



# Zadání slovních úloh jako podklad pro rozvoj čtení s porozuměním a dovednosti slovní úlohy řešit<sup>1</sup>

NAĎA VONĎROVÁ, MARTINA ŠMEJKALOVÁ, IRENA SMETÁČKOVÁ

**Abstrakt:** Cílem studie je podat přehled o výzkumech zkoumajících účinnost intervencí, v nichž je prostřednictvím zlepšování čtení s porozuměním (a to na podkladu zadání slovních úloh) usilováno o zlepšení dovednosti řešit slovní úlohy. Studie je založena na předpokladu, že u slovních úloh, které jsou příkladem vysoce komplexního učiva, může úroveň čtení s porozuměním limitovat přístup k využití matematických dovedností. Současně se ukazuje, že je nutné rozvíjet porozumění nejen textu jako takovému, ale také specifickým jazykovým prostředkům využívaným ve slovních úlohách. Prostřednictvím databází ERIC, Scopus a WOS bylo identifikováno sedm studií požadovaného typu, které byly doplněny o jednu další relevantní studii. Tyto studie využily slovní úlohy jako specifický typ komunikátu pro rozvoj čtení s porozuměním, a to pomocí přenesení (komplexních) strategií čtení do výuky matematiky vesměs u žáků 1. stupně. Jejich dalším společným jmenovatelem je důraz na rozvoj metakognice prostřednictvím různých forem řešení (pojmových map, diagramů, role cards). Sedm studií prokázalo pozitivní důsledky využívání textů slovních úloh jako podkladu pro rozvoj čtení na schopnost žáků řešit slovní úlohy. Výzkumná evidence však není dostatečná, proto studie poukazuje na možné směry výzkumu v této oblasti. Studie ukazuje, že slovní úlohy se mohou stát prostředky specifického i nespecifického posilování mezi předměty matematika a mateřský jazyk.

**Klíčová slova:** slovní úlohy, čtení s porozuměním, strategie čtení, řešení slovní úlohy, metakognice

## ÚVOD

Mezi výkony žáků v matematice a v mateřském jazyku existuje významná souvislost (např. Abedi, 2006; Gelman

& Butterworth, 2005; Leiss, Plath & Schwippert, 2019; Mullis et al., 2012). Ti žáci, kteří dosahují slabších výsledků v jednom předmětu, signifikantně častěji selhávají i v druhém předmětu.

<sup>1</sup> Poděkování: Článek byl zpracován s finanční podporou projektu TAČR TL03000469 *Podpora integrace matematické, čtenářské a jazykové gramotnosti u žáků základních škol*.



V případě českých žáků navíc dlouhodobě platí, že výsledky ve čtenářské gramotnosti jsou nižší než v matematické gramotnosti, avšak panuje mezi nimi blízký vztah.<sup>2</sup> To není překvapivé, neboť z logiky struktury a uplatnění kognitivních schopností vyplývá (srov. Sternberg, 1999), že schopnosti využívané při řešení problémových situací v neязыkovém a jazykovém kontextu interagují. Čím komplexnější je problémová situace, tím více poznatků a mentálních operací s nimi musí být vykonáno, přičemž nevariuje pouze jejich rozsah, ale také druh myšlenkové operace a schopností. Tyto skutečnosti nám dovolují vyslovit předpoklad, že kognitivní schopnosti uplatňující se dominantně ve školní matematice a ve školním vyučování mateřskému (prvnímu) jazyku nejsou *a priori* spojeny kauzálně, resp. jednosměrně, nýbrž jejich spojení může být obousměrné, vzájemně se posilující a proměnlivé na přič dílčími úkoly.

Příkladem takového vysoce komplexního učiva jsou slovní úlohy v matematice. O nich platí, že úroveň čtení s porozuměním může limitovat přístup k využití matematických dovedností. Žádoucí zacházení se slovní úlohou lze tudíž označit za metakomunikační dovednost. Při řešení slovní úlohy musí řešitel uchopit „jednotlivé složky textu (propozice, tj. celky organizované ko-

lem individuálních predikátů) a jejich vzájemné vztahy (resp. vztahy těchto složek k mimojazykové skutečnosti a k vnímatelovým existujícím konceptuálním strukturám)“ (Vondrová et al., 2019, s. 18), tedy např. provádí generalizaci, integraci a redukci (tedy vynechává irelevantní prvky), ale také přejímá celé propozice, které jsou pro organizaci obsahu zásadní, a uspořádává je v časové následnosti.

Tento článek chce přispět k aktuální diskusi o konvergenci gramotnostních dovedností ve vzdělávání. Pozornost soustřeďujeme na vztah mezi vzdělávacími oblastmi RVP ZV Jazyk a jazyková komunikace (český jazyk) a Matematika a její aplikace, a to z důvodů, jež jsme vysvětlili výše. Cílem článku je představit přehled dosavadních výzkumů zaměřených na rozvoj dovednosti řešit slovní úlohy, a to prostřednictvím rozvoje práce se zadáním slovní úlohy jako textem. Tyto textové operace označujeme zavedeným termínem jako čtení s porozuměním.

## TEORETICKÉ VYMEZENÍ

### Slovní úlohy jako příklad jazykově i matematicky komplexních úloh

Slovní úlohy jsou považovány za po-  
jítka mezi matematickými pojmy a kaž-

<sup>2</sup> Například šetření PISA v roce 2003 ukázalo hodnotu korelačního koeficientu mezi výsledky v testech čtenářské a matematické gramotnosti 0,57 (Palečková & Tomášek, 2005). Ve výzkumu Vondrová et al. (2019) byl zjištěn korelační koeficient známek z matematiky a českého jazyka na vysvědčení 0,4 až 0,7 v závislosti na ročníku základní školy.



dodenní realitou a žáci jsou jejich prostřednictvím ujišťováni o užitečnosti zvládnutí matematiky. Navzdory tomu však představují učivo, které je obtížné pro žáky i pro jejich učitele (např. Rendl et al., 2013). Četné výzkumy ukazují, že žáci jsou při řešení slovních úloh mnohdy neúspěšní, protože si neumějí vytvořit dostatečně kvalitní situační model. Ten vzniká na základě zpracování textového vstupu do (sémantického) mikro- nebo makrostrukturního modelu (Reusser, 1985) a „má objasňovat, k čemu má textem popsaná situace nebo jednání konatelů dospět: jde o stanovení problému, tj. identifikaci informační mezery, na kterou má být zaměřena relevantní otázka“ (Vondrová et al., 2019, s. 18).

Výsledkem abstrahování situačního modelu je matematický model, a to „nenumernický, ale již abstraktní (schematický) matematický model problému, nebo formální numerický (nebo algebraický) matematický model“ (ibid., s. 18–19). Obtíže žáků mohou přirozeně nastat v kterékoli jiné fázi řešení slovní úlohy, v tomto článku se však omezíme na tvorbu situačního modelu a jeho abstrahování do matematického modelu, pro něž je zásadní porozumění textu zadání slovní úlohy.

Text, který tvoří zadání slovní úlohy, je specifickým typem komunikátu (Hirschová, 2017/2018). Hirschová představuje slovní úlohu jako jistý typ sdělení/komunikátu (*message*). V něm zadavatel úlohy adresátovi popisem nějaké výchozí situace nebo souboru

údajů zadává úkol (z komunikačního hlediska se jedná o direktivní řečové jednání). Z hlediska jazykové výstavby lze velmi zjednodušeně konstatovat, že se jedná o krátké textové útvary s prvky epiky (narace), které vykazují poměrně výrazný rys jazykové a stylizační ustálenosti, někdy až stereotypnosti či frazeologičnosti.

Na druhé straně se ve slovních úlohách mohou objevit jevy problémové, jako jsou např. nevhodné nominalizace, uvádění nadbytečných údajů, používání neznámých výrazů, stereotypní kondenzace pomocí nepravých vztahových vět, výskyt nepravých podmínkových souvětí, nedostatečná explicitnost např. u koordinačních spojení, nevhodně použité modální výrazy, celková nedořečenost a další (viz také Vondrová et al., 2019).

Pro tyto případy by bylo vhodné propojování jazykové a matematické výuky, která by měla vést k důkladnému jazykovému porozumění slovní úloze a v důsledku k optimalizaci matematického postupu řešení. Naši tezi podporuje i studie Chvála, Šmejkalové a Smetáčkové (2020) i výzkum slovních úloh v anglickém jazyce. Například Fuchsová et al. (2015) sledovali mj. vzájemný vztah porozumění obecnému nespécifickému textu, porozumění textu slovní úlohy a schopnosti řešit slovní úlohu. Bylo zjištěno, že čtení s porozuměním nebylo pro řešení slovní úlohy dostatečné, ale že toto řešení bylo podmíněno porozuměním jazyku specifickému pro slovní úlohy.



## Vztah mezi výkony žáků v řešení slovních úloh a mateřském jazyku

Mnohé zahraniční studie zjistily, že mezi jazykově-čtenářskými a matematickými kompetencemi existuje pozitivní vztah (Abedi, 2006; Leiss et al., 2019; Vilenius-Tuohimaa, Aunola, & Nurmi, 2008). Zjištěné pozitivní korelace potvrzují propojenost žákovských dispozic, tedy že žáci úspěšní v jedné doméně bývají často úspěšní i v druhé doméně kvůli svým celkově vyšším kognitivním schopnostem a akademické motivaci, ale také kvůli transferu znalostí a dovedností z jedné domény do druhé. Navíc ale některé ze zmíněných studií naznačují i kauzalitu ve vztahu mezi jazykově-čtenářskými a matematickými dovednostmi, a to konkrétně tak, že jazykově-čtenářské dovednosti jsou podmínkou pro úspěšnost v matematice, zejména v matematických slovních úlohách (např. Fuchs et al., 2015; Kleemans, Segers, & Verhoeven, 2017). Tuto skutečnost lze dobře demonstrovat např. na výsledcích meta-studie (Capraro, Capraro & Rupley, 2011), v níž autoři na základě odborných zdrojů<sup>3</sup> týkajících se využívání rozvoje čtení jako nástroje ke zlepšení dovednosti řešit slovní úlohy vytvořili teoretický model, který nazvali *reading-enhanced word problem solving* a jenž zahrnuje mj. schopnost poro-

zumět slovům a pojmům v kontextu. Autoři odkazují na studie prokazující účinnost některých technik práce s textem obecně a doporučují jejich využívání i pro účely slovních úloh. Navrhují např. opakované čtení textu, který obsahuje matematické pojmy; cvičení, v nichž mají žáci do textu slovní úlohy doplnit chybějící slova; klasifikační cvičení, kdy mají žáci zařadit slova do určitých skupin; cvičení na hledání synonym a antonym a na porozumění morfémům (předponám, příponám, flektivním koncovkám). Další komponentou zmíněného modelu je úsudková porozumění (*inferential comprehension*). Autoři upozorňují na efektivitu sumarizačních strategií, při nichž si žáci musí uvědomit, co je v zadání důležité, vynechat nepodstatné informace, ty podstatné vyjádřit stručně a přeformulovat text vlastními slovy. V neposlední řadě autoři identifikovali metakognici jako prostředek spojující porozumění textu a schopnost řešit slovní úlohy (viz dále v textu).

Pro české prostředí potvrdila vysokou důležitost jazykově-čtenářských dovedností pro řešení slovních úloh v matematice studie Chvála et al. (2020). V ní byly žákovské výkony v didaktických testech rozděleny do čtyř oblastí – slovní matematické úlohy, neslovní matematické úlohy, čtení s porozuměním a jazykové znalosti. Nejsilnější korelace byla zjištěna mezi slovními

<sup>3</sup> Intervencí, v nichž žáci s potížemi v matematice profitovali z výuky zaměřené na rozvoj čtení, i teoretických studií.



úlohami a čtením s porozuměním. Signifikantní se ukázala rovněž souvislost řešení slovních úloh se zvládnáním jazykových znalostí, zatímco čtení s porozuměním a jazykové znalosti spolu souvisely slaběji.

## Metakognice

Řada výše zmiňovaných studií o rozvoji jazykově-čtenářských a matematických dovedností, včetně metaanalýzy, kterou provedli Capraro et al. (2011), identifikuje metakognici jako klíčový prvek ovlivňující efektivitu rozvoje dovedností i jejich následného uplatnění. Metakognice je klíčový psychologický koncept v oblasti myšlení a regulace, jehož význam postupně narůstá od osmdesátých let 20. století spolu s tím, jak se klade větší důraz na autoregulované učení a žákovskou zodpovědnost za vlastní učení (de Boer et al., 2018). V kognitivně-psychologické perspektivě představuje metakognice schopnost jedince monitorovat a řídit vlastní myšlení a učení (např. Panaoura & Philippou, 2007; Veenman & Spaans, 2005). Díky metakognici žák může při řešení konkrétního úkolu rozpoznat, kdy jeho úroveň zvládnání úkolu není dostatečná, může přistoupit k úpravě dosavadního postupu, a tím zvýšit efektivitu řešení konkrétního úkolu i dlouhodobého procesu učení (Bransford, Brown & Cocking, 2000; Hartman, 2001).

Metakognice má komplexní strukturu, která zahrnuje jednak metakogni-

tivní znalosti a jednak procesy metakognitivní regulace (např. Veenman, Van Hout-Wolters & Afflerbach, 2006). Žák vstupuje do řešení úlohy s určitými metakognitivními znalostmi, které se týkají znalosti vlastních silných a slabých stránek, porozumění úkolu a představy o možných postupech řešení. Tyto metakognitivní znalosti musí propojit a přizpůsobit konkrétní učební situaci, což předpokládá plánování, monitorování a vyhodnocování dílčích kroků ve vlastním myšlení. Souhrn těchto procesů je označován jako metakognitivní regulace.

Zimmerman (2002) rozlišuje v metakognitivní regulaci tři fáze. První fáze je zaměřena na plánování – žáci v ní analyzují úkol a plánují, jak se s ním vypořádat. Druhou fází je samotné řešení úkolu – během něj je nutné monitorovat používané postupy pro kontrolu porozumění materiálu. Třetí fází je sebereflexe, v níž žák hodnotí svůj výsledek učení a připravuje se tím na vstup do nového učebního úkolu. Veenman a Spaansová (2005) se na průběhu metakognitivní regulace shodují, avšak třídí ji do čtyř fází: orientace, plánování a systematická akce, monitorování a evaluace, rekapitulace a reflexe.

Metakognice v rámci školního učení umožňuje, aby se žák při řešení úkolu rozhodoval, zda je určitá kognitivní strategie vhodná pro řešení úkolu, a zároveň monitoroval, vyhodnocoval a reguloval své poznávací procesy (Krykorková & Chvál, 2001; Schneider & Artelt, 2010). Pozitivní souvislost



mezi metakognicí a školními výkony byla prokázána jak v matematice (např. Schneider & Artelt, 2010; Chytrý, Říčan & Živná, 2019), tak v mateřském jazyku (např. Channa et al., 2015). Žáci s vyšší metakognicí dosahují vyšších školních výkonů (Krykorková & Chvál, 2001; Bransford et al., 2000), a to i v případě žáků s průměrnými a podprůměrnými dispozicemi (Veenman & Spaans, 2005).<sup>4</sup>

Na rozvoj metakognice má pozitivní až determinující vliv typ výuky (Perry, Lundie & Golder, 2019; Hartman, 2001). Přesné instrukce doplněné otázkami k reflexi jejich dopadů, vizuální opora prostřednictvím různých schémat a diagramů, procesní povzbuzování, sdílená reflexe postupů řešení v rámci skupinové práce a posilování (sebe)reflexe během srovnávání s popsánými strategiemi (při použití *role cards* nebo *story cards*, viz níže) pozitivně ovlivňují nejen rozvoj kognitivních procesů uplatňovaných v určité školní doméně (např. de Jager, Jansen & Reezigt, 2005; Iiskala et al., 2011; Jitendra et al., 2011), včetně konkrétní oblasti slovních úloh (např. Dröse & Prediger, 2021; Glenberg et al., 2012), ale také celkový rozvoj metakognitivních znalostí a metakognitivní regulace (de Boer et al., 2018; Perry et al., 2019).

V dalších studiích bylo zjištěno, že efekty jsou dokonce vyšší, pokud jsou žáci vystaveni řízenému rozvoji meta-

kognice podobnými technikami napříč různými oblastmi učiva v rámci určitého školního předmětu (Hartman, 2001; Ohtani & Hisasaka, 2018). To se týká například metakognice rozvíjené v matematice prostřednictvím slovních úloh, aritmetiky a geometrie (např. Schneider & Artelt, 2010). Výzkumná evidence týkající se metakognitivního rozvoje napříč předměty, konkrétně matematikou a mateřským jazykem, je však slabá. Z prokázané souvislosti mezi metakognicí a výkony v obou uvedených školních předmětech a zároveň i z prokázané efektivitivy komplexního rozvoje metakognice se nicméně můžeme oprávněně domnívat, že rozvoj metakognice napříč školní matematikou a mateřským jazykem je nejen možný, ale i žádoucí.

## Cíl studie

Ve výzkumu zaměřeném na parametry obtížnosti slovních úloh jsme konstatovali, že slovní úlohy jsou jedinečným jazykovým materiálem, jehož prostřednictvím lze mj. tříbit žákův smysl pro jemné významové odstíny, rozvíjet jeho slovní zásobu či schopnost věcného čtení (Vondrová et al., 2019, s. 329). Cílem naší přehledové studie je proto zjistit, zda již existují intervence prokazující pozitivní dopad využití textu slovních úloh na vzájemný rozvoj porozumění textu a dovednosti řešit

<sup>4</sup> Jiné studie naopak dospěly k závěru, že žáci se slabšími schopnostmi dosahovali nižšího metakognitivního rozvoje (např. Jitendra et al., 2011).



slovní úlohy. Chceme nabídnout českému čtenáři přehled o intervenčních výzkumech zkoumajících účinnost intervencí, v nichž je prostřednictvím zlepšování čtení s porozuměním (a to na podkladu zadání slovních úloh) usilováno o zlepšení dovednosti řešit slovní úlohy.

## METODOLOGIE

Do analýzy jsme zahrnuli intervenční studie s kontrolní skupinou i bez ní. Zaměřili jsme se na zdroje v anglickém jazyce, neboť české ani slovenské výzkumy v této oblasti neexistují (resp. není nám známa žádná publikace týkající se intervence požadovaného typu).

Pro výběr studií jsme zvolili vyhledávání ve třech databázích: ERIC, která je přímo zaměřena na oblast pedagogického výzkumu a v níž jsme se omezili pouze na odkazy typu *peer review*, Web of Science Core Collection (WOS) a Scopus, v nichž jsme se omezili na typ příspěvku *article*. Časové omezení jsme na vyhledávání studií neaplikovali. Klíčová slova pro vyhledávání udává tabulka 1. Nejdůležitější koncept pro naši studii spočívá ve slovních úlohách, pro něž se v angličtině kromě *word pro-*

*blem* občas používá i *modelling problem*, proto jsme obě tato sousloví využili pro zvláštní vyhledávání. Dále jsme použili klíčová slova *comprehension*, *reading* a *language*, protože se ve studiích zaměřených na rozvoj strategií čtení používají a jednotná terminologie neexistuje. Dále jsme použili slovo *intervention* pro hledání studií intervenčního typu, tedy takových, které ověřují efektivitu nějakého přístupu k výuce. V případě databáze Scopus, kde prvotní vyhledávání na základě klíčových slov v prvním řádku tabulky přineslo 336 článků, jsme se navíc omezili na obory *social sciences*, *psychology*, *mathematics*, *art and humanities*. Matematiku jako klíčové slovo jsme museli použít jen v případě druhého hledání (modelování se objevuje nejen v matematice), protože *word problem* v angličtině již znamená matematická slovní úloha. Většina nalezených článků se vyskytovala ve dvou, nebo i ve všech třech databázích. Počty nalezených studií uvádí tabulka 1.

Z jedinečného seznamu studií jsme následně vyloučili ty, které se týkaly výhradně bilingvních žáků, žáků, kteří se učí matematiku v jiném než mateřském jazyce, či žáků se specifickými poruchami učení a jinými konkrétními spe-

**Tab. 1** Klíčová slova pro vyhledávání a počty článků nabídnutých databázemi ERIC, WOS a Scopus

| Klíčová slova pro vyhledávání  | ERIC | WOS | Scopus |
|--|------|-----|--------|
| word problem AND (reading OR language OR comprehension) AND intervention   | 75   | 38  | 220    |
| (mathematics OR mathematical) AND intervention AND (modelling OR modelling) AND (reading OR language OR comprehension) | 49   | 4   | 28     |

ciálními vzdělávacími potřebami (např. žáků s poruchami autistického spektra či hluchých dětí). Takto jsme získali sedm studií, dvě z nich se týkají komplexních technik rozvoje čtení (*Story Grammar, Moved by Reading*). Protože je nám z předchozí vědecké práce znám jiný komplexní přístup k rozvoji čtení (*Reciprocal Teaching*), provedli jsme širší vyhledávání na [www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com) s cílem zjistit, zda tato technika nebyla v souvislosti se slovními úlohami již také zohledněna (použita byla klíčová slova „word problem“ a „reciprocal teaching“). Tak jsme získali studii (Segerby & Chronaki, 2018), která není obsažena v žádné ze tří databází, ale je pro nás také relevantní. Celkem se tedy tato přehledová studie týká osmi studií, které jsme analyzovali nejdříve z hlediska typu výzkumu a cílové skupiny (tab. 2).

Tři z článků se týkají tzv. *Schema-Based Instruction*, která vede žáky 1. stupně k tomu, aby si vytvořili schémata pro seskupování úloh do typů. Postupně se seznamují se slučovacími a porovnávacími slovními úlohami a úlohami typu změna, pro něž se učí konkrétní techniky výpočtu. Každou úlohu, kterou žáci řeší, do daného typu zařadí. Součástí této výuky je i rozvoj seberegulace (např. prostřednictvím instrukcí *use an inside voice, stay in seat, follow directions, try hard to answer problems correctly*) a využívání diagramů jako vizuální opory pro řešení. Studie ukázaly, že tato výuka je pro žáky přínosná (např. Jitendra et al., 2011), mnohdy se jedná o studie s žáky 1. stupně, kteří jsou ohroženi neúspěchem v matematice (např. Fuchs et al., 2020, 2021).

**Tab. 2** Charakteristiky vybraných studií

| Studie                     | Země    | Kontrolní skupina | Počet žáků | Ročník  | Databáze          |
|----------------------------|---------|-------------------|------------|---------|-------------------|
| Xin et al. (2008)*         | USA     | ne                | 5          | 4. a 5. | ERIC, WOS, Scopus |
| Glenberg et al. (2012)     | USA     | ano               | 97         | 3. a 4. | ERIC              |
| Schumacher & Fuchs (2012)* | USA     | ano               | 31         | 2.      | Scopus            |
| Moran et al. (2014)        | USA     | ano               | 72         | 3.      | Scopus, WOS       |
| Hagena et al. (2017)       | Německo | ano               | 380        | 7       | Scopus            |
| Segerby & Chronaki (2018)  | Švédsko | ne                | 4          | 4.      | –                 |
| Dröse & Prediger (2021)    | Německo | ano               | 275        | 5.      | Scopus            |
| Fuchs et al. (2021)*       | USA     | ano               | 391        | 1       | ERIC, WOS, Scopus |

\* Hvězdičkou jsou označeny studie ověřující rozvoj jazykových a čtenářských dovedností v rámci *Schema-Based Instruction*.





## ROZVOJ DOVEDNOSTI ŘEŠIT SLOVNÍ ÚLOHY PROSTŘEDNICTVÍM ROZVOJE STRATEGIÍ ČTENÍ A JAZYKOVÝCH DOVEDNOSTÍ

Všechny identifikované studie přenesly techniky práce s textem do výuky matematiky s cílem zlepšit dovednost žáků řešit slovní úlohy, přičemž podkladem pro práci s textem jsou jim právě zadání slovních úloh.

Většina z nich navazuje na socio-kulturní tradici přístupu k učení a využívá přímo či zprostředkovaně Vygotského pojem zóny nejbližšího vývoje (Vygotskij, 2004), a to v podobě tzv. lešení (*scaffolding*) (Bruner, 1985; Šedová & Švaříček, 2010). Lešením byla v analyzovaných studiích různá schémata typu pojmových map (Segerby & Chronaki, 2018; Dröse & Prediger, 2021), diagramů zachycujících strukturu slovní úlohy (Xin, Wiles & Lin, 2008; Schumacher & Fuchs, 2012; Fuchs et al., 2021) či tzv. *role cards* (Meyer, 2014), což jsou kartičky s konkrétními pobídkami, které žákům pomáhají provádět náročné operace s textem. S oporou o Brunerovu studii (1985) a studie navazující se předpokládá, že lešení žákům pomůže strukturovat jejich práci při řešení slovních úloh a současně si uvědomovat fáze řešení. Dochází zde tedy k rozvoji metakognice, díky níž žáci dokáží lépe porozumět struktuře slovní úlohy a zvolit adekvátní postup řešení. Lešení je zvláště užitečné u žáků, kteří mají slabší dovednosti řešit slovní

úlohy a dělá jim problém strukturovat problémovou situaci (tedy vytvořit si na jejím základě situační model a ten převést v model matematický). Samotný pomocný materiál ale musí být spojen s instrukcemi od vyučujících, aby žáci byli schopni reflektovat své zdroje, postupy a emoce (de Boer et al., 2018). Ve shodě s teorií zón nejbližšího vývoje by měla být lešení užívána tak, aby se žáci postupně od těchto pomůcek a instrukcí oprostili. Analyzované studie však tento aspekt nesledovaly.

Analyzované studie můžeme zhruba rozdělit na dvě skupiny. Do první skupiny jsme zařadili studie, v nichž je intervence založena na nějaké (pojmenované) komplexní technice čtení, která je široce rozpracovaná a ověřená ve výzkumu rozvoje čtenářských dovedností jako takových (bez vazby na slovní úlohy). Studie ve druhé skupině se k žádné komplexní technice explicitně nevztahují, ale vybírají si některé konkrétní techniky čtení.

### Studie využívající komplexní techniky čtení na texty slovních úloh

Identifikované studie se týkaly třech komplexních technik čtení s porozuměním a práce s textem (*Story Grammar*, *Moved by Reading*, *Reciprocal Teaching*), které výzkumníci využili při výuce slovních úloh.

Technika *Story Grammar* neboli práce s textem pomocí vizuálních a grafických organizérů je známá technika



pro rozvoj čtení s porozuměním. Její nedílnou součástí je jazyková produkce žáka, který si na základě otázek týkajících se klíčových elementů příběhu vytváří specifickou strukturu organizace textu. V rámci výuky založené na *Schema-Based Instruction* Xinová et al. (2008) modifikovali *Story Grammar* (SG) na *Word Problem Story Grammar* (WPSG), v níž byla slovní úloha chápána jako narativ. Výuka žáků 5. ročníku v rámci WPSG sestávala z pobídek, které si žák postupně osvojuje a jejichž prostřednictvím rozřazuje slovní úlohy do skupin úloh, které mají společný model (např. část + část = celek; činitel  $\times$  činitel = součin) a které se ještě dále dělí podle myšlenkových operací (např. na slučovací, porovnávací, změny). Ke každému modelu náleží příslušný soubor otázek (např. *Která věta se týká celku? Která věta se týká jedné z částí, které tvoří celek?*), jejichž odpovědi žák zapisuje do předem daného grafického schématu. Autoři studie s kvalitativním designem došli na základě testu sestávajícího ze slovních úloh, který žákům zadali, k závěru, že tento způsob výuky zlepšil dovednost žáků řešit slovní úlohy a také je dobře připravil na osvojení algebraických pojmů a dovedností v budoucnu.

Další z komplexních technik čtení, *Moved by Reading*, sestává ze dvou fází. V první fázi čtou žáci texty a u někte-

rých vět jsou žádáni, aby pomocí hraček provedli fyzické manipulace, které vyjadřují kontext věty. Tím je zajištěno, že správně pochopili význam sdělení.<sup>5</sup> Kognitivně náročnějším krokem je druhá fáze, kdy se tyto manipulace dějí pouze v představě žáka. Glenberg et al. (2012) použili jako podkladové texty příběhové slovní úlohy, které obsahovaly nadbytečné údaje, a realizovali výzkum s žáky 4. ročníku prostřednictvím počítače. Levá část obrazovky obsahovala slovní úlohu, pravá část obrázky znázorňující důležité objekty z textu. Věty obsahující důležité údaje pro řešení byly označeny zelenou tečkou a žákům bylo řečeno, že jsou pro řešení podstatné.<sup>6</sup> U těchto vět měli žáci v experimentální skupině provádět nejdříve manipulace (na pravé straně obrazovky) a pak si objekty a manipulaci s nimi jen představovat a žáci v kontrolní skupině si je měli opakovatně číst (s objekty pohybovat nemohli). Žáci byli v průběhu intervence žádáni, aby řešili slovní úlohy s nadbytečným údajem, a jejich řešení byla podrobena analýze. Výsledky ukázaly, že žáci v experimentální skupině řešili více úloh správně a méně ve výpočtu využívali nadbytečné údaje. Vytvořili si tedy kvalitnější situační model než žáci v kontrolní skupině, kteří i přes to, že věty s důležitými údaji byly vyznačeny, ve více než polovině

<sup>5</sup> Například u věty „Farmář prostrkává slámu otvorem“ žáci tuto činnost znázornili prostřednictvím figurky farmáře.

<sup>6</sup> Jen zřídka tyto věty obsahovaly údaj pro řešení úlohy nadbytečný.



případů zapojili do řešení i nadbytečný údaj.<sup>7</sup>

Velké pozornosti se v zahraničních zdrojích věnovaných rozvoji čtení dostává třetí z komplexních technik čtení, a sice *Reciprocal Teaching* (RT). Tato strategie rozvoje čtyř technik čtení (*predicting, clarifying, questioning, summarising*)<sup>8</sup> má dlouhou tradici (Palin-ccsar, 1986). Spočívá jednak v dialogu mezi učitelem a žáky a jednak v důrazu na to, aby dialog vedli žáci mezi sebou. Zahrnuje shrnutí textu, tvorbu otázek, ujasňování si významů a predikci, jak bude text pokračovat. Domýšlení konce příběhu je metoda společná pro tento přístup práce se slovní úlohou a pro práci s textem z hlediska rozvoje jazykových dovedností. Mnohé texty doporučují konkrétní implementaci RT při výuce slovních úloh (např. Meyer, 2014; van Garderen, 2004), ovšem jedná se pouze o texty teoretické.<sup>9</sup>

Výjimkou je studie Segerbyové a Chronakiové (2018), které zkombinovaly techniku RT se systémovou funkční lingvistikou,<sup>10</sup> resp. jejími meta-funkcemi. Kromě čtyř výše popsanych strategií RT výuka zahrnovala také techniku pojmových map. Studie byla

koncepována jako kvalitativní, přičemž data sestávala z terénních zápisů pozorování průběhu intervence a písemných řešení žáků. Na základě analýzy těchto dat autorky popisují, jak techniky RT podpořily žáky v přechodu od imitativního uvažování (kdy žák opakuje informace v textu nebo imituje to, co říká učitel) přes omezené uvažování (kdy žák začíná usuzovat na základě textu, osvětlovat jeho části, sumarizovat jej, přičemž používá vlastní slova) až k hlubokému uvažování (kdy žák zapojuje do svých úvah i vlastní příklady matematických pojmů). Dále dokladují, jak se prostřednictvím poskytnutého řešení žáci dobírali podstaty matematického uvažování.

Intervence Hagenové et al. (2017) se jako jediná z námi identifikovaných studií zaměřovala na starší žáky (7. ročník). Intervence se zúčastnily tři skupiny žáků, přičemž všechny se zabývaly autentickými slovními úlohami (úlohami vyžadujícími modelování). V kontrolní skupině probíhala běžná výuka slovních úloh. V experimentálních skupinách byla pozornost zaměřena na pět kognitivních strategií čtení, jejichž účinnost byla prokázána u čtení obecně

<sup>7</sup> Pozitivní vliv manipulace s předměty na řešení úloh můžeme interpretovat tak, že 1. díky manipulaci roste názornost představ, a tedy i správnost situačního modelu, a 2. manipulace spotřebovává maximální kapacitu pracovní paměti, v které tak nezbyvá prostor pro další, nadbytečné, rušivé obsahy.

<sup>8</sup> Různí autoři doplňují tyto strategie dalšími. Například Meyerová (2014) dodává *visualising, connecting, calculating a giving feedback*. Van Garderenová (2004) navrhuje čtyři strategie: *clarifying, questioning, summarizing, planning*.

<sup>9</sup> RT byla v souvislosti se slovními úlohami využita i v jedné disertační práci, nepodařilo se nám ale dohledat článek v recenzovaném časopise, který by výsledky shrnoval.

<sup>10</sup> Propojuje systémovou (strukturu) stránku jazyka s jeho funkcí v sociální komunikaci (např. Hirschová, 2017).

(např. Banditvilai, 2020; Gersten et al., 2001), a sice aktivace předchozích znalostí, objasňování nejasných pasáží textu, rozdělování textu do tematických sekcí, zvýraznění klíčových slov, použití pojmové mapy pro nalezení významových spojení. Žáci v experimentální skupině A aplikovali strategie čtení přímo při řešení daných slovních úloh. Žáci v experimentální skupině B se s nimi seznamovali mimo hodiny matematiky, a to prostřednictvím různých odborných textů. Na základě porovnání výsledků žáků z pre-testu a post-testu, sestávajících ze slovních úloh vyžadujících modelování, se ukázalo, že všechny tři skupiny se zlepšily v dovednosti řešit zkoumané úlohy, tedy nelze usoudit na významný vliv použitých strategií čtení. Autoři to přisuzují různým příčinám, např. nedostatečné délce intervence, ale také faktu, že intervence byla implementována prostřednictvím 14 různých učitelů, kteří sice dostávali každý týden pokyny, ale jejichž výuka nebyla nijak monitorována.<sup>11</sup>

### **Studie využívající vybrané prostředky zvyšování jazykových a čtenářských dovedností**

Ve zbylých námi identifikovaných studiích se neobjevuje žádná komplexní technika čtení, ale autoři si vybírají různé jazykové dovednosti, které rozví-

její s cílem zlepšit dovednost řešit slovní úlohy. V prvních dvou uvedených studiích výzkumníci zakomponovali výuku zaměřenou na rozvoj porozumění jazyku do *Schema-Based Instruction*.

Schumacher a Fuchsová (2012) se omezili na porovnávací typ slovních úloh s tím, že v jedné z experimentálních skupin byla pozornost zaměřena explicitně na porozumění relační terminologii (např. *více, méně, menší počet, větší počet*). V pre-testu a post-testu byly žákům zadány porovnávací slovní úlohy. V souladu s očekáváním výzkumníků se ukázalo, že zmíněná experimentální skupina se oproti kontrolní skupině a druhé experimentální skupině (ani v jedné se nevěnovala pozornost jazykovým záležitostem) signifikantně zlepšila v řešení všech tří typů porovnávacích úloh.

Oproti tomu ve výzkumu Fuchsové et al. (2021) se intervence u žáků ohrožených neúspěchem zaměřovala ve srovnání s předchozím výzkumem na význam většího spektra slov, jejichž porozumění je ve slovních úlohách vyžadováno: tzv. *joining words* (*dohromady, celkem*), slov s významem porovnání (*více, méně, větší než*<sup>12</sup> apod.), příčin a následků (*pak, protože*), frází spojených s časem (*o 3 hodiny později, další den*), podřízených kategorií (lingvistickou terminologií hyperonyma, hyponyma, koehyponyma

<sup>11</sup> Autoři na konci intervence neměřili úroveň čtenářských dovedností, tedy není jasné, zda byla výuka úspěšná ve svém základním cíli.

<sup>12</sup> U nás by se nabízelo propojení s učivem o příslovcích, komparativu nebo superlativu adjektiv anebo téma podřadící spojky se srovnávacím významem (i ve spojení s učivem o interpunkci).



jako kočka + pes = zvíře<sup>13</sup>). S významem zmíněných slov se žáci seznamovali přímo při řešení daného typu úloh (tedy slučovacích, porovnávacích, změny). I v tomto výzkumu se objevily povzbudivé výsledky, co se týče vztahu práce s jazykem a řešení slovní úlohy. V pre-testu i post-testu byly žákům zadány slovní úlohy různého typu, včetně úloh s nadbytečným údajem. Vzhledem k věku žáků byly žákům přečteny a žáci měli zapsat výsledek. V experimentální skupině dosáhli žáci nejlepších výsledků (oproti skupině vyučované pomocí *Schema-Based Instruction*, ale bez cíleného rozvíjení jazykových dovedností, oproti skupině, kde byly rozvíjeny aritmetické dovednosti, a oproti kontrolní skupině).

Intervence Dröseové a Predigerové (2021) se u žáků zaměřovala na posílení strategií vedoucích k porozumění textu,<sup>14</sup> a to prostřednictvím pojmových map<sup>15</sup> a jazykového povědomí (*language awareness*). K tomuto cíli byly využívány syntakticky kontrastní struktury (syntaktické synonymie): žáci byli konfrontováni s obsahově totožnými texty slovních úloh a diskutovali o různých

možnostech jejich jazykového ztvárnění (vyžaduje se zde celá řada jazykových schopností, počínaje recepcí textu a konče pragmalingvistickými dovednostmi). Jazykovými variacemi<sup>16</sup> se změnilo vyznění celé slovní úlohy, čímž muselo dojít i ke změně matematického modelu. Na základě porovnání výsledků pre-testu a post-testu, který sestával ze slovních úloh, studie došla k závěru, že experimentální skupina vykázala významně lepší výsledky v řešení slovních úloh než kontrolní skupiny. Pro náš článek je důležité, že z inovativních metod výuky profitovali i horší čtenáři.

Poslední námi analyzovaná studie (Moran et al., 2014) se zaměřila na žáky ohrožené neúspěchem a ověřovala, zda žákům pomůže při řešení slovních úloh výzva k parafrázování. Během výuky jim učitel přečetl slovní úlohy a vedl je k tomu, aby byli schopni jednak odlišit informace pro řešení úlohy relevantní a irelevantní (tedy posoudit významnost informací) a jednak přeformulovat otázku vlastními slovy (tedy jazykové porozumění). U dalších úloh měli žáci parafrázovat tyto části úlohy sami (měli je zapisovat vlastními slovy). Před začátkem intervence

<sup>13</sup> U nás se příslušná terminologie objevuje už v učebnicích pro 2. ročník základní školy: slova významem nadřazená, podřazená, souřadná. Lze si tedy dobře představit propojení lingvistického učiva s řešením těchto slovních úloh.

<sup>14</sup> Konkrétně: soustřed' se na otázku slovní úlohy a najdi v jejím textu související relevantní údaje; soustřed' se na význam nalezených relevantních informací; soustřed' se na vztahy mezi relevantními informacemi.

<sup>15</sup> Žáci po přečtení zadání slovní úlohy vytvoří kartu s otázkou a karty, kam postupně zapisují čísla ze zadání s vysvětlením. Následně karty opatří šipkami označujícími významový vztah mezi texty na kartách. Teprve po této čtenářské a jazykové fázi následuje fáze početní.

<sup>16</sup> Jak autorky uvádějí, vedle syntaktických jevů se může jednat rovněž o jevy lexikologické, běžně známé jako problematizující prvky řešení slovních úloh i z české literatury (spojení typu *o několik více, několikrát více* atd., viz např. Vondrová et al., 2019).



a na jejím konci žáci řešili slovní úlohy (jednak na základě písemného testu a jednak při ústním individuálním testování). Porovnání jejich výkonu v těchto dvou bodech měření ukázalo, že se signifikantně zlepšily dvě skupiny žáků – jedna měla zapsat vlastními slovy všechny relevantní výroky v zadání a druhá měla přeformulovat vlastními slovy všechny relevantní i irrelevantní části slovní úlohy včetně otázky. Skupina, která měla parafrázovat jen otázku, a kontrolní skupina se signifikantně nezlepšily.

## DISKUSE

Naše rešerše odborných zdrojů ukázala, že i když je propojení čtení s porozuměním a matematické gramotnosti vesměs doporučováno, a to zejména v té oblasti učiva, kde se propojení principiálně nabízí, tedy u slovních úloh (např. Capraro et al., 2011), empirických důkladů účinnosti takového propojení existuje zatím velmi málo. Ty, s nimiž jsme se seznámili, ukázaly, že práce se slovními úlohami jako se specifickým jazykovým materiálem je pro rozvoj dovednosti řešit slovní úlohy přinejmenším u mladších žáků přínosná. Autoři tří z osmi studií se systematicky věnují specifickému způsobu výuky slovních úloh (*Schema Based Instruction*), ve zbylých pěti případech se jedná o zřejmě ojedinělé výzkumy, systematicky nezrovnány. Lze nicméně konstatovat, že všechny přístupy ve značné míře počítají s propojením obrazové a textové

složky slovní úlohy a hraje v nich roli rozvoj metakognice, což je v souladu se současnými teoriemi učení a vyučování (Bransford et al., 2000; Sternberg, 1999). Skutečnost, že i v námi analyzovaných studiích představuje metakognice společný jmenovatel, proto není překvapující.

Některé ze studií cíleně sledovaly metakognici jako záměrnou součást intervence, některé jen jako vstupní a výstupní proměnnou, avšak bez ambice ji přímo ovlivňovat (tedy pouze se zjišťovalo, jaký stupeň rozvinutí metakognitivních schopností žáci aktuálně mají). Sledované studie často v rámci intervencí využívaly postupy, které byly založeny na záměrném a reflektovaném srovnávání – vzájemné srovnávání mezi žáky ve skupině, srovnávání s řešením v předložených materiálech (*story cards*), srovnávání spontánního postupu a postupu na základě instrukcí atd. (de Jager et al., 2005). Právě srovnávání považujeme za klíčový mechanismus při rozvoji metakognice, protože dovoluje žákům překonat tzv. past projekce, kdy svoji osobní zkušenost s fungováním jejich mentálních procesů považují za univerzální. Na základě analyzovaných intervenčních studií můžeme usuzovat, že úkolem vyučujících by mělo být vytvořit příležitost ke srovnávání, avšak při nutnosti zachovat respektující a bezpečné prostředí, které je podmínkou toho, aby se žáci odvážili k mentálním experimentům a sebepoznávání. Zároveň je třeba zdůraznit, že samotné srovnání není dostačující, ale musí



být doplněno instrukcemi, které míří k uvědomění a pojmenování rozdílů v metakognitivních znalostech a v metakognitivní regulaci (de Boer et al., 2018).

Síla srovnávání coby kognitivního postupu je i v tom, že se může uplatňovat napříč jednotlivými fázemi metakognitivních aktivit (Zimmerman, 2002; Veenman et al., 2006). Během orientace a plánování může žákům pomoci, když ve dvojici/skupině srovnávají vzájemně své porozumění úkolu a uvažované strategie řešení, případně když srovnávání provádí vůči předloženým materiálům. Během řešení úkolu pomáhá rovněž vzájemné srovnávání používaných strategií řešení jednotlivými žáky nebo i individuální srovnávání různých uvažovaných strategií. V závěrečné reflexi výsledků je nápomocné srovnávání výsledků, jakých dosáhli jednotliví žáci, použitých strategií, ale také emocí během a po řešení úkolu. Díky srovnání si žáci snáze uvědomují své vlastní zdroje, postupy a emoce, neboť bez pojmenované pestrosti se žákům může jejich zkušenost jevit samozřejmá a univerzální (Bransford et al., 2000). Nahlédnou-li naopak její nesamozřejmost, mohou zvažovat alternativy a tím dostat svoji kognici pod kontrolu.

Ačkoli se analyzované intervenční studie zabývaly významem zvládnání jazyka a čtení při řešení slovních úloh a docházely (mimo jiné) k zásadnímu významu metakognice, nezohledňovaly, jakým způsobem lze metakognici

posilovat napříč výukou jazyka a matematiky. Vzhledem k tomu, že již dříve byla prokázána účinnost rozvoje metakognice izolovaně ve školní matematice a v prvním jazyku a zároveň byla prokázána účinnost obecných postupů při rozvoji metakognice (Perry et al., 2019; Ohtani & Hisasaka, 2008), můžeme předpokládat, že při systematickém a provázaném rozvoji metakognitivních znalostí a schopností napříč matematikou a mateřským jazykem bude účinnost narůstat. Výsledkem výuky v takovémto modelu systematického integrovaného rozvoje napříč školními předměty by měla být jak hlubší metakognice, tak lepší výkony v obou školních předmětech a v oblastech vyžadujících využití interdisciplinárního přístupu (u slovních úloh). Bližší prozkoumání role interdisciplinarity při rozvoji žákovské metakognice bude sledováno ve výzkumu, jehož jedním z pilířů je tato přehledová studie.

Je otázkou, proč nevznikají – až na výjimky – studie se staršími žáky. Může to souviset s předpokladem, že jazykové a čtenářské dovednosti jsou již na dostatečné úrovni a při rozvoji schopnosti řešit slovní úlohy je nutné se soustředit na jiné dovednosti? Nebo panuje dojem, že na rozvoj čtenářských dovedností je u těchto žáků již pozdě a nebudou z něj profitovat? Jsou důvody dané i tím, že na vyšším stupni se střídají vyučující a intervence napříč předměty je organizačně náročná? Je úroveň jazykových dovedností již natolik rozvinutá a komplexní, že je velmi

obtížné propojit je se slovními úlohami, které jsou (a i pro výzkumníka mohou být) rovněž daleko náročnější? Může být důvod v charakteru úloh: zatímco u mladších žáků se jedná o jednoduché slovní úlohy, vlivy působící na schopnost řešit náročnější slovní úlohy mohou být příliš komplexní, než aby je výzkumník dokázal odlišit? Zde se otevírá možnost dalších výzkumů.

Naše přehledová studie má přirozeně určitá omezení. Omezili jsme se pouze na zdroje v anglickém jazyce, přičemž studie, které jsme identifikovali, se týkaly USA, Německa a Švédska. Je možné, že zejména v německém jazyce budou existovat další studie podobného typu. Bylo by také vhodné rozšířit studii i na slovanské jazyky (kromě českého a slovenského, kde jsme intervence podobného typu nedohledali). Další omezení spočívá ve faktu, že jsme se nevěnovali jiným zdrojům než článkům v časopisech, tedy příspěvkům ve sbornících (jejichž závěry bychom však mohli považovat spíše za naznačující než prokazující) a v knihách.

Jako poslední významný limit vnímáme – paradoxně – vztah přehledové studie k námi realizovanému výzkumu, který řeší praktické možnosti propojování výuky mateřského jazyka a matematiky ve vztahu k řešení slovních úloh, jimž jsme věnovali největší pozornost. Ostatní oblasti učiva jsme z tohoto důvodu blíže nerozebírali, ačkoli

i v nich jsou jistě (být pravděpodobně v menší míře) aspekty interdisciplinarity přítomny. Představují možné výhledy dalšího výzkumu.

## ZÁVĚR

Cesta k větší úspěšnosti žáků v řešení slovních úloh nevede přes jazykové zjednodušování úloh, protože „práce s nimi by mohla dobře podporovat sémantizaci vyučování češtině jako jeden z jejích žádoucích atributů“ (Vondrová et al., 2019, s. 329). Slovní úlohy představují kurikulárně relativně snadno přístupný prostor (být organizačně a diskurzivně náročný), který by se měl stát materiálem k jazykovým a čtenářským analýzám.<sup>17</sup> Jednalo by se tak o specifické posilování vztahu mezi předměty („jeden předmět cíleně rozvíjí určité znalosti a dovednosti, které jsou nezbytné pro učivo v jiných předmětech“, Chvál et al., 2020, s. 84), ale i posilování nespecifické (to „představuje rozvoj určitého způsobu přemýšlení, který se zúročuje v určitých jiných předmětech“, *ibid.*, s. 84). Vlivný didaktický směr tvorby slovních úloh samými žáky nabízí postup z hlediska procesu komunikace reciproční: žáci na základě zvolených reálií z běžného života vytvoří slovní úlohu, čímž nejen splní matematický cíl, ale také procvičí své produktivní jazykové dovednosti. Jako důležité se přitom jeví vést žáky k překonání typových slovních úloh, které používají určitá

<sup>17</sup> Vidíme cestu bližší spolupráce mezi vyučujícími matematiky a českého jazyka, i když si přirozeně uvědomujeme, že pokusy o integrovanou výuku čelí velkým výzvám.





ustálená jazyková vyjádření, jež žákům mechanicky evokují určitý matematický postup, avšak bez mezikroku v podobě adekvátního situačního modelu. Při konstrukci slovních úloh považujeme z jazykového hlediska za nutné věnovat pozornost jednak přesnosti vyjadřování a jednak využívání různých jazykových nástrojů v rámci určitého typu. Stejnými apely se lze inspirovat i při didaktickém uchopování slovních úloh, když vyzýváme žáky k označení klíčových slov, vysvětlení neznámých slov a formulací, parafrázování úlohy atd.

Jak jsme ukázali, žákovské zvládnutí slovních úloh se zvyšuje, pokud mají žáci rozvinuté metakognitivní znalosti a schopnosti a dokážou je aplikovat na řešení problémové situace. Stejně tak metakognice pozitivně ovlivňuje zvládnutí jazykových a čtenářských úkolů. Oba předměty současně nabízejí prostor k rozvíjení (nejen uplatňování) metakognice. To představuje další pole pro možnou spolupráci mezi vyučujícími českého jazyka a matematiky. Techniky rozvoje metakognice mohou být voleny v obou předmětech tak, aby se vzájemně doplňovaly a posilovaly.

#### LITERATURA

- Abedi, J. (2006). Language issues in item development. In S. M. Downing & T. M. Haladyna (Eds.), *Handbook of test development* (s. 377–398). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Banditvilai, Ch. (2020). The effectiveness of reading strategies on reading comprehension. *International Journal of Social Science and Humanity*, 10(2), 46–50.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn*. National Academy Press.
- Bruner, J. (1985). Models of the learner. *Educational Researcher*, 14(6), 5–8.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Rupley, W. H. (2011). Reading-enhanced word problem solving: A theoretical model. *European Journal of Psychology of Education*, 27(1), 91–114.
- de Boer, H., Donker, A. S., Kostons, D. D., & van der Werf, G. P. (2018). Long-term effects of metacognitive strategy instruction on student academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 24, 98–115.
- De Jager, B., Jansen, M., & Reezigt, G. (2005). The development of metacognition in primary school learning environments. *School Effectiveness and School Improvement*, 16(2), 179–196.
- Dröse, J., & Prediger, S. (2021). Identifying obstacles is not enough for everybody – Differential efficacy of an intervention fostering fifth graders' comprehension for word problems. *Studies in Educational Evaluation*, 68, 100953.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Hamlett, C. L., & Wang, A. Y. (2015). Is word-problem solving a form of text comprehension? *Scientific Studies of Reading*, 19(3), 204–223.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Seethaler, P. M., & Craddock, C. (2020). Improving language comprehension to enhance word-problem solving. *Reading & Writing Quarterly*, 36(2), 142–156.



- Fuchs, L. S., Seethaler, P. M., Sterba, S. K., Craddock, C., Fuchs, D., Compton, D. L., Geary, D. C., & Changas, P. (2021). Closing the word-problem achievement gap in first grade: Schema-based word-problem intervention with embedded language comprehension instruction. *Journal of Educational Psychology*, 113(1), 86–103.
- Gelman, R., & Butterworth, B. (2005). Number and language: How are they related? *Trends in Cognitive Sciences*, 9(1), 6–10.
- Gersten, R., Fuchs, L. S., Williams, J. P., & Baker, S. (2001). Teaching reading comprehension strategies to students with learning disabilities: A review of research. *Review of Educational Research*, 71(2), 279–320.
- Glenberg, A., Willford, J., Gibson, B., Goldberg, A., & Zhu, X. (2012). Improving reading to improve math. *Scientific Studies of Reading*, 16(4), 316–340.
- Hagena, M., Leiss, D., & Schwippert, K. (2017). Using reading strategy training to foster students' mathematical modelling competencies: Results of a quasi-experimental control trial. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7b), 4057–4085.
- Hartman, H. J. (Ed.). (2001). *Metacognition in learning and instruction: Theory, research and practice*. Springer Science & Business Media.
- Hirschová, M. (2017). Funkční gramatika. In P. Karlík, M. Nekula & J. Pleskalová (Eds.), *CzechEncy: Nový encyklopedický slovník češtiny*. (Online). Dostupné z [www.czechency.org](http://www.czechency.org)
- Hirschová, M. (2017–2018). Matematická slovní úloha jako komunikát: slovní úlohy ve výuce matematiky a komunikační kompetence v mateřském jazyce. *Český jazyk a literatura*, 68(2), 69–75.
- Channa, M. A., Nordin, Z. S., Siming, I. A., Chandio, A. A., & Koondher, M. A. (2015). Developing reading comprehension through metacognitive strategies: A review of previous studies. *English Language Teaching*, 8(8), 181–186.
- Chvál, M., Šmejkalová, M., & Smetáčková, I. (2020). Od porozumění textu k vyřešení matematické slovní úlohy. *Didaktické studie*, 12(1), 83–100.
- Chytrý, V., Říčan, J., & Živná, D. (2019). Matematická výkonnost a metakognice žáků základních škol běžných, základních škol Montessori a žáků vyučovaných podle Hejného metody. *Studia Paedagogica*, 24(1), 107–133.
- Iiskala, T., Vauras, M., Lehtinen, E., & Salonen, P. (2011). Socially shared metacognition of dyads of pupils in collaborative mathematical problem-solving processes. *Learning and Instruction*, 21(3), 379–393.
- Jitendra, A. K., Star, J. R., Rodriguez, M., Lindell, M., & Someki, F. (2011). Improving students' proportional thinking using schema-based instruction. *Learning and Instruction*, 21(6), 731–745.
- Kleemans, T., Segers, E., & Verhoeven, L. (2017). Role of linguistic skills in fifth-grade mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167, 404–413.
- Krykorková, H., & Chvál, M. (2001). Rozvoj metakognice – cesta k hodnotnějšímu poznání. *Pedagogika*, 51(2), 185–196.



- Leiss, D., Plath, J., & Schwippert, K. (2019). Language and mathematics – key factors influencing the comprehension process in reality-based tasks. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(2), 131–153.
- Meyer, K. (2014). Making meaning in mathematics problem solving using the reciprocal teaching approach. *Literacy Learning: The Middle Years*, 22(2), 7–14.
- Moran, A. S., Swanson, H. L., Gerber, M. M., & Fung, W. (2014). The effects of paraphrasing interventions on problem-solving accuracy for children at risk for math disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 29(3), 97–105.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Ohtani, K., & Hisasaka, T. (2018). Beyond intelligence: A meta-analytic review of the relationship among metacognition, intelligence, and academic performance. *Metacognition and Learning*, 13(2), 179–212.
- Palečková, J., & Tomášek, V. (2005). *Učení pro zítřek: Výsledky výzkumu OECD PISA 2003*. ÚIV.
- Palincsar, A. S. (1986). Metacognitive strategy instruction. *Exceptional Children*, 53(2), 118–124.
- Panaoura, A., & Philippou, G. (2007). The developmental change of young pupils' metacognitive ability in mathematics in relation to their cognitive abilities. *Cognitive Development*, 22(2), 149–164.
- Perry, J., Lundie, D., & Golder, G. (2019). Metacognition in schools: What does the literature suggest about the effectiveness of teaching metacognition in schools? *Educational Review*, 71(4), 483–500.
- Rendl, M., Vondrová, N., Hříbková, L., Jirotková, D., Kloboučková, J., Kvasz, L., Páchová, A., Pavelková, I., Smetáčková, I., Tauchmanová, E., & Žalská, J. (2013). *Kritická místa matematiky na základní škole očima učitelů*. Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova.
- Reusser, K. (1985). *From situation to equation. On formulation, understanding and solving situation problems*. Technical report no. 143. Institute of Cognitive Science, University of Colorado.
- Segerby, C., & Chronaki, A. (2018). Primary students' participation in mathematical reasoning: Coordinating reciprocal teaching and systemic functional linguistics to support reasoning in the Swedish context. *EDeR – Educational Design Research*, 2(1), 1–32.
- Schneider, W., & Artelt, C. (2010). Metacognition and mathematics education. *ZDM*, 42(2), 149–161.
- Schumacher, R. F., & Fuchs, L. S. (2012). Does understanding relational terminology mediate effects of intervention on compare word problems? *Journal of Experimental Child Psychology*, 111(4), 607–628.
- Sternberg, R. J. (Ed.). (1999). *The nature of cognition*. Mit Press.
- Šedová, K., & Švaříček, R. (2010). Zaměřené hodnocení: zpětná vazba ve výukové komunikaci na druhém stupni základní školy. *Studia Pedagogica*, 15(2), 62–86.



- van Garderen, D. (2004). Focus on inclusion Reciprocal Teaching as a comprehension strategy for understanding mathematical word problems. *Reading & Writing Quarterly*, 20(2), 225–229.
- Veenman, M. V., & Spaans, M. A. (2005). Relation between intellectual and metacognitive skills: Age and task differences. *Learning and Individual Differences*, 15(2), 159–176.
- Veenman, M. V., Van Hout-Wolters, B. H., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition & Learning*, 1(1), 3–14.
- Vilenius-Tuohimaa, P., Aunola, K., & Nurmi, J. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, 28(4), 409–426.
- Vondrová, N., Havlíčková, R., Hirschová, M., Chvál, M., Novotná, J., Páchová, A., Smetáčková, I., Šmejkalová, M., & Tůmová, V. (2019). *Matematická slovní úloha: mezi matematikou, jazykem a psychologií*. Karolinum.
- Vygotskij, L. S. (2004). *Psychologie myšlení a řeč*. Portál.
- Xin, Y. P., Wiles, B., & Lin, Y. Y. (2008). Teaching conceptual model-based Word Problem Story Grammar to enhance mathematics problem solving. *The Journal of Special Education*, 42(3), 163–178.
- Zimmerman, B. (2002). Becoming learner: Self-regulated overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70.

prof. RNDr. Nadě Vondrová, Ph.D.

Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, katedra matematiky a didaktiky matematiky;

e-mail: nada.vondrova@pedf.cuni.cz

prof. PhDr. Martina Šmejkalová, Ph.D.

Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, katedra českého jazyka;

e-mail: martina.smejkalova@pedf.cuni.cz

doc. PhDr. Irena Smetáčková, Ph.D.

Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, katedra psychologie;

e-mail: irena.smetackova @pedf.cuni.cz



## VONDROVÁ, N., ŠMEJKALOVÁ, M., SMETÁČKOVÁ, I. Word Problem Texts as a Basis for the Development of Reading with Understanding and the Skill to Solve Word Problems: A Survey

*The aim of the review study is to provide an overview of research examining the effectiveness of interventions in which, through improving reading comprehension (on the basis of word assignment), efforts are made to improve the ability to solve word problems. The study is based on the assumption that for word problems, which are an example of a highly complex curriculum, the level of reading comprehension may limit access to the use of mathematical skills. At the same time, it turns out that it is necessary to develop not only an understanding of the text as such, but also specific language tools used in word problems. Seven studies of the required type were identified through the ERIC, Scopus, and WOS databases, which were supplemented by one other relevant study. These studies used word problems as a specific type of communication for the development of reading comprehension, by translating (complex) reading strategies into the teaching of mathematics, mostly in primary school pupils. Their other common denominator is an emphasis on the development of metacognition through various forms of scaffolding (concept maps, diagrams, role cards). Seven of the studies showed positive effects of using word problem texts as a basis for reading development on students' ability to solve word problems. However, the research records are not sufficient, so the study points to possible directions of research in this area. The study shows that word problems can become a means of specific and non-specific reinforcement between the subjects of mathematics and mother tongue.*

**Keywords:** word problems, reading comprehension, reading strategies, solving word problems, metacognition