*, 281(5379), 917–917. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.281.5379.917>
- Nováková, A., Chytrý, V., & Říčan, J. (2018). Vědecké myšlení a metakognitivní monitorování studentů učitelství pro 1. stupeň základní školy. *Scientia in educatione*, 9(1), 66–80. <https://doi.org/10.14712/18047106.1041>
- NRC (2003). *BIO2010: Transforming undergraduate education for future research biologists*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10497>
- OECD. (2003). *The PISA 2003 assessment framework – mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. PISA, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264101739-en>
- OECD. (2023). *PISA 2025 Science framework (second draft)*. PISA, OECD Publishing. https://pisa-framework.oecd.org/science-2025/assets/docs/PISA_2025_Science_Framework.pdf

- Opitz, A., Heene, M., & Fischer, F. (2017). Measuring scientific reasoning – a review of test instruments. *Educational Research and Evaluation*, 23(3–4), 78–101. <https://doi.org/10.1080/13803611.2017.1338586>
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 10(3), 265–279. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.07.006>
- Pitot, L. N., & Balgopal, M. (2021). Science education reform conundrum: An analysis of teacher developed common assessments. *School Science and Mathematics*, 121(5), 299–309. <https://doi.org/10.1111/ssm.12472>
- MŠMT (2021). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. MŠMT. <http://www.nuv.cz/t/rvp-pro-zakladni-vzdelavani>
- Segarra, V. A., Hughes, N. M., Ackerman, K. M., Grider, M. H., Lyda, T., & Vigueira, P. A. (2018). Student performance on the Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS) does not change with assignment of a low-stakes grade. *BMC Research Notes*, 11(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3545-9>
- Shaffer, J. F., Ferguson, J., & Denaro, K. (2019). Use of the Test of scientific literacy skills reveals that fundamental literacy is an important contributor to scientific literacy. *CBE – Life Sciences Education*, 18(3), 1–10. <https://doi.org/10.1187/cbe.18-12-0238>
- Schneegans, S., & Nair-Bedouelle, S. (2021). Scientific literacy: an imperative for a complex world. In S. Schneegans, T. Straza & J. Lewis (Eds.), *UNESCO Science Report: the race against time for smarter development* (pp. 17–19). UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377448>
- Soukup, P. (2013). Věcná významnost výsledků a její možnosti měření. *Data a výzkum – SDA Info*, 7(2), 125–148. <https://doi.org/10.13060/23362391.2013.127.2.41>
- Trnka, J. (2022). Covid nám odhalil vědu, která se dělá. *Vesmír*, 101(4), 262–264.
- Waldo, J. T. (2014). Application of the Test of scientific literacy skills in the assessment of a general education natural science program. *The Journal of General Education*, 63(1), 1–14. <https://doi.org/10.1353/jge.2014.0007>
- Woods-McConney, A., Oliver, M. C., McConney, Schibeci, A. 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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.871658>

Test TOSLS

Pokyny k testu

- Test obsahuje **28 otázek** s možností volby odpovědi, správná je vždy jen jedna odpověď.
- Na vypracování otázek máte **60 minut**.
- Zvolené písmeno odpovědi zapište **do záznamového listu**; na jeho druhou stranu můžete kreslit, provádět pomocné výpočty apod.
- **Nepoužívejte kalkulačku!**

Neotvírejte zadání, dokud k tomu nedostanete pokyn.

Zadání testu vychází z práce Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE – Life Sciences Education*, 11(4), 364–377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>

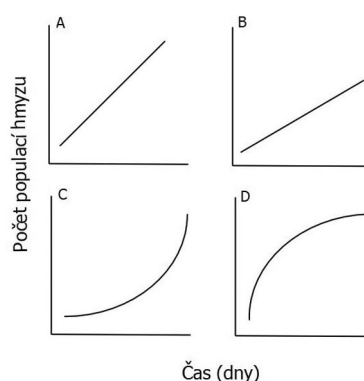
Český překlad: RNDr. Eva Hejnová, Ph.D. (PřF UJEP Ústí nad Labem), revize českého překladu: RNDr. Jindřiška Svobodová, Ph.D. (PF MU Brno), doc. RNDr. Stanislav Daniš, Ph.D. (MFF UK Praha), RNDr. Jiří Králík, Ph.D. (PřF UJEP Ústí nad Labem)

1. Které z následujících tvrzení představuje vědecky platný argument?

- A. Letošní hodnoty výšky hladiny moře u pobřeží Mexického zálivu jsou nižší než obvykle; měsíční průměrná hodnota byla v některých oblastech téměř o 0,1 cm nižší, než je běžné. Tato fakta dokazují, že zvyšování hladiny moří není problém.
- B. Kmen myši byl geneticky upraven tak, aby postrádal určitý gen, a myši nebyly schopny se rozmnožovat. Opětovným zavedením genu do mutantních myši se jejich schopnost reprodukce obnovila. Tato fakta naznačují, že gen je pro reprodukci myši nezbytný.
- C. Průzkum ukázal, že se 34 % Američanů domnívá, že dinosauři a předci moderních lidí existovali na Zemi současně, protože fosilní stopy obou druhů byly nalezeny na stejném místě. Tento rozšířený názor je vhodným důkazem pro podporu tvrzení, že se lidé nevyvinuli z opičích předků.
- D. Letošní zima přinesla na severovýchodě USA rekordní sněhové srážky a průměrné měsíční teploty byly v některých oblastech o více než 1 °C nižší než obvykle. Tato fakta naznačují, že dochází ke změně klimatu.

2. Při pěstování zeleniny na vaší zahrádce jste si všimli zvláštního druhu hmyzu, který požírá vaše rostliny. V průběhu času jste přibližně spočítali počet populací hmyzu (viz údaje níže). Který graf nejlépe zobrazuje vaše údaje?

Čas (dny)	Populace hmyzu (počet)
2	7
4	16
8	60
10	123



3. Ve Spojených státech byla provedena studie na náhodném souboru 1 000 osob, která měla určit jejich střední (průměrnou) délku života. V tomto souboru byla střední délka života 80,1 let u žen a 74,9 let u mužů. Jakým způsobem můžete **nejspolehlivěji** ověřit výsledky studie, že ženy v běžné populaci ve Spojených státech žijí déle než muži?

- A. Odečtením střední délky života mužů od střední délky života ženy. Pokud je hodnota kladná, ženy žijí déle.
- B. Provedením statistické analýzy, zda ženy žijí významně déle než muži.
- C. Grafickým znázorněním střední délky života žen a mužů a vizuální analýzou dat.
- D. Neexistuje způsob, jak spolehlivě ověřit výsledky studie.

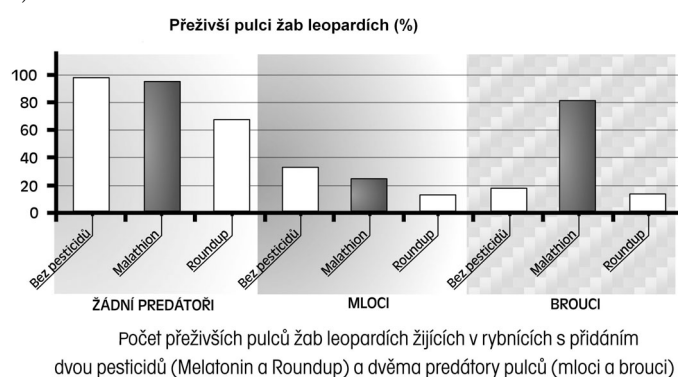
4. U které z následujících výzkumných studií je **nejméně pravděpodobné**, že obsahuje tzv. zavádějící faktor (tj. proměnnou, která poskytuje alternativní vysvětlení výsledků)?

- A. Výzkumníci náhodně rozdělili účastníky do experimentálních a kontrolních skupin. Ženy tvořily 35 % experimentální skupiny a 75 % kontrolní skupiny.
- B. Aby vědci zjistili trendy náboženské víry studentů navštěvujících americké univerzity, provedli průzkum mezi náhodně vybranými 500 studenty prvního ročníku malé soukromé univerzity na jihu Spojených států.
- C. Pro vyhodnocení účinku nového dietního programu vědci porovnávali úbytek hmotnosti mezi účastníky náhodně zařazenými do léčebné skupiny (s dietou) a do kontrolní skupiny (bez diety), přičemž kontrolovali průměrnou denní pohybovou zátěž účastníků a jejich hmotnost před zahájením diety.
- D. Vědci testovali účinnost nového stromového hnojiva na 10 000 stromcích. Stromky v kontrolní skupině (bez hnojiva) byly testovány na podzim, zatímco ošetřovaná skupina (s hnojivem) byla testována následující jaro.

5. Která z následujících činností představuje správný vědecký postup?

- A. Vládní agentura prohlásila chemickou látku obsaženou v plastech za bezpečnou pro člověka. Opírala se při tom o tvrzení vyplývající ze dvou studií financovaných průmyslem. Výzkumy, které spojují tuto látku s nepříznivými zdravotními účinky, byly vládou ignorovány.
- B. Novináři považují obě strany vědeckého bádání za stejně důvěryhodné, i když jedna strana byla mnoha experimenty vyvrácena.
- C. Vládní agentura se rozhodla upravit zprávy o veřejném zdraví, které se týkají kojení. Stalo se tak v reakci na tlak podniků zabývajících se výrobou kojenecké výživy.
- D. Několik výzkumných studií zjistilo, že nový lék je účinný při léčbě symptomů autismu; vládní agentura však odmítá lék schválit, dokud nebudou známy jeho dlouhodobé účinky.

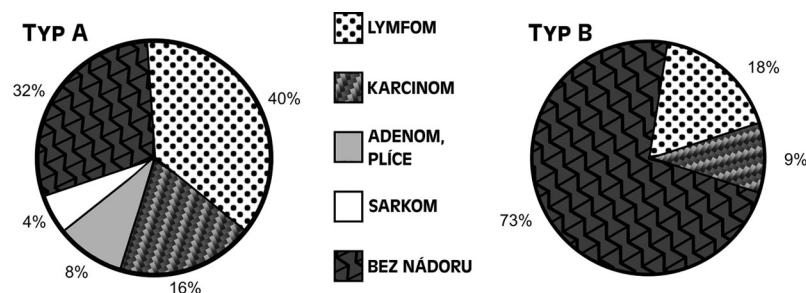
Podklady pro otázku 6: Ve vědeckém článku¹³ se autoři věnovali studiu účinku některých pesticidů na pulce žab leopardích v jejich přirozeném prostředí. Jedním z přirozených predátorů pulců jsou brouci. Když byli tito brouci vloženi k pulcům a zároveň byl přidán pesticid Malathion, byly pozorovány neobvyklé výsledky (viz graf).



6. Která z následujících hypotéz poskytuje přijatelné vysvětlení těchto výsledků?

- A. Malathion hubil pulce, což způsobilo, že brouci měli větší hlad a sežrali více pulců.
- B. Malathion hubil pulce, takže brouci měli více potravy a jejich populace se zvětšila.
- C. Malathion hubil brouky, což způsobilo, že bylo sežráno méně pulců.
- D. Malathion hubil brouky, což způsobilo, že pulci se lovíli navzájem.

7. Vyberte z uvedených možností tu, která **nejlépe interpretuje** následující grafy?¹⁴



Nádory zjištěné u myši typu A a typu B. Výšečový graf znázorňuje relativní výskyt nádorů. Čísla u jednotlivých výsečí označují procentuální výskyt konkrétního typu nádoru.

- A. Myši typu A s lymfomem se vyskytovaly častěji než myši typu A bez nádoru.
- B. U myši typu B byl pravděpodobnější výskyt nádoru než u myši typu A.
- C. Lymfom byl stejně častý u myši typu A i B.
- D. Karcinom byl méně častý než lymfom pouze u myši typu B.

¹³Upraveno od Relyea, R. A., Schoeppner, N. M., & Hoverman, J. T. (2005). Pesticides and amphibians: The importance of community context. *Ecological Applications*, 15, 1125–1134.

¹⁴Upraveno od Wang, Y., Klumpp, S., Amin, H. M., Liang, H., Li, J., Estrov, Z., Zweidler-McKay, P., Brandt, S. J., Agulnick, A., & Nagarajan, L. (2010). SSBP2 is an in vivo tumor suppressor and regulator of LDB1 stability. *Oncogene*, 29, 3044–3053.

8. Tvůrci vibrační činky tvrdí, že jejich produkt dokáže zajistit „neuvěřitelnou sílu“. Která z níže uvedených doplňujících informací by **nejvíce podpořila** tvrzení, že vibrační činka účinně zvyšuje sílu svalů?
- Údaje z průzkumu ukazují, že uživatelé vibrační činky s ní cvičí v průměru 6 dní v týdnu, zatímco uživatelé standardní činky uvádějí, že trénují 3 dny v týdnu.
 - Ve srovnání s klidovým stavem měli uživatelé vibrační činky při jejím použití o 300 % vyšší průtok krve svaly.
 - Údaje z průzkumu ukazují, že uživatelé vibrační činky uvádějí výrazně větší svalové napětí (svalový tonus) ve srovnání s uživateli standardní činky.
 - Ve srovnání s uživateli standardní činky byli uživatelé vibrační činky schopni na konci osmi-týdenního cvičení zvedat výrazně těžší závaží.
9. Která z následujících možností **není** příkladem správného vědeckého přístupu?
- Vědci, kteří byli požádáni, aby přezkoumali návrhy grantů, zakládali svá doporučení pro financování na zkušenostech výzkumníků, projektových plánech a předběžných datech z předložených návrhů výzkumu.
 - Vybraní vědci byli požádáni, aby na základě svého politického přesvědčení pomohli provést vládou sponzorovanou výzkumnou studii o globální změně klimatu.
 - Organizace pro ochranu ryb a volně žijících živočichů revidovala svůj seznam chráněných a ohrožených druhů v reakci na nová vědecká zjištění.
 - Vláda zastavila financování široce používaného programu sexuální výchovy poté, co studie prokázaly nízkou efektivitu programu.

Podklady pro otázku 10: Ve zprávách vzbudil váš zájem příběh o lidských feromonech. Internetový vyhledávač vás zavede na následující webovou stránku.

EROS NADACE

Speciální sleva
Feromon 10.13 zvyšuje romantiku vašeho života, lahvička 1,6 oz., běžná cena 98,50 USD (25% sleva pro poprvé nakupující zákazníky) [Objednejte si nyní](#)

HLAVNÍ STRÁNKA EROS | EROS VĚDA | OBJEV FEROMONIE | KNIHY A PRODUKTY | MÉDIA ČLÁNKY | KONTAKT | VIDEO ODKAZY

Rychlý přístup
Klikněte zde pro objednávání z Eros
Ochrana soukromí

Prohlédněte si stránky
Hlavní stránka Eros
Hlavní zprávy
Články Dr. Baxterové
Objevy
Dr. Baxterová ve vědeckých kruzích
Další zdravotní výzkum
Publikované vědecké články

Vítejte v Nadaci Eros, biomedicín-ském výzkumném zařízení

Founded in 1995

Založena v roce 1995
Dr. Millicent Baxterovou, prezidentkou nadace,
bioložkou a spoluobjevitelkou jevů u člověka
a autorkou:
Hormony a vaše zdraví: průvodce chytré ženy po hormonálních a alternativních terapiích při menopauze
[Klikněte zde pro objednání](#)

Dr. M. Baxterová v roce 1981 získala na univerzitě v Utice titul B.S. psychologie (s vyznamenáním). V roce 1987 na Dukeově univerzitě získala titul Ph.D. z biologie a pokračovala v postgraduálním studiu behaviorální endokrinologie na Standfordské univerzitě. V roce 1995 spoluzakládala Program životního stylu pro ženy v nemocnici Státní univerzity New Yorku v Buffalu. Publikovala více než 358 vědeckých článků, je spoluautorkou 5 patentů a autorkou osmi knih o ženském zdraví.

Dr. Baxterové
Vonné přísady pro zvýšení sexuální přitažlivosti
Objevy a bibliografie
Z vědecké komunity

Odborně recenzované, publikované na Eros Věda
V prosinci 2010 zveřejnil časopis International Menopause Society vyžádanou recenzi Dr. Baxterové publikovaného článku, podle nějž se zdá, že ubývá rakoviny prsu. Studie WHI z roku 2002 a následná medializace způsobily, že ženy přestaly užívat hormonální substituční terapii.

Baxter, M. McColl NL., Lieberman, E., Calabrese-Stone E., (2000) Sexuální reakce u žen, *Obstetrics&Gynecology* 95:4 (dodatek), duben 2000, 19S
Baxter, M. McColl NL., Lieberman, E (1998) Feromonické vlivy na sociosexuální chování, *Archives of sexual behavior* (Archivy sexuálního chování) 24:1-13
Baxter, M., Calabrese-Stone E. (1998) Ženy po 40. roku věku: úloha pohlavních hormonů a feromonů, *Disease-A-Month*, 44:423-546

Rakovina prsu u žen po menopauze: co je skutečné riziko? Přednáška a abstrakt Dr. Baxterové byly přijaty na 65. výroční zasedání Americké společnosti pro reprodukční medicínu (ASRM) v říjnu 2009

Naše produkty jsou expedovány v jednotných balíčcích pro ochranu vašeho soukromí.

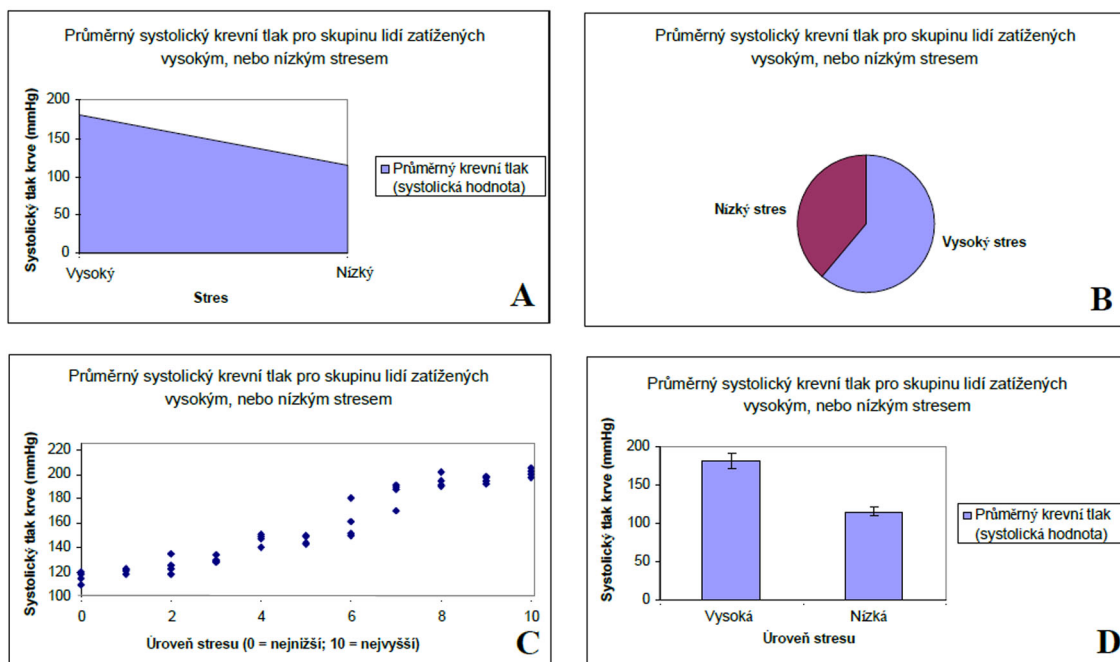
10. Která z následujících charakteristik webové stránky Nadace Eros vám pomůže určit, zda se jedná o důvěryhodný zdroj informací, či nikoliv?
- A. Webová stránka nemusí být důvěryhodná, protože v ní nejsou uvedeny vhodné odkazy.
 - B. Webová stránka nemusí být důvěryhodná, protože jejím účelem je inzerovat produkt.
 - C. Webová stránka je pravděpodobně důvěryhodná, protože v ní jsou uvedeny vhodné odkazy.
 - D. Webová stránka je pravděpodobně důvěryhodná, protože její autor má dobrou pověst.

Podklady pro otázky 11–14: Pro několik dalších otázek použijte níže uvedený úryvek (převzato ze zprávy amerického zpravodajského placeného televizního kanálu MSNBC.com).

„Nedávná studie sledující více než 2 500 Newyorčanů po dobu více než 9 let, zjistila, že lidé, kteří pili dietní limonády každý den, měli o 61 % vyšší riziko cévních příhod, včetně mrtvice a srdečního infarktu, než ti, kteří se dietním limonádám vyhýbali. V rámci této studie výzkumný tým Hannah Gardnerové zkoumal stravovací a pohybové návyky 2 564 náhodně vybraných Newyorčanů a také jejich spotřebu cigaret a alkoholu. Účastníci byli také podrobeni lékařskému vyšetření, včetně měření krevního tlaku, vyšetření hladiny cholesterolu v krvi a vyšetření dalších faktorů, které by mohly ovlivnit riziko infarktu a mrtvice. Zvýšená pravděpodobnost cévních příhod zůstala u účastníků studie i poté, co Gardnerová a její kolegyně zohlednily rizikové faktory, jako je kouření, vysoký krevní tlak a vysoká hladina cholesterolu. U osob, které pily běžné limonády, vědci žádné zvýšené riziko nezjistili.“

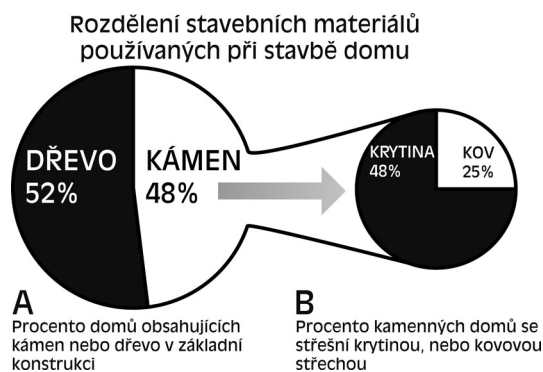
11. Výsledky této studie naznačují, že konzumace dietních limonád může vést ke zvýšenému riziku cévních onemocnění. Z následujících tvrzení vyberte takové, které výsledky uvedené studie **podporuje**.
- A. Výsledky epidemiologické studie naznačují, že Newyorčané mají 6,8krát vyšší pravděpodobnost úmrtí na cévní onemocnění než obyvatelé jiných amerických měst.
 - B. Výsledky experimentální studie ukázaly, že náhodně vybraní jedinci, kteří konzumovali jednu dietní limonádu denně, měli dvakrát vyšší pravděpodobnost, že je postihne mozková mrtvice, než náhodně vybraní jedinci, kteří pili jednu běžnou limonádu denně.
 - C. Studie na zvířatech naznačují souvislost mezi cévními chorobami a konzumací výrobků obsahujících karamel (složka, která dodává limonádám tmavou barvu).
 - D. Výsledky průzkumu naznačují, že lidé, kteří denně vypijí jednu nebo více dietních limonád, častěji kouří než lidé, kteří nepijí žádné dietní limonády, což u nich vede k nárůstu cévních příhod.
12. Z jakého zdroje informací pochází úryvek uvozující otázky 11–14?
- A. Primárního (výzkumné studie provedené, sepsané a poté předložené k recenznímu řízení do vědeckého časopisu).
 - B. Sekundárního (shrnutí několika výzkumných studií, které je sepsáno jako souhrnný článek včetně odkazů na vědecké časopisy).
 - C. Terciárního (zprávy v médiích, informace v encyklopediích nebo dokumenty publikované vládními agenturami).
 - D. Nic z výše uvedeného.
13. Vedoucí výzkumný pracovník řekl: „Myslím, že ti, kteří pijí dietní limonády, by měli být opatrní, ale nemyslím si, že by už teď měli úplně změnit své chování.“ Proč nevaroval lidi, aby okamžitě přestali pít dietní limonády?
- A. Výsledky by měly být zopakovány na souboru osob, který by více reprezentoval populaci USA.
 - B. Mohou se vyskytnout významné nejasnosti (alternativní vysvětlení vztahu mezi dietními limonádami a cévním onemocněním).
 - C. Osoby nebyly náhodně rozděleny do léčené a kontrolní skupiny.
 - D. Vše výše uvedené.
14. Která z následujících podstatných vlastností **není** silnou stránkou v provedení výzkumu?
- A. Sběr dat z velkého výběrového souboru.
 - B. Náhodný výběr obyvatel New Yorku.
 - C. Náhodné rozdělení účastníků do kontrolní a experimentální skupiny.
 - D. Vše výše uvedené.

15. Vědci zjistili, že osoby vystavené vysokému stresu mají výrazně vyšší krevní tlak než osoby, které stresem tolik netrpí. Jaký graf by byl nevhodnější pro zobrazení středních (průměrných) hodnot krevního tlaku těchto dvou skupin osob?



Podklady pro otázku 16: Energetická účinnost domů závisí na použitých stavebních materiálech a jejich přizpůsobení klimatickým podmínkám. Byly shromážděny údaje o typech stavebních materiálů použitých při stavbě domů (výsledky jsou uvedeny níže). Kamenné domy jsou energeticky účinnější. Pro zjištění, zda tato účinnost závisí na typu střechy, byly shromážděny rovněž údaje o procentu kamenných domů, které měly buď krytinovou, nebo plechovou střechu.

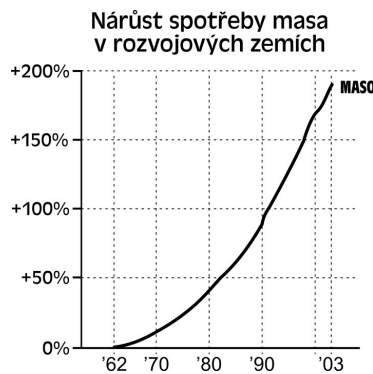
16. Na základě uvedeného obrázku rozhodněte, jaká část domů byla postavena z kamenů a na střechě měla krytinu?



- A. 25 %
- B. 36 %
- C. 48 %
- D. Nelze vypočítat bez znalosti původního počtu účastníků průzkumu.
17. **Nejdůležitějším** faktorem, který ovlivňuje vaše rozhodnutí o zařazení vědeckého článku mezi důvěryhodné vědecké články, je:

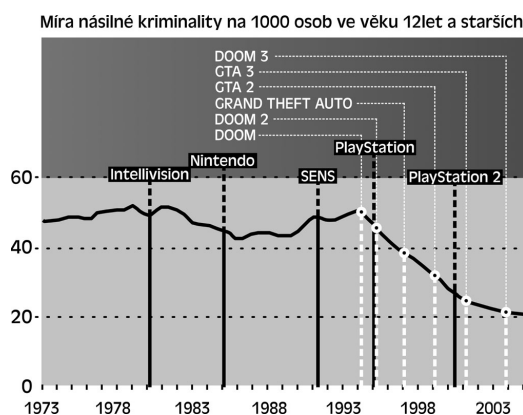
- A. Přítomnost dat nebo grafů.
- B. Článek byl posouzen jinými nezávislými odborníky.
- C. Pověst výzkumníků.
- D. Vydavatel článku.

18. Jaký nejpřesnější závěr můžete vyvodit z údajů v tomto grafu?¹⁵



- A. K největšímu nárůstu spotřeby masa došlo v posledních 20 letech.
 B. Spotřeba masa se za posledních 40 let zvyšovala rovnoměrně.
 C. Spotřeba masa se každých 20 let zdvojnásobuje.
 D. Spotřeba masa se každých 10 let zvyšuje o 50 %.
19. Dvě studie se zaměřují na odhad průměrného obsahu kofeinu v jednom druhu energetického nápoje. Obě používají stejný test na náhodném vzorku nápoje. Ve studii X má být testováno 25 lahví a ve studii Y 100 lahví. Které tvrzení je pravdivé?
- A. Odhad aktuálního průměrného obsahu kofeinu z každé studie bude stejně nejistý.
 B. Nejistota v odhadu aktuálního průměrného obsahu kofeinu bude menší ve studii X než ve studii Y.
 C. Nejistota v odhadu aktuálního průměrného obsahu kofeinu bude větší ve studii X než ve studii Y.
 D. Nic z výše uvedeného.
20. Hurikán vyhubil 40 % divoče žijících krys v pobřežním městě. Poté se ve stojatých vodách rozšířila nemoc, která zabila 20 % krys, které hurikán přežily. Kolik procent původní populace krys zůstalo po těchto dvou událostech?
- A. 40 %
 B. 48 %
 C. 60 %
 D. Nelze vypočítat bez znalosti původního počtu krys.

Podklady pro otázku 21: Jeden nadšenec videoher tvrdil, že hraní násilných videoher (např. Doom, Grand Theft Auto) je příčinou poklesu násilné kriminality. Na podporu svého tvrzení předložil graf (viz níže). V něm poukázal na to, že míra násilné kriminality dramaticky poklesla v době, kdy se objevila první „středně násilná“ videohra Doom.



¹⁵Upraveno podle Rosenthal, E. (2008). As more eat meat, a bid to cut emissions. *New York Times*, 3. prosince 2008. Přístup 10. 9. 2022 <http://www.nytimes.com/2008/12/04/science/earth/04meat.html>

21. Vezmeme-li v úvahu informace uvedené v tomto grafu, co je **nejzávažnější nedostatek** v argumentaci hráče videoher?
- A. Zdá se, že po zavedení herních systémů Intellivision a SNES se míra násilné kriminality mírně zvýšila.
 - B. Graf nezobrazuje míru násilné kriminality u dětí mladších 12 let, takže výsledky jsou zkreslené.
 - C. Klesající trend v míře násilné kriminality může být způsoben něčím jiným než násilnými videohrami.
 - D. Graf zobrazuje pouze data do roku 2003. Je zapotřebí novějších údajů.
22. Váš lékař vám předepsal zcela nový lék. Tento lék má však některé významné vedlejší účinky, proto si uděláte průzkum, abyste posoudili účinnost nového léku ve srovnání s podobnými léky na trhu. Který z následujících zdrojů by vám poskytl **nejpřesnější** informace?
- A. Příbalový leták/webová stránka výrobce léku.
 - B. Speciální pořad o léku v nočních zprávách.
 - C. Výzkumná studie provedená externími výzkumníky.
 - D. Informace od důvěryhodného přítele, který lék užívá šest měsíců.
23. Genový test vykazuje slibné výsledky ve včasném odhalení rakoviny tlustého střeva. Nicméně 5 % všech výsledků testu je falešně pozitivních; to znamená, že výsledky ukazují na přítomnost rakoviny, i když ji pacient ve skutečnosti nemá. Kolik z 10 000 lidí by vzhledem k této míře falešné positivity mělo falešně pozitivní výsledek a zbytečně by se znepokojovalo?
- A. 5
 - B. 35
 - C. 50
 - D. 500
24. Proč výzkumníci používají statistiku k vyvozování závěrů ze získaných dat?
- A. Výzkumníci obvykle sbírají data (informace) o každém jedinci v populaci.
 - B. Veřejnost se snadno nechá přesvědčit čísly a statistikami.
 - C. Nejspolehlivější odpovědi na otázky výzkumníků lze získat pouze prostřednictvím statistických analýz.
 - D. Výzkumníci vyvozují závěry o populaci na základě odhadů z menšího výběrového souboru.
25. Výzkumník předpokládá, že očkování vakcínou, která obsahuje stopy rtuti, **nezpůsobuje** u dětí autismus. Který z následujících údajů by jeho hypotézu **nejspolehlivěji** potvrdil?
- A. Počet dětí, které byly očkovány, a projevil se u nich autismus.
 - B. Roční sledování počtu výskytů symptomů autismu u očkovaných a neočkovaných dětí od narození do věku 12 let.
 - C. Střední (průměrná) míra výskytu autismu u dětí narozených ve Spojených státech.
 - D. Střední (průměrná) koncentrace rtuti v krvi u dětí s autismem.

Podklady pro otázku 26: Na trhu se objevily dva nové léky na osteoporózu. Abyste své babičce pomohli rozhodnout, který z nich má užívat, provedli jste malou rešerši. V časopise *Eurasian Journal of Bone and Joint Medicine* jste našli články, které ukazují účinnost pouze jednoho z těchto dvou nových léků. Tento časopis je podporován farmaceutickou firmou a většina reklam v něm je na produkty této společnosti. V jiných zdrojích naleznete další články, které ukazují, že stejný lék má pouze omezenou účinnost.

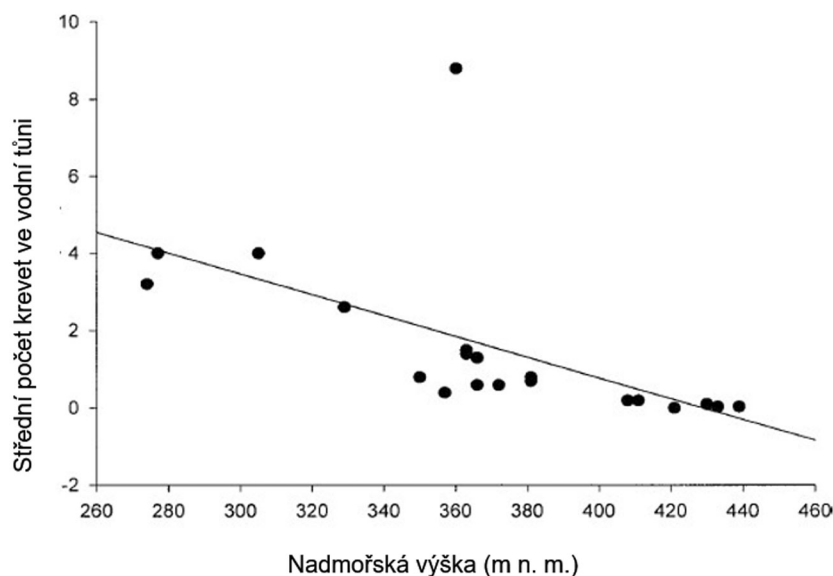
26. Vyberte **nejlepší** odpověď, která vám pomůže rozhodnout o důvěryhodnosti časopisu *Eurasian Journal of Bone and Joint Medicine*:
- A. Není to důvěryhodný zdroj vědeckého výzkumu, protože v časopise jsou reklamy.
 - B. Jde o důvěryhodný zdroj vědeckého výzkumu, protože v časopise jsou uvedeni důvěryhodní recenzenti, kteří hodnotí kvalitu výzkumných článků před jejich zveřejněním.

- C. Není to důvěryhodný zdroj vědeckého výzkumu, protože časopis obsahuje pouze studie prokazující účinnost léků dané společnosti.
- D. Je to důvěryhodný zdroj vědeckého výzkumu, protože studie uvedené v časopise byly později reprodukovány jinými vědkyněmi.

27. Které z následujících jednání představuje **správný** vědecký postup?

- A. Vědecký časopis odmítne studii, protože její výsledky jsou v rozporu s obecně přijímaným modelem.
- B. Vědecký časopis stáhne publikovaný článek poté, co zjistí, že vědkyně zkreslila data.
- C. Vědkyně zdarma rozdává potřebným pacientům vzorky nového léku, který vyvíjí.
- D. Vedoucí vědecký pracovník vybízí svého postgraduálního studenta, aby publikoval studii obsahující převratná zjištění, která nelze ověřit.

Podklady pro otázku 28: Vědkyně, kteří se zajímali o vztah mezi množstvím říčních krevet a nadmořskou výškou vodních tůň, prezentovali údaje v níže uvedeném grafu. Vědkyně také zaznamenali zajímavý trend, který naznačuje, že s rostoucí nadmořskou výškou jsou vodní tůně mělké.



Vztah mezi celkovým množstvím říčních krevet a nadmořskou výškou

28. Která z následujících hypotéz je věrohodná pro vysvětlení výsledků uvedených v grafu?

- A. V nadmořských výškách nad 340 metrů je více vodních tůň, protože ve vyšších polohách častěji prší.
- B. Říční krevety jsou hojnější v nižších nadmořských výškách, protože v těchto místech bývají vodní tůně hlubší.
- C. Tento graf nelze interpretovat kvůli odlehlému datovému bodu.
- D. S rostoucí nadmořskou výškou se počet říčních krevet zvyšuje, protože ve vyšších nadmořských výškách mají méně predátorů.

Řešení: 1B, 2C, 3B, 4C, 5D, 6C, 7A, 8D, 9B, 10B, 11B, 12C, 13D, 14C, 15D, 16B, 17B, 18A, 19C, 20B, 21C, 22C, 23D, 24D, 25B, 26C, 27B, 28B.