

# Poruchy matematických schopností žáků s dyskalkulií a jejich vliv na řešení učebních úloh ve fyzice a v matematice

Shrnutí výsledků  
výzkumného šetření

**Lenka Pavlíčková**





Věnováno Josefu Trnovi.



**Matematika**  
a didaktika matematiky

# **Poruchy matematických schopností žáků s dyskalkulií a jejich vliv na řešení učebních úloh ve fyzice a v matematice**

Shrnutí výsledků  
výzkumného šetření

**Lenka Paulíčková**

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této elektronické publikace nesmí být reprodukována nebo šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu vykonavatele majetkových práv k dílu, kterého je možné kontaktovat na adrese: Nakladatelství Masarykovy univerzity Munipress, Rybkova 19, 602 00 Brno.

Edice: Matematika a didaktika matematiky  
Svazek 3

Recenzovali:

doc. PhDr. Tomáš Janík, Ph.D., M.Ed.

doc. PhDr. Bohumil Novák, CSc.

© 2018 Masarykova univerzita

ISBN 978-80-210-9091-0

ISBN 978-80-210-9090-3 (brož. vaz.)

<https://doi.org/10.5817/CZ.MUNI.M210-9091-2018>

# Obsah

<b>– 1 – Úvod</b>	7
<b>– 2 – Teoretická východiska</b>	9
– 2 – 1 Poruchy matematických schopností	9
– 2 – 1 – 1 Matematická schopnost	9
– 2 – 1 – 2 Vývoj matematických schopností	16
– 2 – 1 – 3 Klasifikace poruch matematických schopností	21
– 2 – 1 – 4 Dyskalkulie	23
– 2 – 1 – 5 Diagnostika poruch matematických schopností	29
– 2 – 1 – 6 Reeducace poruch matematických schopností	34
– 2 – 2 Učební úloha	40
– 2 – 2 – 1 Vymezení pojmu učební úloha	40
– 2 – 2 – 2 Učební úloha ve fyzice	44
– 2 – 2 – 3 Učební úloha v matematice	48
– 2 – 3 Vzdělávání žáků s poruchou matematických schopností	52
– 2 – 3 – 1 Vzdělávání žáků podle platné legislativy	52
– 2 – 3 – 2 Rámcový vzdělávací program	53
– 2 – 4 Současný stav řešení problematiky	59
– 2 – 4 – 1 Výzkumy zaměřené na zastoupení dyskalkulie v populaci	59
– 2 – 4 – 2 Empirické práce a výzkumné studie zaměřené na vzdělávání žáků s dyskalkulií	60
<b>– 3 – Výzkumná část</b>	63
– 3 – 1 Výzkumné studie	63
– 3 – 1 – 1 Východiska výzkumu	63
– 3 – 1 – 2 Výzkumný soubor	69
– 3 – 1 – 3 Cíle výzkumu	70
– 3 – 1 – 4 Design výzkumu	71
– 3 – 2 Výzkumná studie I	73
– 3 – 2 – 1 Výzkumné cíle a otázky	73
– 3 – 2 – 2 Metodologie výzkumu	74
– 3 – 2 – 3 Případové studie	78
– 3 – 2 – 4 Shrnutí výsledků	115
– 3 – 3 Výzkumná studie II	119
– 3 – 3 – 1 Výzkumné cíle, otázky a hypotézy	119
– 3 – 3 – 2 Metodologie výzkumu	121
– 3 – 3 – 3 Výsledky I: Deskriptivní statistika	125
– 3 – 3 – 4 Výsledky II: Rozbor výsledků	126
– 3 – 3 – 5 Výsledky III: Testování hypotéz	141

– 3 – 4	Výzkumná studie III	142
– 3 – 4 – 1	Výzkumné cíle, otázky a hypotézy	142
– 3 – 4 – 2	Metodologie výzkumu	143
– 3 – 4 – 3	Výsledky I: Deskriptivní statistika	146
– 3 – 4 – 4	Výsledky II: Rozbor výsledků	147
– 3 – 4 – 5	Výsledky III: Testování hypotéz	158
<b>– 4 –</b>	<b>Závěr</b>	161
<b>– 5 –</b>	<b>Summary</b>	167
<b>– 6 –</b>	<b>Literatura</b>	169
<b>– 7 –</b>	<b>Seznam tabulek, diagramů, obrázků a zkratk</b>	175
<b>– 8 –</b>	<b>Přílohy</b>	179

Monografie s názvem *Poruchy matematických schopností žáků a jejich vliv na řešení učebních úloh ve fyzice a v matematice* zpracovává problematiku poruch matematických schopností u žáků základních škol. Zvolené téma je aktuální, neboť na základních školách narůstá počet žáků se specifickou poruchou učení, stále více se uplatňuje inkluze žáků do běžných tříd, a tudíž se neustále zvyšují požadavky na odborné vzdělání učitelů v této oblasti. Jednou z podmínek inkluzivního vzdělávání je respektovat jedince, znát specifika jeho osobnosti, vycházet z adekvátního didaktického přístupu a posilovat jeho socializaci. V minulých letech byl velký význam přikládán hlavně problematice dyslexie a dysgrafie, které se průběžně dostávají do povědomí veřejnosti. V oblasti dyskalkulie tomu zatím tak není. Hlavní zásada však zůstává stejná jako u dyslexie: náprava vychází z důkladného diagnostického rozboru případu. Specifická porucha počítání se rozvíjí na základě kombinace deficitů různých dílčích funkcí, které se určitým způsobem podílejí na rozvoji matematických schopností, nebo v důsledku narušení jejich souhry (Vágnerová, 2005, s. 85). Tyto funkce jsou potřebné pro učení se nejen počítání, ale i čtení a psaní, a je velmi důležitá jejich souhra, koordinace. Pro diagnostiku a následnou reedukaci poruch matematické schopnosti je důležité vědět, které funkce jsou poškozené, nerozvinuté, v jakém rozsahu a v jaké kombinaci. Obtíže vyplývající z této poruchy zasahují nejen do výuky matematiky, ale i do výuky dalších předmětů, a to zejména přírodovědných, kde se matematiky užívá, což má vliv především na úspěšnost žáka ve fyzice či chemii.

Předkládaná monografie je rozdělena na dvě části: teoretickou a výzkumnou. Při zpracování teoretických východisek monografie autorka čerpala z publikací domácích<sup>1</sup> a zahraničních<sup>2</sup>. V teoretické části publikace jsou vymezeny základní teoretická východiska, které nejsou pouze souhrnem poznatků, ale mají i teoretický přínos. Těžiště knihy tvoří výzkumná část. Skládá se ze tří výzkumných studií, které mají osvětlit problematiku poruch matematických schopností žáků s dyskalkulií a určit jejich vliv na řešení učebních úloh ve fyzice a v matematice. Výzkumný

— — —

<sup>1</sup> Například Bartoňová (2005, 2007), Bednářová (2003, 2004), Blažková (2000, 2009, 2010, 2012, 2017), Košč (1971/72, 1972), Novák (1994, 1997, 2002, 2004), Pokorná (1997, 2000, 2001, 2010), Zelinková (1994, 1996, 2001, 2003, 2009), Žáčková (2001, 2007, 2008).

<sup>2</sup> Například Adler (2001), Butterworth (2004, 2007, 2010), Chinn (2004, 2012), Ebhardt (2004, 2005), Metzler (2002), Peard (2010), Simon (2006), Wilsonová (2007/08).

problém byl rozložen do tří částí: poruchy matematických schopností, jejich projevy a vývoj žáků s dyskalkulií na základní škole; vliv poruch matematických schopností žáka s dyskalkulií na řešení učební úlohy ve fyzice; vliv poruch matematických schopností žáka s dyskalkulií na řešení učební úlohy v matematice. Každé z uvedených částí byla věnována jedna výzkumná studie. První výzkumná studie popisuje žáky s poruchou matematických schopností. V tomto výzkumu bylo využito výzkumné metody případové studie, kde byla výzkumným nástrojem analýza dokumentů. Případy, které zde byly popisovány, byli žáci s dyskalkulií, kteří se zúčastnili alespoň jednoho ze dvou dalších výzkumných šetření. Druhá výzkumná studie se zabývá řešením učebních úloh ve fyzice žákem s dyskalkulií versus žákem bez dyskalkulie. Třetí výzkumná studie se zabývá řešením učebních úloh v matematice žákem s dyskalkulií versus žákem bez dyskalkulie. U těchto dvou výzkumných studií jsme využili metodu didaktického testování, kde byl nástrojem didaktický test. Před užitím didaktického testu k výzkumným účelům bylo provedeno ověřování tohoto nástroje a posléze jeho optimalizace.

Ambicí publikace je přinést souhrn poznatků o poruchách matematických schopností, jejich dílčích funkcích a o jejich dopadu při řešení úloh žákem ve fyzice a v matematice. Z těchto důvodů je předkládaná monografie určena širokému spektru potenciálních čtenářů: učitelům základních škol, speciálním pedagogům; studentům učitelství, primární pedagogiky a speciální pedagogiky v prezenčním, kombinovaném i doktorském studiu, ale také rodičům dětí školního věku.

Autorka monografie zde shrnula výsledky výzkumů, které zveřejnila ve své disertační práci. Tematikou dyskalkulie se autorka zabývá od roku 2008, kdy o této problematice napsala diplomovou práci s názvem *Problematika dyskalkulie na základní a střední škole*. Dlouhodobé systematické zaujetí tématem dyskalkulie dokládá rovněž několik autorčiných studií a příspěvků ve sbornících konferencí publikovaných nejen v ČR, ale i v zahraničí.

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mě podporovali během výzkumu a při psaní této publikace. Jmenovitě děkuji zejména doc. RNDr. Josefu Trnovi, CSc., RNDr. Růženě Blažkové, CSc., prof. PhDr. Rudolfovi Kohoutkovi, CSc., Mgr. Aleně Vyskočilové, Mgr. Karolíně Peškové, Ph.D. a oběma recenzentům – doc. PhDr. Tomáši Janíkovi, Ph.D., M.Ed. a doc. PhDr. Bohumilu Novákovi, CSc. za cenné připomínky, které přispěly ke zkvalitnění textu publikace.

Mgr. Lenka Pavlíčková, Ph.D. (rozená Šířoká)

### – 2 – 1 Poruchy matematických schopností

*Poruchy matematických schopností* je souhrnné označení pro škálu nejrůznějších obtíží, problémů a nedostatků v matematice. Obtíže s počítáním jsou podmiňovány mnoha různými vlivy a příčinami. Pokud některé z nich působí negativně, například nedostatečná nebo nevhodná domácí příprava nebo forma výuky, můžeme je poměrně rychle odstranit. Jiné jsou ovšem takové povahy, že je obtížné a pracné se s nimi v přirozeném rozvoji počítání vypořádat. Jsou to například dědičné vlivy, nápadnosti v raných vývojových stádiích, celkově nízké nadání nebo nízké nadání jen pro matematiku a podobně. Tyto skutečnosti jsou zohledněny už v pojmenování jednotlivých počtářských obtíží a souhrnně je označujeme jako *poruchy a narušení matematických schopností*.

#### – 2 – 1 – 1 Matematická schopnost

Nahlédneme-li do psychologického slovníku, zjistíme, že „*schopnost* (ability) je soubor předpokladů nutných k úspěšnému vykonávání určité činnosti, dovednosti, vyvíjí se na základě vloh, a to učením“ (Hartl et al., 2004, s. 536). Pod *matematickou schopností* rozumíme „schopnost řešit matematické úlohy, jaké se dávají ve škole“ (Meinander, 1943, cit in Košč, 1972, s. 23), respektive „schopnost řešit matematické testy a úlohy (a to nejen takové, jaké se dávají ve škole)“ (Blackwell, 1940; cit. dle Košč, 1972, s. 23), respektive „vlastnosti, které jsou podmínkou úspěšného studia a uplatňování matematiky“ (Říčan, 1964; cit. dle Košč, 1972, s. 23), respektive „schopnost chápat povahu matematických (a podobných) úloh, znaků metod a ověřování; naučit se je, podržet si je v paměti a reprodukovat je, kombinovat je s jinými úlohami, znaky, metodami a ověřováními; a používat je při řešení matematických (a podobných) příkladů (úloh)“ (Verdelin, 1958; cit. dle Košč, 1972, s. 23). „*Matematické schopnosti* je možno chápat jako specifickou součástí inteligence. Lze předpokládat, že jde spíše o soubor dílčích matematických schopností, které lze přibližně rozdělit do čtyř základních kategorií: zpracování čísel, paměť pro čísla, matematické dovednosti a matematické uvažování“ (Svoboda, 2015, s. 658). U *matematické schopnosti* je třeba, dle Košče (1972, s. 24), rozlišovat aspoň tyto základní složky: a) numerický faktor, který se

uplatňuje v manipulaci s číselnými daty (rychlé a přesné vykonávání výpočtů); b) prostorový faktor, který je důležitý nejen v geometrii, ale i v aritmetice, například při správném hodnocení číslic v pozičním zápise čísla, při členění plochy v písemných výpočtech a podobně; c) verbální faktor, uplatňující se především při řešení slovně formulovaných příkladů; d) faktor usuzování, který má hlavní podíl na počítání z paměti; e) faktor všeobecné inteligence, který tvoří zřejmě hlavní pozadí všech mentálních, tedy i matematických výkonů, a který úzce souvisí především s faktorem usuzování.

Neexistuje jedna celistvá matematická schopnost. Je tvořena souhrnem a souhrou dílčích schopností. Proto i diagnostika musí postihnout úroveň zúčastněných psychických funkcí a dílčích dovedností, tj. rozumových schopností, řeči, percepce, pravolevé a prostorové orientace, motoriky. Na tuto část diagnostiky navazují zkoušky matematických vědomostí a dovedností, jejichž cílem je zachytit aktuální úroveň vývoje. (Zelinková, 2009, s. 65)

Je jasné, že přesně definovat to, co je obsahem pojmu „matematická schopnost“, není jednoduché. A formulace tohoto pojmu není ani jednoznačná. V této knize chápeme matematickou schopnost tak, jak ji vymezuje Verdelin (viz výše).

## Dílčí funkce matematické schopnosti

Schopnost naučit se počítat nesouvisí jen s předčíselnými a číselnými představami žáka, ale i s dílčími funkcemi, které jsou potřebné pro učení se nejen počítání, ale i čtení a psaní. Mezi tyto funkce patří *myslové vnímání* (percepční funkce), *funkce kognitivní* (poznávací) a *funkce motorické* (pohybové). Mimo to je důležitá souhra, koordinace jednotlivých funkcí. Pro názornější představu kategorizace dílčích funkcí matematické schopnosti nám poslouží tabulka 2.1.

Tabulka 2.1

*Dílčí funkce matematické schopnosti*

Funkce	Oblasti	Dílčí funkce
Percepční funkce (vnímání)	Zrakové vnímání (vizuální percepce)	– orientace v prostoru – pravolevá orientace – zrakové rozlišování (diferenciace) – zraková analýza a syntéza – zraková paměť – vizuální postřeh
	Sluchové vnímání (auditivní percepce)	– sluchová analýza a syntéza – sluchové rozlišování (diferenciace) – vnímání a reprodukce rytmu – sluchová paměť

Tabulka 2.1 (pokračování)

Funkce	Oblasti	Dílčí funkce
Kognitivní funkce (poznávání)		– pozornost – paměť – myšlení – řeč – předčíselné a číselné představy
Motorické funkce (pohybové)		– hrubá a jemná motorika – senzomotorická koordinace – vizuomotorická koordinace – grafomotorika

## Deficity dílčí funkce matematické schopnosti

Poruchy matematické schopnosti žáků se mohou projevovat jako deficity dílčích funkcí matematické schopnosti.<sup>3</sup> U všech těchto žáků bývají porušeny některé dílčí funkce, které jsou potřebné pro učení se nejen počítání, ale i čtení a psaní. Jedná se hlavně o funkce percepční, kognitivní a motorické. Poruchy těchto dílčích funkcí mohou mít i žáci s diagnózou dyslexie, dysgrafie a dysortografie. Proto souhlasíme s řadou německy mluvících autorů (Spiel, 1977; Graichen, 1979; Lempp, 1979; Berger, 1980), kteří se věnují problematice *deficitů dílčích funkcí* a uvádějí, že pojem „vývojové poruchy“ nemá v psychologii dětí a mladistvých zcela přesný a jednoznačný obsah, a proto jej lze těžko definovat. Místo diagnostiky jednotlivých poruch učení by se podle nich měli speciální pedagogové a psychologové zaměřit na diagnostiku deficitů dílčích funkcí.

Z předpokladu celostního funkčního systému můžeme usuzovat, že jednotlivý deficit dílčí funkce může nepříznivě ovlivnit více výkonů. Například nedostatečné zrakové rozlišování tvarů se ve čtení nebo psaní projeví záměnou písmen (např. b – d, m – n apod.), v matematice se může tentýž deficit projevit záměnou číslic (6 – 9, 4 – 7 apod.). (Pokorná, 2001, s. 102)

Pro diagnostiku a následnou reedukaci poruch matematické schopnosti je důležité vědět, které funkce jsou poškozené, nerozvinuté, v jakém rozsahu a v jaké kombinaci. V této kapitole prezentujeme projevy deficitů jednotlivých dílčích funkcí matematické schopnosti, které mohou posloužit k jemnější kategorizaci poruch matematických schopností.

<sup>3</sup> Podobnému tématu se ve své disertační práci věnovala Chvalinová (2003, s. 47–52). Nepracovala však s projevy dílčích funkcí jako s ukazatelem poruch matematické schopnosti, ale naopak. V citované kapitole prezentuje faktory provázající potíže žáka v matematice.

## Zrakové vnímání

Deficit ve *zrakovém vnímání* se může projevovat v matematice různými způsoby. Dítě vnímá zkresleně například tvary, číslice. Typické jsou záměny tvarově podobných číslic (6 – 9, 3 – 8) a grafických znaků. Dítě hůře rozlišuje podobné tvary a drobné rozdíly – nevnímá jemné rozdíly mezi obrázky, neumí doplnit chybějící prvek na obrázku, nedokáže určit, čím jsou si obrázky podobné. Dělá mu problémy vyhledávat předměty na členitém pozadí. Tyto obtíže se mohou promítnout například do geometrie při rozlišování útvaru a pomocných čar, osově a středové souměrnosti. Hůře odhaduje vzdálenosti a hůře určuje směr, což se promítá do schopnosti orientovat se v řádku, v odstavci, ve sloupci, na stránce, v textu celkově. Problémy s prostorovou orientací se projeví například při orientaci v písemném projevu (písemné provádění matematických operací), v tabulce, v grafu a tak dále. Po prostudování literatury (Jucovičová, Žáčková, & Sovová, 2007; Žáčková & Jucovičová, 2007; Blažková, 2009; Zelinková, 2001, 2003, 2009) věnující se specifickým poruchám učení jsme pro přehlednost sestavili tabulku 2.2 s projevy deficitů dílčích funkcí zrakového vnímání.

Tabulka 2.2

*Projevy deficitů dílčích funkcí zrakového vnímání*

<b>Deficit dílčí funkce zrakového vnímání</b>	<b>Projev deficitu</b>
Orientace v prostoru	<ul style="list-style-type: none"><li>– obtíže při orientaci na stránce</li><li>– dítě se obtížně orientuje v makro – i mikro – prostoru (nahore – dole, vpředu – vzadu, první – poslední)</li><li>– obtíže v řazení číslic v čísle (přehazování číslic v čísle),</li><li>– obtíže při písemném sčítání, odčítání atd. pod sebou (posuny)</li><li>– obtíže při orientaci na číselné ose</li><li>– obtíže v zápisech slovních úloh</li><li>– obtíže při odhadu vzdáleností</li><li>– snížená schopnost definovat postavení prvků v řadě, uspořádat prvky podle kritérií</li><li>– obtíže při orientaci v čase (v časové ose)</li><li>– obtíže při řešení rovnic</li><li>– obtíže při zápisu vzorců</li><li>– obtíže při orientaci v souřadnicích (v grafu)</li><li>– obtíže v pochopení znázornění prostorové situace v rovině pomocí některého ze zobrazení (např. volného rovnoběžného promítání) na obrázku</li></ul>
Pravolevá orientace	<ul style="list-style-type: none"><li>– děti píšou stranově obráceně některé číslice, např. 1, 3</li><li>– dochází např. k záměnám pořadí číslic v čísle (86 – 68)</li><li>– obtíže při zápisu víceciferných čísel</li><li>– obtíže při orientaci na číselné ose, v chápání vztahů na číselné ose</li><li>– obtíže v geometrii (např. při práci s osovou a středovou souměrností)</li><li>– obtíže při orientaci v grafu</li></ul>

Tabulka 2.2 pokračování

Deficit dílčí funkce zrakového vnímání	Projev deficitu
Zrakové rozlišování	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže při rozlišování vnějších vztahů – barvy, velikosti a tvaru</li> <li>– obtíže při rozlišování figury a pozadí</li> <li>– obtíže při rozlišování podobných a stranově obrácených tvarů</li> <li>– děti zaměňují tvarově podobné číslice (např. 3 – 8, 4 – 7)</li> <li>– děti zaměňují číslice stranově obrácené podle roviny horizontální (6 – 9) – statická inverze</li> <li>– děti zaměňují (přesmykují) pořadí číslic v čísle (24 – 42) – kinetická inverze</li> <li>– obtíže při rozlišování geometrických tvarů (dítě je nerozřídí podle tvaru ani velikosti)</li> <li>– obtíže při rozlišování operačních znaků a matematických úkonů (např. větší/menší)</li> </ul>
Zraková analýza a syntéza	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže se čtením (dítě musí být schopno slovo skládat z písmen a rozkládat na písmena)</li> <li>– neschopnost číst matematické symboly (čísllice, čísla, znaky pro porovnávání, znaky operací)</li> <li>– obtíže při čtení víceciferných čísel</li> <li>– obtíže při čtení matematických znaků</li> <li>– obtíže při psaní formou diktátu, přepisu a opisu (neschopnost psát matematické znaky diktátem nebo přepisem)</li> </ul>
Zraková paměť	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže při zapamatování si a vybavování si jednotlivých číslic</li> <li>– obtíže při zapamatování si čteného a následně reprodukci</li> <li>– obtíže při čtení (zraková paměť je důležitá pro čtení z hlediska schopnosti vnímat znak či písmeno a podržet je po určitou dobu v paměti)</li> <li>– obtíže při učení (dítě si nedokáže vybavit z paměti, co bylo napsáno v sešitě, co v učebnici, který obrázek doprovázel text, co bylo zvýrazněno atp., a pomocí asociací si vybavit i zbývající vědomosti)</li> </ul>

## Sluchové vnímání

Narušené *sluchové vnímání* tvoří podklad především pro specifickou poruchu učení dysortografií, avšak promítá se i do výuky matematiky. Nepřesné sluchové vnímání deformuje a ztěžuje vnímání a porozumění mluvené řeči, například výkladu učitele a dalším auditivně předávaným informacím. Dítě se často ptá, co bylo bezprostředně vysloveno, nepamatuje si ústní pokyny. Narušená sluchová paměť značně komplikuje učení se prostřednictvím sluchové cesty. Písemný projev bývá často pro děti s narušeným nebo nedostatečně rozvinutým sluchovým vnímáním velkým úskalím (zvláště je-li vyloučena zraková opora – např. při diktátu). V důsledku toho se objevují typické specifické chyby. Děti s tímto deficitem mají často oslabenou verbální paměť, což se projevuje ve všech předmětech. Pro přehlednost jsme sestavili tabulku 2.3 s projevy deficitů dílčích funkcí sluchového vnímání, která vznikla po prostudování literatury (Jucovičová, Žáčková, & Sovová, 2007; Žáčková & Jucovičová, 2007; Blažková, 2009; Zelinková, 2001, 2003, 2009).

Tabulka 2.3

*Projevy deficitů dílčích funkcí sluchového vnímání*

<b>Deficit dílčí funkce sluchového vnímání</b>	<b>Projev deficitu</b>
Sluchová analýza a syntéza	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže zvláště při psaní (objevují se specifické chyby)</li> <li>– nesprávné zaznamenávání číslic a čísel při diktátu</li> <li>– obtíže při psaní matematických znaků při diktátu</li> <li>– obtíže se mohou vyskytovat i ve čtení</li> <li>– zapominání začátků a konců slov</li> </ul>
Sluchové rozlišování	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže zvláště při psaní (objevují se specifické chyby)</li> <li>– nesprávné zaznamenávání číslic a čísel při diktátu (např. záměna 80 a 18, 3 a 4)</li> <li>– obtíže při psaní matematických znaků při diktátu</li> <li>– obtíže se mohou vyskytovat i ve čtení</li> </ul>
Vnímání a reprodukce rytmu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže při počítání po jedné</li> <li>– obtíže v orientaci v číselné řadě</li> <li>– obtíže při sledování zákonitostí, závislostí</li> </ul>
Sluchová paměť	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže při písemných testech, kdy má žák v paměti udržet ústní zadání příkladu a zaznamenat pouze výsledek</li> <li>– obtíže při zapamatování si diktovaného příkladu</li> <li>– dítě má problém zapamatovat si pokyn, větu či její část (např. při diktátu)</li> <li>– obtíže při osvojování říkadel, básniček</li> <li>– obtíže při učení se pouze auditivní formou (z výkladu učiva formou mluveného slova si téměř nic nepamatuje)</li> </ul>

## Kognitivní funkce

*Kognitivní funkce* zahrnují poznávací procesy a operace, které jsou důležité při výuce matematiky, například úroveň koncentrace pozornosti, paměti, myšlení. Kognitivní funkce patří k základním psychickým procesům, jejichž prostřednictvím se odehrává interakce jedince s okolním světem, jsou prostředkem zacházení s informacemi – jejich příjmu, uchování a zpracování. Řešení jakéhokoliv matematického úkolu či problému vyžaduje plnou koncentraci a neúspěšnost při řešení může být způsobena například neschopností dítěte se na problém soustředit. Projevy deficitů dílčích funkcí kognitivní funkce jsme pro přehlednost shrnuli do tabulky 2.4., která vznikla po prostudování literatury věnující se specifickým poruchám učení (Jucovičová, Žáčková & Sovová, 2007; Žáčková & Jucovičová, 2007; Blažková, 2009; Zelinková, 2001, 2003, 2009).

## Tabulka 2.4

### Projevy deficitů dílčích funkcí kognitivní funkce

Deficit dílčí funkce kognitivní funkce	Projev deficitu
Pozornost	<ul style="list-style-type: none"><li>– dítě se soustředí jen krátkodobě, nedokončuje úkoly</li><li>– dítěti trvá dlouho, než se soustředí, poté může úkol i dokončit</li></ul>
Paměť	<ul style="list-style-type: none"><li>– obtíže s krátkodobou pamětí, která umožňuje pamatovat si diktovaná čísla a příklady, provádět mezisoučty a ukládat je v paměti</li><li>– obtíže s pracovní pamětí (při jejím oslabení dítě neumí podržet v paměti více poznatků současně, to se projevuje neschopností aplikovat poznatky z více oblastí zároveň)</li><li>– obtíže s dlouhodobou pamětí (naučené poznatky, které nejsou ustavičně opakovány, si dítě nevybavuje, je třeba začínat znovu)</li><li>– poruchy při osvojování paměťových spojů</li></ul>
Myšlení	<ul style="list-style-type: none"><li>– obtíže při logickém myšlení (při správném usuzování podle zákonů formální logiky)</li><li>– obtíže při abstraktním myšlení (při přechodu od konkrétního k abstraktnímu)</li></ul>
Řeč	<ul style="list-style-type: none"><li>– dítě nedokáže v matematice formulovat myšlenky vlastními slovy<sup>4</sup></li></ul>
Předčíselné a číselné představy	<ul style="list-style-type: none"><li>– obtíže s předčíselnými a číselnými představami (neschopnost spojit číslo s počtem prvků), nepochopení pojmu přirozeného čísla</li><li>– obtíže při chápání matematických vztahů, např. zákonitostí v číselných řadách (dítě ji například nedokáže vyjmenovat, neorientuje se v pojmech větší – menší, zvláště velké obtíže mívá při přechodech přes základ deset)</li><li>– poruchy časové orientace (problémy s pochopením jednotek času a jejich převody; s pochopením vztahů na kruhovém ciferníku a lineárním plynutím času; se čtením časových údajů zapsaných digitálně)</li><li>– obtíže při vykonávání matematických operací (záměny matematických operací, např. dělení – násobení, záměny čitatele a jmenovatele, desítek a jednotek při sčítání atp.)</li><li>– narušená schopnost provádět matematické operace s přirozenými čísly (ale i s dalšími čísly)</li><li>– záměna jednotlivých operací</li><li>– neschopnost respektovat prioritu při provádění více operací různé parity</li><li>– problémy při písemných algoritmech jednotlivých operací</li><li>– potíže při chápání matematických pojmů a vztahů mezi nimi</li><li>– potíže při zobecňování</li></ul>

<sup>4</sup> Pokud má dítě správně vytvořený poznatek, rozumí podstatě problému, pak jej dokáže slovně vyjádřit.

## Motorické funkce

*Motorické funkce* zahrnují celkovou pohybovou schopnost organismu. Ve výuce matematiky jsou z motorických funkcí nejdůležitější hrubá a jemná motorika a grafomotorika. Projevy deficitů dílčích funkcí motorické funkce jsme shrnuli do tabulky 2.5, která vychází z literatury věnující se specifickým poruchám učení (Jucovičová, Žáčková, & Sovová, 2007; Žáčková & Jucovičová, 2007; Blažková, 2009; Zelinková, 2001, 2003, 2009).

Tabulka 2.5

*Projevy deficitů dílčích funkcí motorické funkce*

---

### Deficit dílčí funkce motoric- Projev deficitu ké funkce

---

Hrubá a jemná motorika	<ul style="list-style-type: none"><li>– obtíže při manipulaci s konkrétními předměty nebo symboly, obtíže při manipulativních činnostech při vyvozování základních pojmů a operací</li><li>– obtíže při tvoření skupin předmětů</li><li>– obtíže při zápisu čísel</li><li>– obtíže při zápisu algoritmů operací</li><li>– obtíže při rýsování</li></ul>
Senzomotorická koordinace	– obtíže při souhře smyslového vnímání a pohybu
Vizuomotorická koordinace	– obtíže při souhře zrakového vnímání a pohybu
Grafomotorika	<ul style="list-style-type: none"><li>– obtíže při psaní matematických znaků (číslice, čísla ad.)</li><li>– obtíže při zápisu víceciferných čísel</li><li>– obtíže při zápisu čísel pod sebe (číslíc téhož řádu)</li><li>– obtíže při psaní (pomalé psaní)</li><li>– obtíže při zápisu čísel (zejména při nápodobě tvarů číslic)</li><li>– obtíže při zápisu algoritmů operací</li><li>– obtíže při rýsování obrázců</li></ul>

---

## – 2 – 1 – 2 Vývoj matematických schopností<sup>5</sup>

Schopnost rozlišovat kategorii počtu, respektive dispozice uvažovat tímto způsobem, je člověku vrozená (Svoboda, 2015, s. 658). Tato schopnost se pod vlivem specifické stimulace postupně rozvíjí, v interakci s celkovým rozvojem myšlení. Rozvoj předpokladů k takovému způsobu uvažování závisí na zkušenosti s čísly a s počítáním, respektive s pochopením významu takové činnosti (Svoboda, 2015, s. 658). Matematické dovednosti se začínají rozvíjet a diferencovat jako samostatná kategorie mezi pátým až sedmým rokem (Siegler, 1998; cit. dle Svoboda, 2015, s. 658). Zásadním způsobem ovlivní rozvoj matematických schopností a dovedností teprve škola (Svoboda, 2015, s. 658).

---

<sup>5</sup> Matematickou schopnost v této kapitole nezkoumáme z pohledu dílčích funkcí, ale jen z pohledu předčíselných a číselných představ dítěte.

## Vývoj matematických schopností v předškolním věku

Dítě v předškolním věku zpracovává podněty a zkušenosti jinak než žák či dospělý. K procesu zobecnění je nutný proces porovnávání, hodnocení a třídění dosavadních zkušeností, hledání společných znaků a to vše přepokládá dobrou paměť, vybavování představ, schopnost porovnávat zkušenosti získané v různém kontextu, čase, prostoru (Kaslová, 2010, s. 5). K pojmu přirozeného čísla se musí dítě dopracovat jako k výsledku složitých psychických procesů, které se uplatňují při uspořádávání věcí, při jejich kombinaci a především při chápání jejich vzájemných vztahů, tedy při abstrakci. Při pochopení pojmu čísla dosahuje abstrakční myšlenková činnost svého vrcholu. Vývoj v oblasti matematických schopností probíhá v souladu s úrovní rozvoje mozku (stádia zrání) a s úrovní zkušeností (vzdělání) každého jednotlivce. Neexistují dvě děti, u kterých by vývoj pojmu přirozeného čísla postupoval stejně. Osvojování si pojmu přirozeného čísla je pro dítě proces velmi složitý.

Ještě předtím, než dítě dospěje k chápání množství, uskuteční se u něho příprava, formování a zdokonalování poznávací činnosti při manipulaci s konkrétními předměty, především při jejich třídění (rozdělení předmětů do skupinek, nejprve podle jednoho kritéria, pak podle dvou, tří), seskupování, porovnávání a řazení (viz tabulka 2.6). Formou hry získává dítě zkušenosti s tvarem předmětů, jejich velikostí, barvou, umístěním v prostoru, s jejich množstvím.

Tabulka 2.6

*Manipulace s konkrétními předměty (Otevřelová, 2016, s. 100–101)*

činnost	specifikace
třídění a seskupování	Nejdříve si děti osvojují třídění podle druhu předmětu, třeba na panenky a autíčka, později je na řadě třídění podle barev, dále podle velikosti (oboje po třetím roce života). V pěti letech již děti třídí podle dvou kritérií, okolo šestého roku podle kritérií tří. Často se jim to daří dříve. Okolo pátého roku začínají děti třídít i obrazce podle tvaru. V předškolním věku si děti osvojují i základy zobecnování, přiřazování jednotlivostí pod nadřazené pojmy (např. pes, kočka, myš, slon jsou zvířátka...). Po pátém roce už děti rozpoznají, co do dané skupiny nepatří.
porovnávání	Okolo tří let dítě začíná s porovnáváním velikosti (velký/malý) a množství (hodně/málo/všechno). Do čtyř let srovná pojmy nízký/vysoký, úzký/široký, krátký/dlouhý, prázdný/plný, něco, nic, žádné apod. Po pátém roce již zvládá pojmy o jeden více, o jeden méně. Ve třech letech by dítě mělo poznat a pojmenovat kruh, do čtyř let čtverec, v pěti trojúhelník a okolo šestého roku obdélník. V předškolním věku by dítě mělo také určit polohu, zda je předmět nahoře, dole, uprostřed, vlevo či vpravo.
řazení	Předškolák řadí předměty podle velikosti, ve čtyřech letech zvládne seřadit tři prvky, v pěti letech již prvků pět. Prvky seřadí od nejmenšího do největšího, také podle stupňování – málo, méně, nejméně; velký, vyšší, nejvyšší. Dochází i k pochopení pořadových číslovek: „Kdo půjde první, kdo druhý, kdo poslední, kdo předposlední?“

Na konci přípravného období dospívá dítě:

- a) K prvnímu rozlišování mezi „mnoho“ a „málo“ a mezi „více“ a „méně“. Toto rozlišování množství se však neděje na základě uvědomění si vztahů, ale jen formou neuvědomělého postřehování komplexu konkrétní situace.
- b) K porovnávání množství. Postřehování i jemných rozdílů v počtu vnímaných věcí nespočívá ve spočítání jednotlivých kusů, ale v celkovém zachycení množství.
- c) K párovému přiřazování předmětů. Dítě formou hry přiřazuje předměty, například kuličky, kostky po dvou, třech, případně čtyřech, postupně si uvědomuje identitu počtu předmětů v jednotlivých paralelních řadách, ze začátku bez toho, aby si uvědomovalo skutečnou číselnou hodnotu porovnávaného množství.
- d) K odhadování počtu předmětů bez jejich počítání na základě seskupování a porovnávání seřazených předmětů. Seskupení čtyř stejných předmětů dokáže dítě uskutečnit ve třech letech, seskupení pěti předmětů je běžné ve 4,6 letech a seskupení šesti předmětů v dovršeném pátém roce dítěte.
- e) K pochopení množství. Není to ani zdaleka takové chápání, které se běžně uskutečňuje u normálního dospělého člověka. Abstrakční schopnost v tomto směru ještě dál prochází složitým vývojem, který můžeme charakterizovat dvěma stupni abstrakce. Manipulací s předměty dítě postupně pochopí, že celek je jednota, která se dělí na jednotlivé předměty jako jednotky. Číslo, kterým se množství označuje, má ještě stále bezprostřední vztah k předmětům, který počet prvků označuje. Druhý stupeň abstrakce při chápání čísel je vyzdvihnutí totožnosti analyzovaných jednotek, odhlédnutí od všech specifických vlastností předmětného celku (od tvaru, velikosti, barvy apod.), aby zůstala jediná jejich vlastnost – kvantita. Toto zanedbávání individuálních vlastností předmětů, nakládání už jen s jednotkami (kusy) bez ohledu na jejich konkrétní podobu, to už je skutečně vysoký stupeň abstrakce, který však jediný zabezpečuje a umožňuje chápat číslem označené množství, které však stále neabstrahuje od konkrétních předmětů (kusů).

K jisté pojmové jasnosti, opravdovému pochopení množství (počtu), i když přirozeně, ještě v rámci globálního názoru, dospívá běžně nadané a ze strany prostředí dostatečně stimulované dítě někdy koncem druhého roku, to jest úplně na konci batolecího období. To už pojmenování „dvě“ platí skutečně jak pro jablíčka, tak i pro kuličky, kočky, prsty a podobně. Dítě ovládá dříve pojem „dva“ než pojem „jedna“. S číslem „dva“ dítě manipuluje mezi 2,6–3,0 roky. Potom si osvojuje pojem „tři“. Na čísle „tři“ potom dítě poměrně dlouho setrvává, protože k pojmu „čtyři“ dospívá až ve věku 4,6 let. V tomto věku dítě rozumí i pojmu „polovina“, k pojmu „čtvrtina“ dospívá až kolem 5,0 roku, kdy se mu stane za normálních okolností běžným i pojem „pět“. Pro většinu dětí předškolního věku je množství více než tři předmětů dlouho neurčité, a proto je děti většinou označují prostě jako „mnoho“ či „více“.

Počítáním rozumíme vyjmenování čísel, respektive číslovek ve správném pořadí za sebou od „jedna“, respektive „první“. Aktivita počítání, zdá se, vyplývá ze spontánních rytmických aktivit malého dítěte a z opakování sérií pro dítě ze začátku bezsmyslných slov. V konečném výsledku tu nejvýznamnější úlohu hraje rytmická manipulace s prsty. Schopnost počítat třeba do dvaceti (a děti si to můžou osvojit při procvičování poměrně brzo) vůbec neznamená, že by dítě ovládalo pojem číslem označovaného počtu prvků. Trvá to opravdu dlouho než dá dítě vyjmenovaná čísla do souvislosti s nějakým chápáním množství. Děti často a dlouho mění pořadí vyjmenovávaných čísel, přeskakují některá čísla nebo zaměňují jejich pořadí. Chybování dětí v této oblasti může někdy svědčit jen o tom, že si dítě zatím neosvojilo názvy jednotlivých čísel, respektive nefixovalo jejich správné pořadí. Spočítání 13 předmětů není vůbec lehkou úlohou pro normálně se vyvíjející šestileté dítě.

### Úvoj matematických schopností ve školním věku

Vstup do školy přináší, přirozeně, zásadní změnu v postoji dítěte ke všemu, co souvisí s matematickým myšlením. Doposud dítě označovalo množství převážně slovně. Po nástupu do školy je cílevědomě a systematicky vedeno k osvojení si písemných znaků pro číslice a čísla a pro matematické vztahy mezi nimi. Škola vede dítě k analyticko-syntetickým pochodům, které se uplatňují především v základních matematických operacích sčítání, odčítání, násobení a dělení a samozřejmě tím víc i v operacích složitějších. Paralelně s tím se u dětí rozšiřuje znalost rozsahu číselného řádu v desítkové soustavě, takže děti se ve škole poměrně rychle naučí počítat a manipulovat s čísly do 100, 1000 i výše. Nesmíme však zapomínat, že v mladším školním věku se chápání množství ještě stále váže na konkrétní skutečnosti, na konkrétní věci a na konkrétní uspořádání předmětů. Právě vyučování ve škole má zásadní zásluhu na tom, že se dítě odpoutá při myšlení od konkrétních předmětů a že na konci školní docházky už dokáže běžně pracovat s číslem jako takovým, s pojmem čísla, odpoutá se dokonce i od jeho slovního nebo písemného výrazu.

Metodické chyby učitele při vyučování matematiky mohou velmi ztížit, nebo dokonce znemožnit dítěti postup na vyšší úroveň matematického myšlení. Jestliže učitel dítě nevede krok za krokem přiměřeně tomu, co je dítě (vzhledem ke svému věku) schopné si osvojit, jako i tomu, jak to může nejen rychle, ale opravdu skutečně pochopit, potom to může mít vážné důsledky nejen pro vývin matematického myšlení, ale pro osobnost vůbec.

Konkrétní sčítání se uskutečňuje nejdříve ve formě manipulace s předměty, jejich přesouváním, skládáním a podobně. Tyto pohyby však už po jistém čase není třeba vykonávat, stačí ukazovat prstem, potom sledovat pohledem a nakonec stačí vytvářet „pohyb v mysli“. Při normálním vývoji v tomto směru dítě v období prepuberty při každé matematické operaci celkem běžně vykonává podobnou analýzu úlohy,

kteřou má řešit. Zjišťuje především to, co je v úloze dané, potom hledá a aplikuje postupy, kterými je možné dospět k výsledku, k tomu, co figuruje v úloze jako neznámá. Normální dítě už v prepubertě nepracuje s předměty, ale s pojmy (číslly) a s jejich vztahy, přičemž tu jde vlastně o činnost pro činnost (počítání pro počítání). Mechanické memorování, zejména různých vzorců a operačních postupů, které se musí uskutečnit v souvislosti s osvojováním látky z matematiky a které je konec konců vlastní tomuto věkovému období, je celkem přirozené a přiměřené.

S tímto teoretickým vyzbrojením potom přechází žák do puberty. V tomto vývojovém období se dostává právě ve školním vyučování do styku s přírodovědnými předměty, ve kterých už může upustit od mechanického memorování a „počítání pro počítání“ a může přejít k aplikaci matematických znalostí již na mnohé reálné a celkem konkrétní účely.

V pubertě už normální děti začínají celkem běžně rozumět číselným vztahům a pracovat s číselným systémem znaků, umožňuje se přechod k osvojení si znalostí písmenových znaků v rámci algebry. Pro normálně se vyvíjejícího pubescenta není už žádným problémem vypočítat nejen běžné, ale i složitější úlohy, ve kterých se objevuje neznámá a žák má zjistit její hodnotu. K této úrovni dítě dospívá běžně nejdřív ve třináctém roku života.

## Celková charakteristika vývoje matematických schopností

Celkovou charakteristiku vývoje matematických schopností si představíme pomocí údajů vývojové normy. Tabulka 2.7 (Košč, 1971/72, s. 11–12) vznikla na základě podrobných studií a ukazuje, jak se průměrné dítě vyvíjí a projevuje v matematice.

Tabulka 2.7

*Vývojová norma vývoje matematické schopnosti u dítěte*

Věk dítěte	Vývoj matematických schopností
1 rok	„Jeden a jeden“ – příklad manipulace s předměty (začátek počítání).
1,5 roku	Dítě umí postavit věž ze tří nebo čtyř kostek, používá slovo „více“.
2 roky	Postřehne rozdíl mezi „jedna“ a „mnoho“. Říká „dva míče“, když podává druhý míč.
2,5 roku	Počítá mechanicky: jeden, dva, „mnoho“. Na požádání umí podat „přesně jednu“ kostku.
3 roky	Umí spočítat dva předměty. Na požádání umí podat „přesně dvě“ kostky.
4 roky	Spočítá tři předměty se správným ukazováním. Bez ukazování předmětů umí počítat víc než do tří.
5 roků	Většina dětí umí spočítat 13 mincí. Třetina dětí umí počítat do třiceti. Nejvíce chyb se vyskytuje při čísle devět.
6 roků	Umí počítat do 100, počítat po desítkách do 100 a po pěti do 50; umí správně sčítat v oboru do 10 a odčítat v oboru do 5.

Tabulka 2.7 (pokračování)

Věk dítěte	Vývoj matematických schopností
7 roků	Umí počítat po pěti do 100, sčítat v oboru do 20 a odčítat v oboru do 10.
8 roků	Umí počítat po dvou do 20, po třech do 30, po čtyřech do 40, umí sčítat a odčítat v oboru do 25, umí násobit a dělit a zacházet s jednoduchými zlomky.
9 roků	Má představu čísel do 1 000 i víc.

Z tabulky 2.7 můžeme usoudit, jakým prudkým vývojem projde dítě v oblasti matematických schopností především do šesti let života a jak obtížné je najít kritéria pro hodnocení dalšího vývoje. Abychom pochopili vývoj matematických schopností, je třeba poukázat na další skutečnost. Čím je dítě mladší, tím jsou jeho schopnosti méně diferencované, a proto tím víc i osvojování vědomostí a schopností z matematiky závisí na úrovni jeho všeobecných rozumových schopností a ne na speciální matematické schopnosti. Pokud nebereme v úvahu děti s včasnými projevy matematického nadání, tak má podle Košče a dalších autorů do 8.–9. roku života všeobecná inteligence sedmkrát větší podíl na dobrých výsledcích v matematice než speciální matematická schopnost. Teprve kolem 12. roku života se výrazně uplatňují matematické schopnosti, přičemž však všeobecná inteligence nadále přibližně dvakrát více ovlivňuje úspěchy ve škole. Vzhledem k tomu nelze na základě inteligence usuzovat na úroveň matematických schopností a naopak na základě úspěšnosti v matematice nelze usuzovat na úroveň inteligence.

### – 2 – 1 – 3 Klasifikace poruch matematických schopností

Poruchy matematických schopností autoři zabývající se touto problematikou klasifikují z různých hledisek. My v této kapitole uvádíme klasifikaci podle Nováka (2004) a Blažkové (2009).

Klasifikace poruch matematických schopností podle Nováka (2000, 2004) vychází z neurologicky ustáleného členění poruch funkcí centrální nervové soustavy. Novák (2004, s. 18–29) uvádí tuto klasifikaci poruch matematických schopností:

- **Kalkulastenie** – mírné narušení matematických schopností, které se ještě nepovažuje za vývojovou poruchu učení. Je způsobeno například nedostatečnou nebo nesprávnou stimulací ze strany školy nebo rodiny. Všeobecné rozumové schopnosti má dítě zcela normální, schopnosti pro matematiku taktéž, avšak nejsou rozvinuty v potřebné matematické vědomosti a dovednosti. Rozlišujeme tři typy kalkulastenie. *Kalkulastenie emocionální* (sekundární kalkulastenie) – selhávání v matematice, třeba i výrazné, je výsledkem nevhodných reakcí okolí, např. spolužáků, rodičů, eventuelně i pedagogů, na vlastní počtářské potíže ve výuce matematiky. *Kalkulastenie sociální* (sekundární neurotická kalkulastenie) – matematické vědomosti a dovednosti jsou narušeny vlivem působení

citových či sociálních činitelů na dítě, patří zde například nepodnětné rodinné zázemí, neúměrná ambicióznost rodičů či vyučujících nebo nedostatečná či nevhodná příprava. *Kalkulostenie didaktogenni* (pseudokalkulastenie) – problémy v matematice jsou důsledkem výukového stylu nebo didaktických forem výuky, které neodpovídají typu osobnosti dítěte nebo jeho stylu učení.

- **Hypokalkulie** – jde o poruchu základních početních dovedností, jejíž příčinou může být nerovnoměrná skladba matematických schopností a mírné snížení jejich úrovně do pásma podprůměru. Přitom ale jsou všeobecné rozumové předpoklady průměrné nebo i nadprůměrné, rovněž rodinná stimulace, pedagogické vedení i příprava na školní výuku jsou zcela přiměřené.
- **Vývojová dyskalkulie** – specifická vývojová porucha učení v matematice, která se projevuje výrazně narušenými dílčími předpoklady pro matematiku při celkové úrovni všeobecných rozumových předpokladů v pásmu průměru i nadprůměru. Zahrnuje specifické postižení dovednosti počítat, které nelze vysvětlit mentální retardací, nevhodným způsobem vyučování, nepodnětným rodinným zázemím ani nevhodnou domácí přípravou. Porucha se týká ovládnutí základních početních výkonů, jako je sčítání, odčítání, násobení a dělení, spíše než abstraktnějších matematických dovedností.
- **Oligokalkulie** – vyznačuje se narušenou strukturou matematických schopností. Vážné nedostatky v osvojování učiva matematiky jsou zapříčiněny sníženou úrovní všeobecných rozumových schopností. Dobré pedagogické vedení a obvyklé sociokulturní zázemí dítěte je zachováno. Oligokalkulie je uváděna spíše pro úplnost pohledu na rozdělení poruch a narušení matematických schopností u dětí.
- **Akalkulie** – představuje velmi výrazně narušenou a sníženou schopnost počítat a zvládat i nejjednodušší početní operace a chápat matematické pojmy a vztahy, ačkoliv dříve byly tyto schopnosti rozvinuty přiměřeně. Akalkulie může být důsledkem prožitého traumatu nebo mozkové léze.

Klasifikaci podle matematického obsahu předkládá Blažková (2009). K tomuto třídění autorka dospěla po dlouholeté práci s dětmi, při které se ukázalo, že pokud dítě nepochopí podstatu matematického pojmu, neví, jak má postupovat a proč tak má postupovat. Náprava poruch matematických schopností není efektivní, pokud jsou výsledky operací vyvozovány pouze pamětně, bez opory o pochopení, bez zážitků. Klasifikace poruch matematických schopností je podle autorky zaměřena na oblasti učiva, ve kterých se projevují problémy žáků. Pochopení a zvládnutí jedné oblasti je nutným předpokladem k pochopení a zvládnutí oblasti další.

Podle Blažkové (2009, s. 17–18) jde zejména o tyto oblasti:

- **Vytváření pojmu čísla** – nejdříve čísla přirozeného, poté čísla desetinného, zlomku, čísla racionálního, obecně čísla reálného.
- **Čtení a zápis čísel** – numerace, uspořádání čísel, porovnávání čísel, zaokrouhlování čísel přirozených a desetinných.

- **Operace s čísly** – nejdříve s čísly přirozenými, poté s čísly v dalších číselných oborech.
- **Slovní úlohy** – přepis slovního vyjádření úlohy do matematického symbolického jazyka, řešení matematické úlohy a její interpretace v realitě.
- **Geometrická a prostorová představivost** – pochopení rozmístění a vztahů předmětů v prostoru a jejich znázornění v rovině.
- **Poččetní geometrie** – uvědomění si velikosti útvarů, výpočty, odhady, pochopení a užití vzorců.
- **Jednotky měř** – pochopení každé z jednotek, převody jednotek.

## – 2 – 1 – 4 Dyskalkulie

*Dyskalkulie* byla poprvé definována v padesátých letech dvacátého století rakouským neurologem Gerstmannem. Ten viděl praktický význam v odlišení pojmu *neschopnost počítat* od pojmu *specifické poruchy učení v matematice*. *Dyskalkulii* definoval takto: „*Dyskalkulie* je izolovaná narušená schopnost (*dysability*) různé závažnosti, která se projevuje v neschopnosti provádět jednoduché nebo komplexní aritmetické operace a v narušení orientace v následnosti číslic a zlomků v čísle“ (cit. dle Košč, 1971/72, s. 3). V šedesátých letech minulého století se setkáváme s dalšími definicemi tohoto pojmu. Newyorský pediatr Bakwin (1965) *dyskalkulii* definoval jako „potíže s počítáním“, americký neurolog Cohn (1968) jako „selhávání při poznávání čísel nebo při manipulaci s nimi v pokrokové kultuře“.

Pojem *dyskalkulie*, jak ho známe dnes, poprvé předložil slovenský psycholog Košč v šedesátých letech dvacátého století. Chtěl ho zcela oddělit od pojmu *akalkulie*<sup>6</sup>. V této době pracoval na výzkumech zabývajících se příčinami a důsledky poruch matematických schopností u dětí. Zejména zpřesnil definici specifické poruchy počítání a rozdělil ji na různé druhy (viz 2.3.1). *Dyskalkulie* podle Košče (1971/72) je

strukturální porucha matematických schopností, která má svůj původ v genové nebo perinatálními vlivy podmíněném narušení těch částí mozku, které jsou přímým anatomicko-fyziologickým substrátem věku přiměřeného dozrávání matematických funkcí, které však zároveň nemají za následek snížení všeobecných rozumových schopností. (1971/72, s. 3)

Z této definice vychází Novák (2004), který ji rozšiřuje:

*Dyskalkulie* je specifická porucha počítání projevující se zřetelnými obtížemi v nabývání a užívání základních početních dovedností při obvyklém sociokulturním zázemí dítěte a celkové úrovni všeobecných rozumových předpokladů na dolní hranici pásma průměru

---

<sup>6</sup> Německý lékař Henschen v roce 1919 zavedl na základě studia dospělých osob, které ztratily schopnost počítat následkem poškození mozku, termín *akalkulie* (Denburg & Tanel, 2012, s. 170). Diagnóza *akalkulie* byla stanovena především následkem kompletní neschopnosti zvládnout většinu jednoduchých matematických úloh. Sledovaní dospělí měli zřetelnou neurologickou poruchu.

nebo výše a s příznačnou vnitřní strukturou, v jejímž rámci je výrazně snížena úroveň matematických schopností a narušena skladba za přítomnosti projevů dysfunkcí centrální nervové soustavy podmíněných vlivy dědičnými nebo vývojovými. (Novák, 2004, s. 16)

Obecně je *dyskalkulie* označována jako specifická porucha matematických schopností. Žák podává v matematice podstatně horší výkony, než by se daly vzhledem k jeho inteligenci předpokládat. *Dyskalkulie* se vyznačuje poměrně pestrá škálou typických příznaků, podle kterých se také člení na jednotlivé druhy (viz 2.4.1). Jednotlivé příznaky se zpravidla navzájem kombinují a prolínají a obtíže z nich plynoucí ztěžují rozvoj počtářských dovedností.

## Příčiny vzniku dyskalkulie

„Akalkulie a dyskalkulie, úplná nebo částečná porucha schopnosti počítat, je složitý syndrom, jenž může být podmíněný vývojovým postižením mozku podobně jako dyslexie, stejně však může být důsledkem poranění nebo onemocnění mozku.“ (Koukolík, 2000, s. 145)

Dyskalkulie může vzniknout poškozením levého čelního laloku, jak dokládá níže uvedená studie. Luchelli a De Renzi (1993) popsali dyskalkulii, která byla důsledkem infarktu. Pacient bez obtíží zpracovával lexikální a syntaktické číselné informace, arabské číslovky a dobře chápal symboly aritmetických operací. Početní operace byly však těžce postiženy, například dělení dvou- až třímístného čísla číslem jednomístným. Řeč a jazyk, praxie, zrakové vnímání, vizuomotorické funkce, slovní, zraková a prostorová paměť byly u pacienta normální.

Z vyšetřování pacientů se získanou dyskalkulií vznikl základní neuronální model zpracování čísel a počítání, který rozlišuje (McCloskey, 1992):

1. Systém, jenž zpracovává čísla. Tento systém čísla chápe a tvoří, a to jak slovní a psané vyjádření čísel, tak číslice.
2. Systém počítání (kalkulace). Tento systém tvoří tři autonomní složky: zpracování operacionálních symbolů, vybavování aritmetických skutečností a početní postupy.

Příčinou specifické poruchy počítání je, stejně jako v případě jiných specifických poruch učení, podle Koukolíka (2000) pravděpodobně

... deficit různých dílčích funkcí, které jsou součástí matematických schopností, resp. narušení jejich souhry. Matematické schopnosti jsou závislé na koordinovaném a integrovaném fungování různých mozkových struktur, které jsou lokalizovány v obou hemisférách. Z toho vyplývá i předpoklad značné variability projevů jejich poškození.

- Pro úspěšnost v matematice má určitý význam zrání kůry čelního mozkového laloku, na němž závisí schopnost zpracovávat informace a koordinovat jednotlivé dílčí kroky při řešení složitějšího matematického příkladu (např. při rozkladu sčítání dvouciferných čísel). Kůra levého čelního laloku se uplatňuje při zpracování slovně prezentovaných číselných údajů.

- Oboustranná kůra interparietální oblasti, která se podílí především na matematických aproximacích závislejících na vizuálně prostorové prezentaci čísel. Tato oblast je důležitá např. již pro počítání na prstech, které je považováno za základní vývojový stupeň rozvoje matematických dovedností.
- Aritmetické operace jsou vázány na jazykové funkce, jejich rozvoj závisí na adekvátním fungování různých oblastí levé hemisféry, především frontálního a temporálního laloku. Porucha určité části kůry pravého temenního laloku může vést k potížím v prostorové orientaci, v řazení čísel či jejich opomíjení. (Koukolík, 2000; cit. dle Svoboda, 2015, s. 658)

## Příznaky a klasifikace dyskalkulie

Jako první se příznakům *dyskalkulie* věnoval americký neurolog Cohn (1961). Uvedl, že u *dyskalkulie* jde o tyto základní poruchy: znemožnění rozvíjení schopnosti poznávat číselné znaky, obvykle jako součást všeobecné poruchy řeči; selhávání při rozpomínání se na základní operace nebo na použití operačních a separačních znaků; neschopnost vzpomenout si na násobilku a selhávání při umísťování čísel při násobení a neschopnost psát čísla při počítání ve správném pořadí (Cohn, 1961; cit. dle Košč, 1971/72, s. 24). Cohn svůj výčet příznaků *vývojové dyskalkulie* později zpřesňuje, když píše, že *vývojová dyskalkulie* se projevuje: deformovanými nebo nepřiměřeně velkými číselnými znaky; strephosymbolií<sup>7</sup>; neschopností sčítat jednoduchá celá čísla; neschopností vzpomenout si na operační znaky; selháváním při rozlišování specifických pořadových charakteristik mnohomístných čísel; neschopností vzpomenout si na násobilku a použít ji; neschopností převádět čísla z jednotek na desítky atd. a nepřiměřeným řazením při násobení a dělení (Cohn, 1961; cit. dle Košč, 1971/72, s. 24).

Na základě výzkumů matematických schopností u žáků, kteří nedopadli v matematických testech dobře, začal v sedmdesátých letech minulého století slovenský psycholog Košč rozlišovat několik druhů *vývojové dyskalkulie*: *praktognostická dyskalkulie*; *verbální dyskalkulie*; *lexická dyskalkulie*; *grafická dyskalkulie*; *operační dyskalkulie* a *ideognostická dyskalkulie* (Košč, 1971/72, s. 25).

Těžiště *praktognostické dyskalkulie* je v narušené praktické manipulaci s předměty (praxie) a v poznávání (gnose) tvarů, počtů apod. Jde o narušení a poruchy v matematické manipulaci s předměty nebo nakreslenými symboly (přidávání, ubírání množství, rozkládání, porovnávání počtu). Žák není schopen dospět k pochopení pojmu čísla ani ke správnému provádění číselných operací. V geometrii neumí seřadit různě dlouhé předměty podle velikosti, diferencovat geometrické tvary. Porucha prostorového faktoru matematických schopností způsobuje, že dítě selhává při rozmístění figur v prostoru, není schopné ukazovat na počítané předměty

— — —

<sup>7</sup> Strephosymbolie je definována jako forma dyslexie, kdy se text zobrazuje jako v zrcadle, obráceně dozadu, zleva doprava, způsobuje neschopnost rozlišit tvarově podobná písmena.

a správně je třídit. Projevy tohoto typu dyskalkulie zasahují ty matematické dovednosti, které předcházejí počítání s čísly.

*Verbální dyskalkulie* se projevuje problémy dítěte při označování množství a počtu předmětů, operačních znaků, matematických úkonů. Dítě nedokáže vyjmenovat řadu čísel např. od největšího k nejmenšímu, řadu sudých či lichých čísel (vynechávání čísel, vracení se, jejich opakování). Má potíže s osvojením matematického slovníku (slovním označením počtu předmětů). V praxi to například znamená, že číslo 12 čte jako 21, má problémy s chápáním významu „o tři více“ nebo „třikrát více“. O verbální dyskalkulii mluvíme jen tehdy, pokud má dítě nápadné a přetrvávající těžkosti ve slovním označování jevů v matematice, bez ohledu na to, zda to samé dokáže provést v písemné formě.

*Lexická dyskalkulie* se projevuje sníženou schopností číst matematické symboly, a to nejen číslice, ale i operační znaky a zejména matematické příklady. V nejtěžších případech není dítě schopné přečíst ani izolované číslice a operační znaky, při lehčí formě mu dělá potíže přečíst vícemístná čísla s nulami uprostřed nebo čísla napsaná svisle pod sebou. Žáci zaměňují tvarově podobné číslice, římské číslice. Příznačné jsou inverze, např. 36 číst jako 63, 9 jako 6 a opačně. Problematickou skupinou jsou zlomky a desetinná čísla. Příčiny nacházíme hlavně v oblasti zrakového vnímání, orientace v prostoru, zvláště pravolevé orientace. Poruchy matematické lexiky mají následky i v jiných oblastech matematiky. Nelze se tedy spokojit jen s výčtem projevů, je třeba rozpoznat hlubší příčiny a další souvislosti, které se od lexické dyskalkulie odvíjejí.

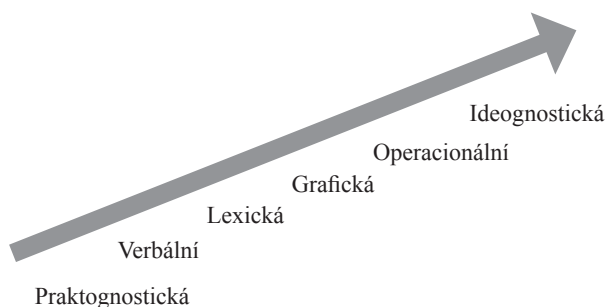
*Grafická dyskalkulie* je charakterizována výrazně sníženou, narušenou schopností psát číslice, operační znaky, kreslit geometrické útvary apod. Žák má potíže při zápisu čísel formou diktátu, při přepisu z tabule či učebnice, při psaní vícemístných čísel, píše v opačném pořadí, zapomíná psát nuly. Objevuje se například inverzní (obrácený) zápis číslic (6 a 9, inverze typu 71 a 17 apod.). K dalším typickým příznakům patří psaní nepřiměřeně velkých neúhledných číslic, potíže při zapisování početních operací zejména do sloupců, například u písemného násobení či dělení. V geometrii má žák problémy při rýsování jednoduchých útvarů a s překreslováním z tabule.

*Operační dyskalkulie* se projevuje poruchou schopnosti provádět matematické operace, sčítat, odčítat, násobit, dělit, což se odráží zvláště při počítání delších řad čísel. K výčtu typických projevů patří nahrazování složitějších početních operací jednoduššími, například násobení sčítáním a dělení odčítáním, problémy v počítání velmi jednoduchých příkladů, zvýšená chybovost v provádění sčítání a odčítání v oboru do 20, v násobení a dělení. Žák se dopouští záměn jednotek a desítek při sčítání, u zlomků záměny čitatele a jmenovatele. Projevuje se i nedostatečným osvojením násobilky, kdy si žák pomáhá počítáním na prstech nebo sčítáním čísel. Žák má potíže s písemnými algoritmy, potíže mu činí počítání s přechodem přes desítku. Složitější počítání se vyznačuje pomalostí a vysokou chybovostí. Tyto

obtíže bývají více zřetelné při pamětném počítání. Tento typ dyskalkulie patří k dosti častým formám počtářských obtíží.

*Ideognostická dyskalkulie* se projevuje především poruchou v chápání matematických pojmů a vztahů mezi nimi. Žák například umí přečíst a zapsat číslo 4, ale už si neuvědomuje to, že číslo 4 je totéž jako  $3 + 1$ ,  $2 \cdot 2$ . Obvykle mají tito žáci potíže při odhalení i jednoduchého principu číselné řady. Selhávají při řešení matematických úloh, jakmile je pozměněn šablonovitý postup, protože neumí převést slovní zadání do systému čísel matematického zápisu.

Rozdělení vývojových dyskalkulií se zřetelem na vývojová období dítěte prezentuje přílohou obrázkem (obrázek 2.1) ve své publikaci Novák (2004, s. 24).



Obrázek 2.1 Rozdělení vývojových dyskalkulií se zřetelem na vývojová období dítěte

Novák (2004) uvádí:

Rozdělení vývojových dyskalkulií se zřetelem na vývojová období dítěte respektuje přirozený rozvoj nejen všeobecných rozumových, ale i speciálních matematických schopností. V oblasti matematiky to lze charakterizovat výše naznačenou vývojovou posloupností: nejprve dítě *vnímá a manipuluje – pojmenovává – čte – zapisuje – provádí početní operace – usuzuje* na postup jednotlivých kroků v řešení úlohy. Kategorizace obtíží v matematice s ohledem na vývojové hledisko umožňuje zachycení potencionálně problémových počtářů už na samém počátku vzdělávání dítěte a poskytuje jejich přehledné členění vždy se zřetelem na skupinu převažujících obtíží. (Novák, 2004, s. 24–25)

Svoboda (2015) uvádí, že

dílčí problémy, které se projevují u dyskalkuliků, lze rozdělit do několika kategorií, tyto potíže mají pravděpodobně i různou příčinu.

- *Obtíže v osvojování* číslovek, event. celého počtářského slovníku, a s jeho adekvátním užíváním.

- *Problémy ve čtení a psaní čísel*, někdy bývá porucha spojena s dyslexií. Takto postižené děti mívají potíže s pochopením symbolické povahy čísla a ulpívají delší dobu na konkrétních představách.
- *Zaměňování pořadí, resp. polohy čísel v prostoru*. Takto postižené dítě si plete jednotky a desítky, obrací pořadí čísel, pokud počítá s více čísly, dělá chyby při řazení, obtížně chápe, že nějaké číslo může vzniknout složením či rozkladem jiných čísel apod. Tyto potíže lze diagnostikovat pomocí určování pořadí nějakého čísla v řadě apod.
- *Obtíže v matematické paměti*, resp. paměti pro čísla, se mohou projevovat jak na úrovni pracovní paměti, tj. při uchování aktuálních informací, potřebných pro řešení daného úkolu, tak i v oblasti dlouhodobého zapamatování a vybavování matematických informací.
- *Porucha aritmetických operací*, tj. obtíže při osvojování běžných matematických dovedností. Takové děti používají při počítání velmi primitivní strategie, často dělají procedurální chyby. Počítají velmi pomalu a s četnými nepřesnostmi. Počtářské dovednosti dyskalkulických dětí se nezlepšují ani v důsledku dlouhodobého učení.
- *Porucha matematického porozumění* se projevuje obtížemi při osvojování matematických pojmů a chápání vztahů mezi čísly, resp. matematickými symboly. Takové děti mívají problémy s porozuměním podstatě čísla, těžko chápou různé vztahy mezi čísly, i časové a prostorové. Je pro ně obtížné porozumět pravidlům třídění a řazení čísel, jejich prostorovému uspořádání i významu, který z něho vyplývá, špatně chápou reverzibilitu aritmetických operací. Nápadná bývá i jejich neschopnost decentrace v oblasti matematického uvažování. (Svoboda, 2015, s. 659–660)

Kárová (1996) uvádí, že nejčastější projevy dyskalkulie se objevují ve dvou oblastech:

a) v oblasti aritmetiky

Dítě nedospěje k pojmu číslo, není schopno porovnat počet předmětů.

Má potíže při označování množství a počtu předmětů, operačních znaků a matematických úkonů. Neumí vyjmenovat řadu čísel od nejmenšího k největšímu číslu a naopak nebo vyjmenovat řadu sudých či lichých čísel.

Neumí číst matematické symboly (čísla, operační znaky). Těžko čte čísla s nulami uprostřed. Zaměňuje tvarově podobná čísla, například 3-8, 6-9, 2-5, zaměňuje jednotlivé číslice v čísle, například 35-53.

Není schopno psát správně matematické znaky, píše číslice v opačném pořadí, zapomíná psát nuly v čísle, píše nepřiměřeně velké číslice. Při psaní čísel pod sebe není schopno umístit jednotky pod jednotky, desítky pod desítky apod.

Má narušenou schopnost provádět matematické operace – sčítání, odčítání, násobení a dělení, často je zaměňuje (například sčítání za odčítání). Nemůže se naučit násobilku, při sčítání používá prsty.

Neumí počítat od daného čísla po jedné. Nechápe vztahy v řadě čísel: například 3, 6, 9, ... (každé následující číslo je o 3 větší než předcházející).

b) v oblasti geometrie

Dítě neumí seřadit různě dlouhé předměty podle velikosti.

Nerozlišuje geometrické tvary.

Selhává při obkreslování tvarů.

Má problémy při rýsování obrazců.

Narušená bývá i schopnost dítěte orientovat se v prostoru (první, poslední, vpředu, vzadu) a v pojmech (vpravo, vlevo). (Kárová, 1996, s.18–19)

Badian (1983) uvádí, že vývojová dyskalkulie má několik podob:

1. Alexie a agrafie číslic a číslovek.
2. Zaměňování polohy číslic v prostoru při písemném odečítání a sčítání (prostorová dyskalkulie). Děti zaměňují jak vertikální, tak horizontální polohu. Ústní počítání ani numerické uvažování přitom nemusí být příliš dotčeno. Tyto děti také často zaměňují polohu hodinových ručiček a polohu hodin, minut, sekund při písemném záznamu času.
3. Anaritmie, při které děti zaměňují aritmetické operace sčítání, odečítání, násobení a dělení.
4. Dyskalkulie dána poruchou pozornosti při ADHD.
5. Smíšené formy. (Badian, 1983; cit. dle Koukolík, 2000, s. 147).

Současných autorů věnujících se příznakům dyskalkulie je ve světě celá řada, avšak není sestaven konečný seznam příznaků. Wilsonová (2007/08) sestavila na základě metaanalýzy aktuálních pedagogických výzkumů věnujících se této problematice tři nejčtenější příznaky *dyskalkulie* na základní škole:

1. Zpoždění v počítání. (Pět až sedm let staré děti vykazují menší pochopení základních principů počítání než jejich vrstevníci.)
2. Zpoždění při používání početní strategie pro sčítání. (Děti s dyskalkulií mají tendenci používat neefektivní strategie pro výpočet sčítání mnohem déle než jejich vrstevníci.)
3. Obtíže při zapamatování početních fakt. (Děti s dyskalkulií mají velké problémy se zapamatováním si jednoduchého sčítání, odčítání a násobení. Tento problém přetrvává nejméně do třinácti let.)

## – 2 – 1 – 5 Diagnostika poruch matematických schopností

Diagnostika je východiskem vzdělávacího procesu vůbec a reedukace především. Jejím cílem je vymezení úrovně vědomostí a dovedností, poznávacích procesů, sociálních vztahů, osobnostních charakteristik a dalších faktorů, které se podílejí na úspěchu či neúspěchu žáka. Matematická schopnost je tvořena souhrnem a souhrou dílčích schopností, neexistuje jedna celistvá matematická schopnost. Proto diagnostika poruch matematických schopností v pedagogicko-psychologických poradnách nespočívá v uplatňování jednoho či dvou testů, nýbrž v aplikaci propracované soustavy různých testů a zkoušek. Diagnostika poruch matematických schopností zahrnuje testy na zjištění úrovně rozumových schopností, řeči, percepce, pravolevé a prostorové orientace, motoriky atd. Na tuto část diagnostiky navazují zkoušky matematických vědomostí a dovedností, jejichž cílem je zachytit aktuální úroveň vývoje. Na stanovení diagnózy spolupracují a podílejí se zejména speciální pedagog, psycholog, rodiče a učitelé žáka, dle potřeby i další specialisté, například neurolog, foniatr, oftalmolog, pediatr.

Na základě studia odborné literatury (Bartoňová, 2005a; Novák, 2000, 2004; Pokorná, 1997, 2001; Zelinková, 1994, 2003) a konzultace s pedagogicko-psychologickou poradnou jsme rozdělili diagnostiku matematických schopností na čtyři

oblasti, ze kterých pedagogicko-psychologické poradny čerpají informace k závěrečné diagnostice. Tyto čtyři oblasti jsou *rodinná a osobní anamnéza*, *školní anamnéza*, *diagnostika deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti* a *diagnostika matematických dovedností a vědomostí*.

## Rodinná a osobní anamnéza

*Rodinná a osobní anamnéza* žáka vychází z rozhovoru s rodičem a s dítětem. V pedagogicko-psychologických poradnách se vyplňují podrobné anamnestické formuláře, které se zaměřují např. na hereditární zátěž ze strany rodičů, na ontogenetický vývoj dítěte, zdravotní stav dítěte, na strukturu rodiny, rodinné prostředí. Důležité jsou i zkušenosti rodičů z celkového psychomotorického vývoje dítěte. K diagnostice přispívají zejména odpovědi na otázky typu: S čím mělo dítě v dětství obtíže? Na co bylo dítě šikovné? Jak se dítě učilo básničky a říkanky? Chodilo dítě rádo do školky? Jak se vyvíjely jeho počtářské dovednosti? Jaké obtíže má dítě v matematice? Hodnotný rozhovor s rodičem může přispět nejen ke kvalitní diagnostice, ale také může ukázat směr, kam se v diagnostice ubírat. Rozhovor s dítětem může odhalit deficity v dílčích funkcích, jako je například řeč nebo pozornost.

## Školní anamnéza

*Školní anamnéza* vychází z rozhovoru s učiteli, kteří žáka učí, nebo ze školního dotazníku vyplněného těmito učiteli. Rozhovor nebo dotazník se zaměřuje především na výpis obtíží žáka ve čtení, psaní, pravopisu a počítání, na chování dítěte ve škole, na jeho zájmy, koníčky, pozornost při vyučování, průceschopnost, ale i na spolupráci rodiny žáka se školou atd. Diagnostika učitele při podezření na poruchu matematických schopností může vycházet ze stejných kritérií jako diagnostika poradenská, tzn. diskrepance mezi intelektovým výkonem a výkonem v počítání. Učitel většinou nemá k dispozici standardizované techniky, ale má výhodu dlouhodobého sledování dítěte v přirozených podmínkách, možnosti průběžného rozboru prací dítěte a neformálního vztahu s rodiči. Dítě může ve školním prostředí vykazovat odlišnosti oproti připraveným podmínkám v pedagogicko-psychologické poradně.

## Diagnostika deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti

*Diagnostika deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti* vychází z vyšetření, které provádí speciální pedagog a psycholog. Vyšetření se zaměřují na stanovení úrovně rozumových schopností, úrovně zrakového a sluchového vnímání, úrovně kognitivních a motorických funkcí. Zahrnují i speciálně didaktické zkoušky a zkoušku laterality.

Úroveň rozumových schopností u dítěte zjišťuje psycholog standardizovanými testy. Vyšetření inteligence je nezbytnou zkouškou celého diagnostického vyšetření. Často používanou zkouškou je Pražský dětský Wechslerův test (PDW). Tento test je určen pro děti ve věku 5–16 let a skládá se z deseti subtestů (počty, opakování čísel, vědomosti, symboly, atd.). Pro posouzení celkové úrovně rozumových schopností u dětí ve věku 6–17 let slouží Wechslerova inteligenční škála pro děti (WISC-III). Tento test obsahuje několik subtestů, které se zaměřují ve verbální škále například na vědomosti, podobnosti, porozumění a v performační škále například na doplňování obrázků, kódování, hledání symbolů. Užívá se i Woodcock-Johnsonova testu kognitivních schopností, který vychází z teoretického předpokladu, že inteligence je soubor více kognitivních oblastí. Test je určen pro testování jedinců ve věku 5–65 let. Test obsahuje sedm subtestů, které můžeme sloučit do tří částí: verbální schopnosti, schopnosti myšlení a kognitivní efektivnost. U nás se s tímto testem pracuje od roku 2006. Test struktury inteligence I-S-T 2000 R je testem používaným pro diagnostiku struktury poznávacích schopností a využívá se především v poradenské oblasti při přijímacích zkouškách na různé typy škol.

Vyšetření zrakového vnímání se zaměřuje na úroveň různých oblastí zrakové percepce. Zjistit deficit ve zrakové percepci tvarů (Pokorná, 2001, s. 218) umožňuje Edfeldtova Reverzní zkouška (předškolní věk a první třída), Vývojový test zrakového vnímání Frostigové (standardizovaný pro děti od čtyř do osmi let, některé subtesty do devátého roku) nebo Tvarový test Benderové. Dítě s poruchou zrakové percepce tvarů zaměňuje jednotlivá písmena, číslice a tvary a má obtíže s jejich znázorňováním. K vyšetření představy prostoru se užívá první část Žlabovy zkoušky ze Souboru specifických zkoušek (Žlab, 1990) nebo Reyovy komplexní figury (děti starší osmi let), která je součástí Koščovy baterie na vyšetření matematických schopností. Pro zjištění úrovně vizuomotorické koordinace můžeme použít zkoušku od Frostigové.

Vyšetření sluchového vnímání se zaměřuje na úroveň různých oblastí sluchové percepce. Úroveň sluchové analýzy a syntézy řeči, která je významným předpokladem pro zvládnutí psaní, zjišťujeme Zkouškou sluchové analýzy a syntézy od Matějčka (1993). Pro vyšetření schopnosti sluchového rozlišování užíváme Zkoušku sluchového rozlišování, Matějčkem adaptovaný Wepmanův test. Na Wechslerově subtestu Opakování čísel můžeme orientačně posoudit auditivní vstřípivost. Úroveň sluchové paměti také ukáže opakování slov a vět.

Úroveň kinestezie u dítěte umožňuje změřit druhá a třetí část testu Orientace vpravo-vlevo ze Souboru specifických zkoušek od Žlaba (1990). Během vyšetření je dobré si dělat poznámky o motorické dovednosti, obratnosti a šikovnosti dítěte.

Mezi speciální didaktické zkoušky patří hodnocení výkonu ve čtení a hodnocení úrovně písemného projevu. Zkouška čtení patří mezi základní diagnostické zkoušky. Vyšetření výkonu ve čtení sleduje rychlost čtení, porozumění čtenému textu, analyzují se chyby ve čtení a sleduje se chování žáka při čtení. K tomuto vyšetření se používají normované texty vypracované v roce 1987 Matějčkem a kol. Úroveň

písemného projevu dítěte se posuzuje z rozboru jeho školních sešitů, z diktátu, opisu a přepisu při vyšetření. Hodnotí se tvar písma, dodržování linearity, chování při psaní a analyzují se specifické chyby. V matematických sešitech se sleduje, zda dítě nepíše některé číslice zrcadlově, nezaměňuje číslice (v praxi se můžeme setkat například s nedostatečným sluchovým rozlišováním slov čtyři a tři), chápe podstatu poziční desítkové soustavy (nezaměňuje pořadí číslic při zápisu vícečíselného čísla), dodržuje sloupce při písemném sčítání a odčítání, rozumí algoritmu písemného násobení a dělení (správně zapisuje jednotky, desítky atd.) a tak dále.

K vyšetření laterality se využívá zkouška laterality od Matějčka a Žlaba (1972). Zkouška odhaluje laterality oka a ruky a vztah mezi těmito lateralitami. Zkoušku můžeme použít jak u dětí, tak u dospělých.

Během vyšetření těchto funkcí máme mnoho příležitostí pozorovat i úroveň dalších dílčí funkcí, jako je například pravolevá orientace, paměť, myšlení, řeč, motorika.

## Diagnostika matematických dovedností a vědomostí

*Diagnostika matematických dovedností a vědomostí* je složitou odbornou činností. Pro diagnostiku dyskalkulie můžeme využít baterii testů, jejichž autorem je Novák. Tato baterie v sobě zahrnuje několik testů: Barevná kalkulie (Novák, 2002), Kalkulie IV (Novák, 2002), Číselný trojúhelník (Novák, 1997), Rey-Ostheriethova komplexní figura (slovenská verze Košč & Novák, 1997). Test Barevná kalkulie je určen pro žáky ve věku 7,0 až 10,11 let. Test zahrnuje celkem 39 úloh. Test Kalkulie IV nahrazuje předcházející vydání Kalkulie III. Je zaměřen na žáky starších školních let. Doplnující informace, tj. numerický a prostorový faktor, poskytuje test Číselný trojúhelník. Rey-Ostheriethova komplexní figura vyšetřuje u dítěte úroveň prostorové orientace a zrakové paměti, vhodně doplňuje předchozí testy.

Na základě symptomatiky vývojové dyskalkulie byl sestaven a ověřen soubor úkolů, který je dnes také využíván k diagnostice dyskalkulie. Soubor úkolů byl utvářen tak, aby zachycoval co nejpodrobněji speciální matematické faktory a úroveň funkcí, které by mohly být příčinou neúspěchu v matematice. Tento soubor úkolů (nestandardizovaný) byl sestaven v letech 1990–1992 v Pedagogicko-psychologické poradně hl. m. Prahy.

Soubory úkolů v tomto testu (Zelinková, 2003, s. 66–67) jsou:

a) Předčíselné představy:

1. princip klasifikace (kategorizace, třídění) – třídění prvků podle tvaru, barvy, velikosti;
2. princip seriace – uspořádání deseti proužků podle velikosti;
3. princip konzervace – porovnání množin lišících se prostorovým uspořádáním prvků – určování, je-li na dvou kartičkách stejný, nebo různý počet prvků.

b) Číselné představy:

4. určování – stejně, méně, nebo více prvků;
5. řazení karet s čísly (podle velikosti do 20);

6. chápání smyslu číslovek, např.: číslo 7 – *ukaz, kolik je to prstů; řekni číslo do 10 a ukaž jej na prstech*;
  7. rozklady čísel.
- c) Struktura čísla, poziční hodnota číslic v čísle:
8. *čti čísla 9, 5, 3, 8, 6, 1 (dítě čte čísla v řádcích i sloupcích)*;
  9. *přečti a napiš čísla 17, 41, 71, 17 (podle věku dětí se stupňuje obtížnost, např. 3008, 1505, 34 007)*;
  10. psaní čísel podle diktátu (čísla volíme podle věku dětí): 17, 91, 308, 615, 6015, 500 012, 12 050;
  11. určování počtu jednotek, desítek v čísle;
  12. orientace na číselné ose.
- d) Matematické operace:
13. doplňování operačních znaků:  $10 - 2 = 8$ ;  $12 - 3 = 4$ ;  $3 + 4 = 7$ ;  $2 + 5 = 10$ ;
  14. chápání smyslu operací:  $16 + ? = 18$ ;  $20 - ? = 15$ ;  $12 : ? = 6$ ;  $3 * ? = 9$ ;
  15. sčítání a odčítání čísel s přechodem i bez přechodu přes desítku (z paměti)
  16. sériové operace:  $20 - 7 - 5 =$  ;  $5 + 9 - 7 =$  ;  $100 - 13 - 13 =$  atd.;
  17. písemné sčítání, odčítání, násobení a dělení čísel.
- e) Slovní matematické operace:
18. řešení slovních úloh, které odrážejí problém vyplývající z přirozené životní situace; úkoly předřikává examinátor, dítě je opakuje a řeší (podle věku dítěte, např.: Petr má 3 Kč, Ivan 5 Kč. Kolik mají dohromady? O kolik má Ivan více?);
  19. řešení obdobných úkolů jako v předcházejícím bodě, dítě čte zadání samo.
- f) Pokračování číselných řad:
20. 2, 4, 6, ...; 1, 4, 7, 10, 13, ...; 0, 1, 5, 6, 30, 31, 155, ...
- g) Paměť:
21. sluchová paměť pro čísla – examinátor předřikává řady čísel, dítě je opakuje;
  22. zraková paměť pro čísla – examinátor ukazuje řady tří a více čísel, dítě je po krátkou dobu sleduje a z paměti opakuje.
- h) Orientace v čase – hodiny, dny v týdnu, měsíce, roční období.

Pro diagnostiku poruch matematických schopností je důležité zjištění, které úkoly dítě ještě zvládá. Mnohem více signalizuje poruchu selhání ve snazších úkolech než v úkolech, které se právě ve škole probírají. Stanovení diagnózy dyskalkulie vychází z procenta úspěšnosti řešení úkolů a z psychologického vyšetření. Není však prováděna pouze kvantitativní analýza řešení matematických operací, ale je sledován i způsob řešení, chování dítěte, reakce rodičů dítěte v průběhu vyšetření a jejich následné komentáře, které mají velký význam při objasňování obtíží v matematice. Zelinková (1994, s. 105) uvádí, že většinou pracuje s dětmi mladšího školního věku a vzhledem k nízkému věku těchto dětí je velmi obtížné stanovit diagnózu matematických schopností tak, jak jí chápe Košč. Žáci 1.–3. ročníku se učí řešit matematické úkoly spíše pamětně a v tomto věku se uplatňuje více všeobecná inteligence než matematické schopnosti. Konečná diagnóza poruch matematických schopností přísluší odbornému pracovišti, které vyloučí záměnu s jinými možnými příčinami obtíží (vada zraku, sluchu, nižší rozumové schopnosti, změna zdravotního stavu dítěte,

nižší nadání na matematiku, didaktogenní obtíže apod.) a navrhne možné doporučení pro vzdělávání žáka s poruchou matematických schopností.

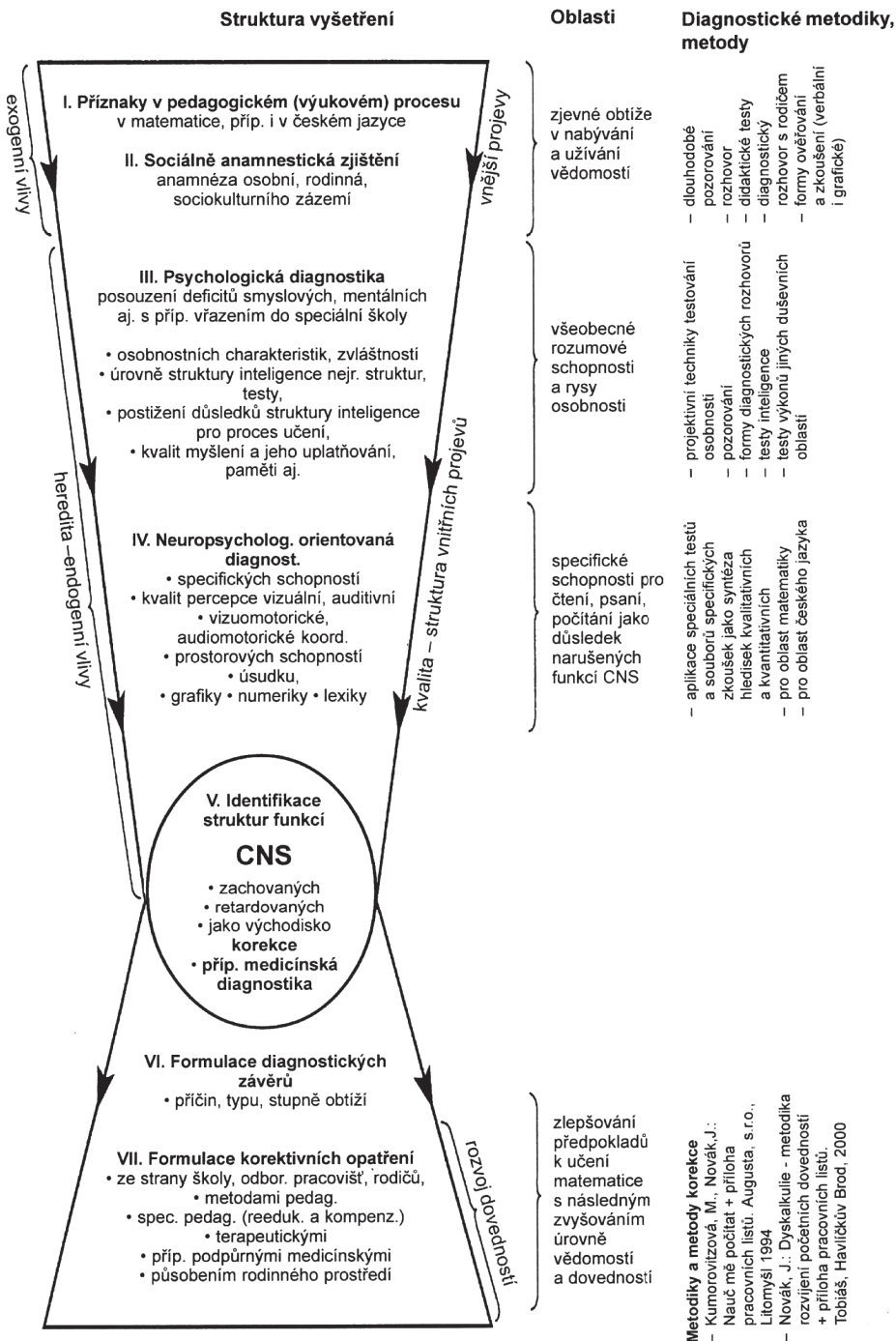
Pro přehlednost diagnostiky poruch matematických schopností využijeme schéma diagnostického procesu podle Nováka (2000, str. 13), které prezentujeme na obrázku 2.2.

## – 2 – 1 – 6 Reedukace poruch matematických schopností

Reedukaci myslíme souhrn speciálně–pedagogických postupů, jimiž se zlepšuje výkonnost postižené funkce. Mezi obecné postupy reedukace poruch matematických schopností patří podle Blažkové (2009):

1. Stanovení diagnózy, tj. formulování hlavních problémů dítěte v matematice, ve které části učiva má dítě problémy, jaké jsou jejich příčiny, jaký má dítě vztah k matematice.
2. Respektování logické výstavby matematiky a její specifčnosti, tj. v matematice je pochopení a zvládnutí každého prvku nižší úrovně nezbytným předpokladem zvládnutí prvků vyšší úrovně. Reedukační cvičení musí proto začínat u toho učiva, které dítě přestalo chápat a zvládat. Postupy musí respektovat matematické zákonitosti a musí být použitelné i v dalším učivu.
3. Pochopení základních pojmů a operací, tj. veškeré základní pojmy je třeba generovat na konkrétních modelech a všechny pojmy i operace s čísly je třeba vyvozovat na základě vlastní manipulativní a myšlenkové činnosti dítěte. Přitom je třeba využívat nejrozmanitějších forem práce a stále nových situací.
4. Navození „AHA efektu“, tj. kdy dítě samo objeví poznatek „já už vím“ a přijme poznatek za svůj. Je nutné mít neustále na zřeteli, že poznatky jsou nepřenositelné, že přenosné jsou pouze informace.
5. Využití všech smyslů, tj. zapojení všech smyslů, kterých je možno využít pro získávání matematických poznatků – zraku, hmatu, sluchu, pohybu, tak aby to bylo dítěti příjemné a přispělo to k posupnému odbourávání problémů.
6. Diskuse s dítětem, tj. zda dítě vidí v dané situaci to, co jeho učitel. Každé dítě má svoje komunikační cesty, kterými se dobírá poznatků, a ty je třeba diskutovat s ním objevit.
7. Pamětné zvládnutí učiva, tj. v jaké míře je dítě schopno pamětného zvládnutí učiva, avšak matematické učivo nemůže být opřeno o pouhou paměť bez porozumění a správného vyvození. Je třeba hledat vyváženost mezi vyvozováním a drilem.
8. Zvyšování nároků na samostatnost a aktivitu dítěte, tj. tvorba vlastních materiálů, příkladů a pomůcek samotným dítětem, nebo alespoň podíl na tvorbě – dítě si může uvědomovat nedostatky a podílet se aktivně na jejich nápravě zajímavou formou.
9. Neustálá potřeba úspěchu, tj. dítě potřebuje pozitivní zážitky, pohodu, pochvalu, veselou, legrační cestu při nápravných cvičeních, terapii hrou, nepřetěžování, ale neustálé mírné zatěžování. Pochvalu při každém sebemenším úspěchu.
10. Práce podle individuálního plánu, tj. sestavení plánu pro konkrétní potřeby každého dítěte. Individuální výuka, individualizovaná výuka v integrované třídě. Postupy jsou výrazně individuální, nelze stanovit obecně platná pravidla, která by vyhovovala všem dětem. (Blažková, 2009, s. 91–92)

Volba vhodných výukových postupů, cvičení a kompenzačních pomůcek pro reedukaci poruch matematických schopností se řídí podle oblastí, v nichž žák selhává. Pro reedukaci poruch matematických schopností je nejdůležitějším krokem včasná a kompletní diagnostika. Naše publikace se primárně nezaměřuje na reedukaci poruch matematických schopností. Z těchto důvodů jsme vytvořili jen přehled (tabulka 2.8) s odkazy na publikace, které se věnují reedukaci předčíselných a číselných představ, rozvoji zrakového a sluchového vnímání a rozvoji funkcí



Obrázek 2.2 Schéma diagnostiky poruch a narušení matematických schopností

kognitivních a motorických. Pro přehledovou studii jsme využili publikace psané česky, které mohou pro reedukaci použít rodiče, učitelé nebo speciální pedagogové. V těchto publikacích je řada námětů, které mohou přispět ke zmírnění nebo odstranění matematických obtíží. Uvedené poznatky, náměty a rady vycházejí z dlouholetých zkušeností s výukou těchto žáků a představují soubor reedukačních cvičení pro praktické využití v učebním procesu.

Tabulka 2.8

*Reedukace poruch matematických schopností*

Oblast	Téma	Odkaz
Předčíselné a číselné představy	Rozvoj předčíselných představ (třídění, přiřazování, uspořádání, geometrické představy)	Novák, 2000, s. 17–18, 21–22 Bednářová, 2004a Novák, 2004, s. 57–62 Blažková, 2009, s. 22–33 Blažková, 2017, s. 27–40
	Čísla přirozená (budování pojmu)	Blažková et al., 2000, s. 11–24 Novák, 2000, s. 19–21, 32–33 Novák, 2004, s. 63–70 Hendrich, 2006, s. 121–122 Blažková, 2009, s. 33–43 Blažková, 2013, s. 19 Blažková, 2017, s. 41–52
	Zápis čísel	Blažková et al., 2000, s. 24–32 Novák, 2000, s. 33 Novák, 2004, s. 70–71
	Porovnávání přirozených čísel	Blažková et al., 2000, s. 32–37 Blažková, 2009, s. 44–48 Blažková, 2013, s. 15–16, 23–26, 29, 32 Blažková, 2017, s. 53–58
	Zaokrouhlování přirozených čísel	Blažková et al., 2000, s. 37–38 Blažková, 2009, s. 49–50 Blažková, 2017, s. 59–62
	Číselná řada, číselná osa	Novák, 2000, s. 18–19 Blažková, 2013, s. 15, 21–22
	Rozklady přirozených čísel	Blažková et al., 2000, s. 39–40 Novák, 2000, s. 21–22 Novák, 2004, s. 71–74 Blažková, 2009, s. 50–52 Blažková, 2013, s. 31 Blažková, 2017, s. 63–68
	Sčítání přirozených čísel	Blažková et al., 2000, s. 41–49 Novák, 2000, s. 21–23, 25–26 Novák, 2004, s. 74–81 Bartoňová, 2005b, s. 99–100 Hendrich, 2006, s. 133–134, 146–147 Blažková, 2009, s. 53–60 Blažková, 2013, s. 32–33, 35–37, 41–42, 46–47, 51–52 Blažková, 2017, s. 69–80

Tabulka 2.8 (pokračování)

Oblast	Téma	Odkaz
	Oděčítání přirozených čísel	Blažková et al., 2000, s. 50–56 Novák, 2000, s. 27–28 Novák, 2004, s. 82–87 Bartoňová, 2005b, s. 100–101 Blažková, 2009, s. 61–69 Blažková, 2013, s. 32, 34, 38–39, 43–44, 48–49, 53–54 Blažková, 2017, s. 81–90
	Násobení přirozených čísel (násobilka)	Blažková et al., 2000, s. 57–64 Novák, 2000, s. 21–23, 28–31 Novák, 2004, s. 87–93 Bartoňová, 2005b, s. 101–103 Blažková, 2009, s. 69–77 Blažková, 2013, s. 56, 58, 60–66 Blažková, 2017, s. 91–100
	Dělení přirozených čísel	Blažková et al., 2000, s. 64–70 Novák, 2000, s. 21–24, 31–32 Novák, 2004, s. 93–97 Bartoňová, 2005b, s. 103–104 Blažková, 2009, s. 77–83 Blažková, 2013, s. 57, 59, 60–66 Blažková, 2017, s. 101–110
	Používání závorek, pořadí operací	Blažková et al., 2000, s. 70–73 Blažková, 2009, s. 84–85 Blažková, 2017, s. 111–112
	Desetinná čísla (numerace, operace)	Novák, 2000, s. 35 Novák, 2004, s. 98–103 Hendrich, 2006, s. 119–120 Blažková, 2010, s. 32–37, 88–89 Blažková, 2014, s. 15–38 Blažková, 2017, s. 113–118
	Celá čísla (numerace, operace)	Novák, 2000, s. 33–35 Blažková, 2010, s. 37–46 Blažková, 2014, s. 72–88 Blažková, 2017, s. 119–126
	Zlomky (numerace, operace)	Novák, 2000, s. 35–37 Novák, 2004, s. 103–113 Blažková, 2010, s. 46–52, 87–90 Blažková, 2014, s. 39–71 Blažková, 2017, s. 127–131
	Jednotky měr	Blažková et al., 2000, s. 81–83 Blažková, 2010, s. 77–85 Blažková, 2017, s. 163–170
	Závislosti, vztahy, práce s daty	Blažková, 2010, s. 53–56 Blažková, 2017, s. 143–146
	Algebraické výrazy	Blažková, 2010, s. 57–61 Blažková, 2017, s. 147–158

Tabulka 2.8 (pokračování)

Oblast	Téma	Odkaz
	Rovnice	Blažková, 2010, s. 61–63 Blažková, 2017, s. 151–153
	Slovní úlohy	Blažková et al., 2000, s. 77–79 Novák, 2000, s. 38 Novák, 2004, s. 113–115 Blažková, 2010, s. 63–74 Blažková, 2013, s. 27–28, 30, 40, 45, 50
	Slovní úlohy řešené rovnicemi	Blažková, 2010, s. 74–76 Blažková, 2017, s. 153–158
	Vytváření geometrických představ	Blažková, 2009, s. 85–87 Blažková, 2017, s. 159–162
	Geometrie	Hendrich, 2006, s. 139–141, 144–146 Blažková, 2010, s. 86 Blažková, 2013, s. 20
	Finanční gramotnost	Blažková, 2017, s. 133–139
<b>Zrakové vnímání</b>	Orientace v prostoru	Zelinková, 1994, s. 137 Zelinková, 2003, s. 148–149 Bednářová, 2004b Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 15–22 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 35–39 Pokorná, 2010b, s. 16–17
	Pravolevá orientace	Zelinková, 1994, s. 137 Zelinková, 1996 Zelinková, 2003, s. 148–149 Janečková, 2004 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 22–31 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 39–41 Balharová & Bubeníčková, 2011 Balharová et al., 2014
	Zrakové rozlišování	Zelinková, 1994, s. 122–124, 127–130 Bednářová, 2003 Zelinková, 2003, s. 132–133, 135–138 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 32–43 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 45–51 Pokorná, 2010b, s. 13–16
	Zraková analýza a syntéza	Zelinková, 1994, s. 125 Michalová, 2001, s. 73–74 Zelinková, 2003, s. 134 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 43–45 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 51–53
	Zraková paměť	Zelinková, 1994, s. 126–127 Zelinková, 2003, s. 134 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 45–50 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 53–55

Tabulka 2.8 (pokračování)

Oblast	Téma	Odkaz
<b>Sluchové vnímání</b>	Sluchová analýza a syntéza	Zelinková, 1994, s. 115–118 Míchalová, 2001, s. 70–73 Zelinková, 2003, s. 126–128 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 61–64 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 63–65 Pokorná, 2010b, s. 9–10
	Sluchové rozlišování	Zelinková, 1994, s. 114–115 Zelinková, 2003, s. 125–126 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 56–59 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 58–61 Pokorná, 2010b, s. 11–12
	Vnímání a reprodukce rytmu	Zelinková, 1994, s. 119–120 Zelinková, 2003, s. 128–130 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 59–60 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 62–63
	Sluchová paměť	Zelinková, 1994, s. 113–114 Zelinková, 2003, s. 125 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 65–66 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 66–67
<b>Kognitivní funkce</b>	Pozornost	Pokorná, 2010b, s. 18–20 Balharová & Bubeníčková, 2011 Balharová et al., 2014
	Paměť	Zelinková, 1994, s. 113–114, 126–127 Zelinková, 2003, s. 125, 134 Havas, 2005, s. 96–103 Havas, 2006, s. 125–196 Žáčková & Jucovičová, 2007, s. 45–50, 65–66 Pokorná, 2010b, s. 20
	Myšlení	Havas, 2005, s. 17–63 Havas, 2006, s. 57–124 Mathias, 2007, s. 29–62
	Řeč	Míchalová, 2001, s. 76–78 Zelinková, 2003, s. 153–157 Pokorná, 2010b, s. 20–21 Lynch & Kidd, 2002 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 141–142
<b>Motorické funkce</b>	Hrubá a jemná motorika	Zelinková, 2003, s. 92–97 Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 102–103
	Senzomotorická koordinace	Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 102–103
	Grafomotorika	Jucovičová & Žáčková, 2008, s. 103–114

Kapitola z publikace *Poruchy učení v matematice a možnosti jejich nápravy* (Blažková, Matoušková, Vaňurová, & Blažek, 2000, s. 84–90) se zaměřuje na možnosti využití kalkulátorů žáky s poruchou matematických schopností na prvním stupni základní školy. Kapitola se věnuje zvláště zápisu přirozených čísel, čtení čísel a jednoduchým početním výkonům s přirozenými čísly.

Na reedukaci poruch matematických schopností se zaměřuje i řada zahraničních autorů, např. Chinn (2012), A. Erhardt (2004, 2005), F. Ebhardt (2004), Metzler (2002).

## – 2 – 2 Učební úloha

Pedagogové a psychologové považují *učební úlohy* za jeden z nejdůležitějších prostředků zvyšování poznávací i praktické aktivity žáků (např. Volf, 1996, s. 22). V didaktice přírodovědných předmětů se často setkáváme s pojmem *učební (poznávací) úloha*. Případy použití tohoto pojmu se mohou lišit. Často se můžeme setkat se zaměňováním tohoto pojmu s pojmy otázka, příklad, úkol a problém. Proto je velmi důležitá definice tohoto pojmu.

### – 2 – 2 – 1 Vymezení pojmu učební úloha

Nahlédneme-li do pedagogického slovníku, zjistíme, že „*učební úloha* je každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učebního cíle. Je zaměřena na pět aspektů učení: obsahový; stimulační (motivační); operační; formativní a regulativní“ (Průcha, 2009, s. 323). Holoušová (1983) definuje *učební úlohu* jako širokou škálu všech učebních zadání, a to od nejjednodušších úkolů, vyžadujících pouhou pamětní reprodukci poznatků, až po složité úkoly, vyžadující tvořivé myšlení. *Učební úlohy* (Švec et al., 1996, s. 55) mají prostřednictvím řešení navodit zájem žáka o poznávání (stimulační parametr) a mají podnítit a rozvíjet učební operace, které odpovídají svou náročností vymezeným výukovým cílům (operační parametr). *Učební úloha* (Helus et al., 1979, s. 225) nejenže podněcuje potřebnou činnost žáků a navozuje žádoucí skladbu operací, nýbrž také v jistém stupni reguluje a řídí průběh žákovské činnosti (regulační parametr). Regulační funkce *učební úlohy* (Švec et al., 1996, s. 58) je dána dvěma základními aspekty: *určeností a heurističností učební úlohy*. *Heurističnost učební úlohy* vyjadřuje prostor volby řešení. Rozeznávají se *učební úlohy*, u nichž žák postupuje podle předem známého postupu (kroky postupu a jejich posloupnost jsou žákovi známy), a *učební úlohy*, které poskytují prostor pro volbu řešení. Formativní parametr *učební úlohy* (Helus et al., 1979, str. 221) je pozorovatelný až při práci s učivem v delším časovém období a z pedagogického hlediska je propracován především v oborových didaktikách, jak bude patrné z dalšího výkladu.

#### D. Holoušová (1983) upozorňuje na roli učebních úloh ve výuce:

1. Učební úlohy by měly pronikat celým vyučovacím procesem. Neměly by být situovány jen na začátek a konec vyučovací hodiny (popř. tematického celku), ale ve vhodné formě by měly být použity i ve výkladové části vyučování. Mají nejenom funkci vzdělávací, ale i formativní.
2. Učební úlohy ve vyučovacím procesu nemohou hrát autonomní roli. Jsou jen jednou z jeho složek a mají instrumentální charakter.
3. Učební úlohy by neměly být podávány izolovaně, ale v celých systémech, vždy se vzrůstající náročností. Neměly by být monotónní, měly by vyvolávat celou škálu různých poznávacích aktivit, měly by být zadány tak, aby vzbuzovaly dojem, že logicky vyplynuly z okamžité situace vyučování.
4. Při tvorbě učebních úloh se sice může improvizovat, např. v konkrétní nepředpokládané situaci v hodině, nikdy by však neměly být vytvářeny bezděky. Soubory učebních úloh by měly být dostatečně velké a dostatečně otevřené, aby je učitel mohl přizpůsobovat konkrétní situaci ve výuce, často nepředpokládané.
5. Základní podmínkou pro tvorbu učebních úloh je správné a korektní stanovení výukových cílů. Vzhledem k nim by měly být učební úlohy projektovány „na míru“, aby v daných podmínkách účinně pomohly stanovené výukové cíle splnit a zajistit pro učitele i žáky zpětnou vazbu o kvalitě a míře jejich naplnění. Proto živelná tvorba učebních úloh již nevyhovuje současným požadavkům na výuku.
6. Tvorba učebních úloh je projevem profesionálního mistrovství učitele, ten by se měl v rámci pregraduální i postgraduální přípravy v těchto dovednostech neustále zdokonalovat. (Kalhous & Obst et al., 2002, s. 329–330)

#### Klasifikace učebních úloh

Učební úlohy utřídila *podle náročnosti poznávacích operací nutných k jejich řešení* Tollingerová (1970). Úlohy jsou v jednotlivých kategoriích (tabulka 2.9) uspořádány podle postupně stoupající náročnosti. Při zpracování této taxonomie byla autorce podkladem Bloomova taxonomie kognitivních cílů. Americký psycholog Bloom uspořádal poznatkové cíle hierarchicky do šesti úrovní (tabulka 2.10). Zvládnutí cílů na vyšší úrovni předpokládá zvládnutí cílů na nižších úrovních, například porozumění předpokládá, že žák si zapamatoval příslušné znalosti. Ke konkrétnímu vymezení cílů je pro každou úroveň vhodné používat určitá aktivní slovesa a slovesné vazby.

Tabulka 2.9

*Klasifikace učebních úloh podle náročnosti poznávacích operací nutných k jejich řešení (Kalhous & Obst et al., 2002, s. 331–332)*

Kategorie	Úlohy na	Úlohy začínají slovními Formulacemi
<b>1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků</b>	znovupoznáání; reprodukci jednotlivých čísel, pojmů, faktů apod.; reprodukci definic, norem, pravidel apod.; reprodukci velkých celků, básní, textů, tabulek apod.	Jak zní? Definujte! Co platí? Uveďte zásady pro...! Reprodukujte! Předněte! Zopakujte! Které z uvedených alternativ?
<b>2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace</b>	zjištění faktů (měření, vážení, jednoduché výpočty apod.); vyjmenování a popis faktů (výčet, soupis); vyjmenování a popis procesů a způsobů činností; rozbor a skladbu (analýzu a syntézu); porovnávání a rozlišování (komparace a diskriminace); třídění (kategorizace a klasifikace); zjišťování vztahů mezi fakty (příčina-následek, cíl-prostředek, vliv, funkce, užitek, nástroj, způsob apod.); abstrakci, konkretizaci, zobecňování; řešení jednoduchých příkladů (s neznámými veličinami)	Vyjmenujte části, druhy...! Uveďte postup při...! Změřte! Nastavte rozměr! Vypočítejte rozměr, otáčky apod.! Popište, jak probíhá! Nalezněte společné znaky a určete obecně platné pravidlo! Určete shody a rozdíly! Rozdělte podle...! Co se stane, když...? Porovnejte! Proč? Co je příčinou? Udělejte soupis!
<b>3. Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatků</b>	překlad (translaci, transformaci, z jazyka čísel, vzorců nebo schémat do jazyka slov a opačně); výklad (interpretaci, vysvětlení smyslu, vysvětlení významu, zdůvodnění apod.); vyvozování (indukci); odvozování (dedukci); dokazování a ověřování (verifikaci); hodnocení	Vysvětlete význam, smysl! Zdůvodněte, k čemu je to dobré! Podle obrázků vyvoďte chyby v technologickém postupu! Z uvedených příkladů odvoďte pravidlo, postup! Dokažte, ověřte správnost! Zhodnoťte z určitého, např. společenského, ekologického, ekonomického atd. hlediska...! Přečtěte slovy vzorec pro...! Podle schématu řekněte, jak...!
<b>4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků</b>	vypracování přehledu, výtahu, obsahu apod.; vypracování zprávy, pojednání, referátu apod.; samostatné písemné práce, výkresy, projekty apod.	Vypracujte přehled, zprávu, pojednání, referát, zprávu o měření, nakreslete schéma...)
<b>5. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení</b>	praktickou aplikaci; řešení problémových situací; kladení otázek a formulace úloh; objevování na základě vlastních pozorování; objevování na základě vlastních úvah	Řešte tematický úkol, vypracujte návrh...! Vymyslete praktický příklad! Na základě vlastního pozorování (studia) určete...! Navrhněte zlepšení..., nové řešení!

Tabulka 2.10

*Bloomova taxonomie kognitivních cílů (Kolářová et al., 2006, s. 6)*

Úroveň	Aktivní slovesa a slovesné vazby
<b>A. Znalost</b>	Definovat, doplnit, napsat, nazvat, opakovat, označit, pojmenovat, popsat, poznat, přiřadit, reprodukovat, seřadit, vybrat si, vybrat, určit, uvést, znázornit.
<b>B. Porozumění</b>	Zdůvodnit, experimentem prokázat, ilustrovat, interpretovat, objasnit, odhadnout, porovnat, předložit, předvést, rozhodnout, shrnout, určit, uvést příklad, vyhledat údaj, vyjádřit vlastními slovy, vysvětlit, vypočítat, zkontrolovat, změřit.
<b>C. Aplikace</b>	Aplikovat, demonstrovat, diskutovat, interpretovat údaje, načrtnout schéma, nalézt, navrhnout, plánovat, použít, prokázat, registrovat, roztřídit, řešit, uvést vztah mezi, uspořádat, vybrat, vypočítat, vyzkoušet.
<b>D. Analýza</b>	Provést rozbor, porovnat, předpovědět, rozdělit, rozhodnout, rozlišit, rozčlenit, ukázat jak, vysvětlit proč.
<b>E. Syntéza</b>	Klasifikovat (řadit podle určitých kritérií), kombinovat, modifikovat, napsat sdělení (zprávu), navrhnout, organizovat, předvést, reorganizovat, řešit, shrnout, stanovit, vytvořit, vyvodit obecné závěry.
<b>F. Hodnotící posouzení</b>	Argumentovat, diskutovat, kritizovat, obhájit, ocenit, oponovat, podpořit názory, porovnat, posoudit, provést kritiku, prověřit, rozhodnout, srovnávat s normou, vybrat, vyvrátit, uvést klady a zápory, zdůvodnit, zhodnotit.

Chráska (1999, s. 25–30) uvádí klasifikaci testových úloh<sup>8</sup> *podle způsobu, jakým žák v testové úloze odpovídá*. Tuto kategorizaci můžeme použít i na učební úlohy. Lze rozlišit úlohy otevřené (úlohy s tvořenou odpovědí nebo volnou odpovědí) a úlohy uzavřené (s nabízenou odpovědí, s nucenou volbou odpovědi). Otevřené úlohy lze dále rozdělit podle rozsahu požadované odpovědi na široké (nestrukturované, se strukturou) a se stručnou odpovědí (produkční, doplňovací). V otevřených širokých úlohách se od žáka požaduje rozsáhlejší odpověď, např. ½ strany nebo i delší. Uzavřené úlohy můžeme dále rozdělit na dichotomické (žákovi jsou předkládány dvě odpovědi s tím, že je jedna správná a tu má označit), s výběrem odpovědi (úlohy typu „jedna správná odpověď“, úlohy typu „jedna nejpřesnější odpověď“, úlohy typu „jedna nesprávná odpověď“, úlohy s vícenásobnou odpovědí, situační úlohy), přiřazovací (úkolem žáka je správně přiřadit pojmy jedné množiny k pojmům množiny druhé), uspořádací (od žáka se požaduje, aby uspořádal prvky dané množiny pojmů jedné třídy do řady).

Z hlediska určenosti lze rozlišit úlohy úplně a neúplně vymezené. Úplně vymezené úlohy zahrnují všechny nutné a postačující podmínky k řešení. V neúplně vymezené úloze chybí k jejímu vyřešení některá nutná a postačující podmínka.

<sup>8</sup> „Testovou úlohou rozumíme otázku, úkol nebo problém obsažený v testu.“ (Chráska, 1999, s. 25)

## Řešení učebních úloh

*Řešení učebních úloh* je obecně definováno jako

postup, který v případě zadávaných učebních úloh má nejméně čtyři základní etapy: 1. přijetí úlohy, tj. pochopení subjektivního smyslu a objektivního významu řešení, odhadnutí vlastních možností; 2. orientace v úloze, tj. určení zadaných a hledaných prvků, rekonstruování struktury úlohy, formulování hypotéz, sestavení plánu řešení; 3. vlastní řešení úlohy, tj. úvaha o počtu řešení, volba postupu, přenos a aplikace dovedností, průběžná kontrola, reagování na chybu; 4. kontrola výsledku řešení. U složitějších problémů a u praktických problémů předchází ještě dvě etapy: identifikování úlohy mezi ostatními informacemi; volba úlohy přiměřené obtížnosti. (Průcha et al., 2009, s. 253)

*Řešení učebních úloh* nemusí být definované jen jako *postup*, ale i jako *výsledek* učební úlohy, který hledáme. V této práci pracujeme s pojmem řešení učební úlohy jednak jako s postupem, který obsahuje několik etap, ale i jako s určitým synonymem pro výsledek učební úlohy.

Podle Kalhouse (2002) by žáci v procesu řešení učebních úloh

měli získávat nové vědomosti a dovednosti, zároveň opakovat, procvičovat dříve probrané učivo a vše postupně uvádět ve vědní systém daného předmětu. Ten by měl být žáků srozumitelný a přístupný. Učební úlohy by dále měly u žáků rozvíjet schopnost týmové spolupráce, dovednost pracovat s literaturou, volit vhodné metody práce, osvojovat si myšlenkové operace potřebné k řešení problémů a získávat osobní vlastnosti, zvláště cílevědomost, systematickosti, soustředěnost na práci, svědomitost, pomoc jednoho druhému atd. (Kalhous, & Obst et al., 2002, s. 328)

### – 2 – 2 – 2 Učební úloha ve fyzice

Podívejme se nyní na pojem *učební úloha* ve výuce fyziky. *Fyzikální úloha* je podle Janáse (1996, s. 44) „slovně formulovaný podnět k činnosti žáků vyjádřený textem úlohy“. Kašpar (1978, s. 245) pod pojmem fyzikální úloha rozumí „slovní formulaci učitelova podnětu k takové činnosti žáků, při níž žáci ze zadaných předpokladů a podmínek docházejí fyzikálními úvahami (řešením úlohy) k závěru, který úloha požaduje v otázce nebo příkazu“. Podle Kašpara (1978) každá fyzikální úloha po formálně logické stránce obsahuje předpoklady a podmínky, otázku nebo příkaz. Podle Fenclové (1984, s. 44) má učební úloha ve výuce dvojí význam: utvrzuje a rozvíjí vědomosti a myšlenkové dovednosti žáků; slouží jako prostředek zpětné vazby, umožňuje zjišťovat výsledky výuky. Fenclová zdůrazňuje, že učitel by měl při zadávání a řešení učebních úloh disponovat třemi dovednostmi: vybrat vhodnou úlohu ze sbírek, konstruovat dobrou aktuální úlohu a didakticky úlohu zpracovat.

Vedle učebních úloh se ve výuce fyziky setkáváme s laboratorními pracemi. Laboratorně-praktické úkoly (Volf, 1996, s. 24) umožňují spojení „hlavy a rukou“, samostatné použití studovaného zákona v praxi, získání přesvědčení o pravdivosti teoretických poznatků. Zejména úkoly výzkumného charakteru umožňují žákům samostatně řešit zadané problémy.

## Klasifikace fyzikálních úloh

Učební úlohy ve fyzice můžeme kategorizovat podle různých stanovisek. Asi nejznámější třídění učebních úloh, nejen ve fyzice, je na úlohy *kvalitativní* a *kvantitativní*. *Kvalitativní* (problémové, otázkové, logické) jsou úlohy, které vyžadují minimum výpočtů. Zpravidla se řeší bez použití matematicky vyjádřených fyzikálních zákonů, tedy bez matematických operací. V tomto typu úlohy je nějaký jev nebo soubor jevů pouze rozebírán a vysvětlován pomocí probíraných fyzikálních poznatků, zejména zákonů. Žáci při řešení užívají probraných poznatků k řešení nových problémů. *Kvantitativní* úlohy jsou takové, při jejichž řešení se užívá matematických operací. Hlavní část úlohy kvantitativní zabírají právě výpočty a výsledkem řešení je obvykle číselná hodnota hledané fyzikální veličiny. Přitom u aritmetických úloh se užívá jen numerických úkonů, algebraické úlohy se řeší algebraickými operacemi. Některé kvantitativní úlohy se řeší graficky, buď pomocí grafického znázornění závislostí, nebo konstruktivně.

My si zde ukážeme klasifikaci fyzikálních úloh podle Kašpara (1978), Janáse (1996) a Medkové (2013).

Fyzikální úlohy lze podle Kašpara (1978, s. 248–249) třídit podle velmi rozmanitých hledisek:

- a) podle formální povahy obsahu:
  - čistě kvantitativní (matematické), kvalitativně-quantitativní (smíšené), čistě kvalitativní (nematematické);
- b) podle věcného obsahu:
  - čistě fyzikální, výrobní, technické, smíšené;
  - monotematické (jednoduché), složité, komplexní;
- c) podle logické povahy:
  - analytické, syntetické, analyticko-syntetické;
- d) podle matematické povahy řešení:
  - aritmetické, algebraické, trigonometrické, exponenciální apod.;
  - grafické, konstruktivní, geometrické, náčrtové atd.,
- e) podle vnější formy řešení:
  - ústní z paměti, ústní se zápisem, písemné, testy, experimentální;
- f) podle metodického účelu:
  - opakovací, úvodní (motivační), výkladové, procvičovací, kontrolní neklasifikační, klasifikační, kombinované;
- g) podle formy zadání:
  - textové (početní, kvalitativní), grafické (početní, kvalitativní), experimentální.

Janás (1996, s. 45) klasifikuje fyzikální úlohy podle:

- a) formální povahy: kvantitativní (numerické; algebraické; geometrické; grafické); kvalitativní, problémové (s otázkou „Proč?“; pokus a úvaha);

- b) formy zadání: textové; obrazové; experimentální;
- c) logické povahy: analytické (vycházíme z hledané veličiny k obecnému řešení); syntetické (postupujeme od známého k neznámému).

Podle Medkové (2013, s 43–45) můžeme fyzikální úlohy třídit podle:

- a) fáze výuky: úlohy motivační, úlohy expoziční, úlohy fixační, úlohy diagnostické, úlohy aplikační;
- b) míry užití výpočtů při řešení úlohy: úlohy kvalitativní, úlohy kvantitativní;
- c) podle formy zadání: úlohy zadané číselně (numericky), úlohy zadané obecně (algebraické), úlohy zadané slovně, úlohy zadané graficky, úlohy zadané pomocí obrázku;
- d) podle způsobu řešení úlohy: úlohy vyžadující pouze slovní řešení, úlohy řešené užitím fyzikálních vztahů, úlohy řešené graficky, úlohy řešené experimentálně.

### Strategie řešení fyzikálních úloh

Nyní vyčleníme stádia a etapy *řešení učební úlohy* podle různých autorů. Razumovskij (cit. dle Volf, 1996, s. 22), významný ruský didaktik fyziky, uvažuje o míře osvojení učiva žáky: Nejprve žák ovládne učivo do té míry, že je schopen ho reprodukovat v té podobě, jak je získal. Ve druhém stádiu je žák schopen aplikovat učivo při řešení procvičovacích úloh, jejichž podmínky přímo naznačují, která pravidla nebo zákony je třeba při řešení použít. Nejvyšší stádium osvojení učiva znamená, že žák dokáže aplikovat své vědomosti při řešení tvůrčích úloh, jejichž podmínky nenaznačují (přímo ani nepřímo), jakých zákonů je nutno užít při řešení.

Obecný postup řešení *úlohy* Janás aplikuje na výuku fyziky, tedy na řešení *fyzikálních úloh*. Podle Janáse (1996, s. 46) se strategie řešení *fyzikálních úloh* skládá z deseti základních etap:

1. čtení textu (porozumění čtenému textu, pochopení fyzikálního obsahu úlohy);
2. zápis veličin (správné symbolické označení a převod do základních fyzikálních jednotek);
3. náčrt situace (náčrt či schéma);
4. fyzikální analýza situace (návrh postupu řešení);
5. obecné řešení úlohy (ve vyšších ročnících);
6. rozměrová zkouška (určení jednotky výsledku);
7. numerické řešení úlohy (odhad, zaokrouhlení výsledku);
8. konstrukce grafu (u grafických úloh je to základní etapa);

9. diskuze řešení;

10. odpověď.<sup>9</sup>

Podle Kašpara (1978, s. 246–247) patří řešení úloh mezi nejdůležitější didaktické prostředky ve vyučování fyzice. Řešení učebních úloh má podle něj význam pro samostatnou práci žáka (žák musí při řešení samostatně přemýšlet, musí používat znalosti z fyziky), pro žákovu kontrolu vlastní činnosti (žák má při řešení úloh možnost sám objektivně kontrolovat své znalosti), pro výcvik užití poznatků (žák nemá jen pasivně ovládat určitý systém poznatků, ale má je umět i použít), pro zvládnutí učiva (řešení úloh slouží k ujasnění a zpevnění vyložených poznatků, k jejich upevnění, prohloubení a rozšíření), pro rozvíjení fyzikálního myšlení (úlohy pomáhají objasnit obsah a rozsah fyzikálních pojmů, zejména veličin, ujasnit fyzikální závislosti a jejich fyzikální smysl), pro opakování a prohlubování učiva, pro konsolidaci fyzikálních poznatků (v úlohách kombinovaného obsahu se spojují poznatky z různých oddílů fyziky, a tím se sjednocují a zobecňují poznatky roztroušené), pro rozšíření vědomostí žáků, pro mentální rozvíjení žáků (řešení učebních úloh rozvíjí samostatnost v myšlení a v úsudku, důvtip, pomáhá odstraňovat formalismus; rozvíjí volní vlastnosti), pro učitelovu kontrolu vědomostí žáků, pro domácí přípravu žáků, pro ekonomickou výhodnost (úlohy početního typu jsou mnohem snáze realizovatelné ve škole i doma než laboratorní práce), jako úvod k výkladu nového učiva (často se užívá problémových úloh, předloženým problémem se vzbuzuje zájem žáků a je možno navázat i na dřívější poznatky žáků), jako prostředek k objasnění tématu při výkladu.

Řešení fyzikální úlohy plní podle Janáse (1996, s. 44) ve vyučování fyziky řadu funkcí. Tím, že se při řešení fyzikálních úloh provádí analýza fyzikálního a technického obsahu úlohy, že se deduktivně usuzuje a ověřuje výsledek, se rozvíjí fyzikální a logické myšlení vůbec.

Řešení fyzikálních úloh je podle Janáse (1996, s. 44) prostředkem k(e)

1. osvojování si fyzikálních poznatků a dovedností (žáci si mají ve vyučování osvojit určitý soubor vědomostí a dovedností a umět je použít k dalšímu studiu i v praktickém životě);
2. rozvíjení fyzikálního myšlení (napomáhá žákům hlouběji chápat fyzikální pojmy, jevy, zákony);
3. rozvíjení morálních vlastností (přesnost, důslednost, vytrvalost, houževnatost, snaha překonat obtíže);
4. aktivizaci žáků k samostatné činnosti (motivace, aktivizace);
5. kontrole vědomostí (prostředek kontroly, zpětná vazba).

---

<sup>9</sup> Toto je formální etapizace, která neplatí pro každý typ fyzikální úlohy. Etapy 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10 lze identifikovat ve všech učebních úlohách.

Přes rozmanitost obsahu i způsobu řešení úloh existují některé zásady, které jsou obecně platné pro řešení většiny úloh. Kašpar (1978, s. 249–252) uvádí obecné metodické zásady při řešení úloh, jsou to: soustavnost zadávání úloh (řešení úloh je ve vyučování fyzice jedním z neodmyslitelných a pravidelných způsobů práce ve škole i v domácí přípravě žáka), srozumitelnost (úloha musí být správně zadána co do obsahu i formulace), přiměřenost (úlohy musí být podněcujícím, nikoli odpuzujícím prostředkem, proto mají být pro většinu žáků zdatelné), stupňovaná náročnost (má se začínat úlohami kvalitativními, potom se řeší složitější kvantitativní úlohy, popř. experimentální, a nakonec se zařazují složité a kombinované úlohy), zajímavost (obsah úloh by se měl vázat na žákovo okolí, běžný život, školní prostředí, sport, nové objevy techniky, dopravu atd.), počet otázek v úloze (nesprávný numerický výpočet podle předchozí otázky nemá vést k neřešitelnosti podle otázek dalších), rychlost řešení úloh (uvážít, zda rychlost řešení není jen obrazem mechanické zběhlosti), vztah k výkladu (učitelova příprava úloh musí být v souladu s tím, jak důležité místo má řešení úloh ve vyučování), řešení z paměti (jednou z příležitostí k řešení úloh z paměti je procvičování nově odvozených vztahů, jednotek a zákonů), rozložení tematiky úloh (při probírání dalších témat se mají objevovat i úlohy s tematikou probranou v průběhu dřívější výuky nebo úlohy komplexní povahy, v nichž se objevují zákony probrané dříve), úlohy v domácí přípravě (řešení úloh je často jedinou vhodnou formou přípravy žáků, protože je účinné, účinnější než jen pouhé studium tématu podle učebnice), úlohy v kontrole vědomostí žáků (při volbě úloh, kterými chceme prověřovat znalosti žáků, je třeba uvážít cíl, který sledujeme), úlohy pro nadané žáky (těmto žákům se zadávají i úlohy obtížnější, které mohou tito žáci řešit dobrovolně).

Janás (1996, s. 46) ve své publikaci uvádí metodiku řešení fyzikálních úloh:

- a) Při probírání nového učiva nezačínat s řešením početních úloh, protože početní úlohy se pak jeví žákům jako hlavní a ztrácí se fyzikální podstata řešení. Začínat řešením problémových úloh.
- b) Úlohy volit postupně od jednoduchých problémových ke složitějším početním a kombinovat, příp. volit úlohy s neúplným textem (s neúplnými údaji).
- c) Podstatou řešení fyzikálních úloh nemají být matematické operace, ale fyzikální úvaha; číselné údaje proto vhodně zaokrouhlujeme.
- d) Každá úloha má určitým způsobem prohlubovat vědomosti.

### – 2 – 2 – 3 Učební úloha v matematice

Nyní se podíváme na pojem *učební úloha* ve výuce matematiky. V publikaci *Analýza řešení slovních úloh* (Novotná, 2000) nalezneme dvě definice pojmu učební úloha v matematice. Učební úloha je „v matematice cokoli, co vyžaduje být uděláno, nebo vyžaduje, aby něco bylo uděláno“ nebo „otázka ... která je komplikovaná nebo obtížná“ (Novotná, 2000, s. 7). Teorii učebních úloh se věnuje přehledová

práce od Fridmana (1977). Fridman vychází při definici učební úlohy z problémové situace. Jestliže se jedinec ve své činnosti střetává s určitou obtíží, překážkou, vzniká problémová situace. Po uvědomění si obtíže jedinec hledá způsob, jak obtíž odstranit. Navodíme-li takovou situaci záměrně, „uměle“, rodí se úloha.

Podle Fridmana každá úloha obsahuje čtyři základní složky:

předmětnou oblast (tj. objekty, o nichž se v úloze mluví), vztahy, které objekty navzájem spojují, požadavek, tj. instrukci o cíli, kterého je třeba dosáhnout, a operátor, tj. soubor operací, jež se mají vykonat s podmínkami úlohy, aby byl splněn její požadavek. Podmínky úlohy jsou tvořeny předmětnou oblastí a vztahy. (Novotná, 2000, s. 7)

Podle Blažkové a Matouškové (1998) matematická určovací úloha shrnuje obecné společné rysy takových úloh, jakými jsou např. řešení rovnic, nerovnic a jejich soustav; řešení geometrických konstrukčních úloh; výpočty měr útvarů; vyšetřování množin všech bodů s danou vlastností; hledání optimálních algoritmů; slovní úlohy s obsahem aritmetickým, algebraickým, geometrickým i nematematickým. Ve stručnosti jde v určovací úloze o nalezení, určení, výpočet, sestavení apod. všech matematických objektů nějakého druhu, které mají požadované vlastnosti.

Ve výuce matematiky mají nezastupitelné místo *slovní úlohy*, a to zejména z důvodu řešení situací z reálného života. Podle Odvárka (1995) „slovními úlohami rozumíme ve školské matematice takové úlohy, v jejichž zadání se vyskytují objekty, jevy a situace (se svými rozmanitými vlastnostmi a vztahy) z nejrůznějších mimomatematických oblastí“. Kuřina (1989, s. 61) slovní úlohu chápe jako „úlohu, kde je popsána určitá reálná situace a úkolem řešitele je určit odpovědi na položené úlohy“. V publikaci *Kapitoly z didaktiky matematiky* (Blažková, Matoušková, & Vaňurová, 2011) nalezneme tuto definici slovní úlohy. „Slovními úlohami rozumíme takové úlohy, ve kterých je souvislost mezi danými a hledanými údaji vyjádřena slovní formulací. Pomocí vhodných úvah zjišťujeme, jaké početní operace je třeba provést se zadanými údaji, abychom mohli odpovědět na otázku slovní úlohy“ (Blažková, Matoušková, & Vaňurová, 2011, s. 4).

## Klasifikace matematických úloh

Učební úlohy v matematice můžeme třídit podle různých kritérií a v literatuře nalezneme několik typologií matematických učebních úloh.

Pro nás nejzákladnější dělení matematických úloh je podle Novákové (2016, s. 13), která učební úlohy rozdělila podle charakteru objektů, o něž se v úloze jedná na úlohy „čistě matematické“ a úlohy slovní (kontextové, praktické, textové, námětové,...). V „čistě matematických“ úlohách vystupují pouze matematické výrazy vyjádřené adekvátní matematickou symbolikou. V zadání těchto úloh se vyskytují elementy matematického jazyka: čísla, konstanty, proměnné, aritmetické a algebraické výrazy, geometrická symbolika a podobně. Podle těchto elementů matematického jazyka můžeme tyto úlohy rozdělit dále na numerické

(aritmetické), geometrické a algebraické. Slovní úlohy jsou úlohy, jejichž předmětovou komponentu tvoří reálné objekty z nematematické oblasti, popisující skutečnou situaci přirozeným jazykem. Slovy jsou v nich vyjádřeny vztahy mezi podmínkami úlohy a otázkou, mezi danými a hledanými údaji.

Fridman (1984) třídí úlohy, které lze řešit pomocí matematického aparátu, podle:

- a) vztahu k teorii: úlohy standardní a nestandardní;
- b) povahy obsažených objektů: úlohy praktické (reálné) a matematické;
- c) charakteru požadavků na řešení: úlohy na zjištění hledaného, konstrukční (transformační) a důkazové.

Jirotková (2010) popisuje typologii úloh z hlediska didaktického a (meta)kognitivního. Z hlediska didaktických cílů lze podle Jirotkové (2010, s. 210–230) matematické úlohy zaměřené na žáka dělit na: výukové, diagnostické a reedukační. Cílem výukové úlohy je obohatit zkušenosti a znalosti žáka o další poznatky, rozvíjet jeho kognitivní a metakognitivní schopnosti. Tyto úlohy lze dále klasifikovat (Jirotková, 2010, s. 213–230) podle konkretizace cílů výuky na:

1. seznamovací (žák získává první zkušenosti s jistým pojmem, kde pojmem může být objekt, proces, vztah, schéma, situace, vlastnost);
2. objevné (žák vede k odhalení jistého objektu, procesu, vztahu, schématu, situaci, vlastnosti);
3. komunikační (vyvolávají komunikační problém a řešení lze rozložit do tří etap: porozumění úloze, proces řešení úlohy, formulování výsledku);
4. konstrukční (žák má najít konstrukci již známého objektu);
5. mapovací (žák hledá všechny objekty či procesy dané vlastnosti);
6. optimalizační (úkolem žáka je najít v jistém kontextu optimální prvek v souboru daných objektů, procesů, vztahů, vlastností);
7. vyhledávací (žák má najít prvek předepsaného typu v souboru objektů, procesů, vztahů, situací, vlastností);
8. revizní (žák proěřuje, zda daný objekt, proces, vztah, situace, vlastnost, soubor splňuje předepsané kritérium);
9. argumentační (úkolem žáka je zdůvodnit, nebo vyvrátit, zda daný objekt, proces, vztah, situace, vlastnost splňuje předepsaný požadavek);
10. na hledání strategie (jsou prostoupeny v každém typu úlohy, význam mají myšlenkové procesy, při nichž dochází ke změnám strategie);
11. nácvikové (žák upevňuje a případně i automatizuje již známé).

Slovní úlohy můžeme klasifikovat podle množství početních operací, které musíme při řešení použít, na: a) jednoduché slovní úlohy (k řešení stačí pouze jedna početní operace), b) složené slovní úlohy (k řešení je třeba více než jedna početní operace).

## Strategie řešení matematických úloh

Řešení úloh tvoří základ matematiky základní a střední školy. Řešit úlohu podle Polya (1962, s. 117) znamená „hledat vědomě nějaký vhodný postup, abychom obdrželi jasně koncipovaný cíl, který však nemusí být dosažitelný okamžitě“. Polyi (1966, s. 118) rozlišuje dva základní typy úloh: určovací úlohu, která má za cíl nalézt (zkonstruovat, vytvořit, rozpoznat, získat...) určitý objekt – neznámou problému, a důkazovou úlohu, která má za cíl rozhodnout, zda je určité tvrzení pravdivé nebo nepravdivé, a dokázat ho nebo vyvrátit.

Postup při řešení slovních úloh se člení na tři základní fáze (Blažková, Matoušková, & Vaňurová, 2011, s. 4):

- a) matematizace slovní úlohy;
- b) řešení matematické úlohy;
- c) konfrontace výsledku matematické úlohy se zadáním slovní úlohy.

Pokud bychom chtěli tyto základní fáze řešení slovní úlohy podrobněji rozčlenit, můžeme například takto (Blažková, Matoušková, & Vaňurová, 2011, s. 6–13):

- a) porozumění textu (přečtení zadání úlohy s porozuměním, žák musí pochopit, co je předmětem otázky a které údaje jsou zadány);
- b) rozbor – analýza podmínek ve vztahu k otázce úlohy (sledujeme zadané podmínky ve vztahu k otázce, tj. sledujeme, které údaje jsou zadány a které máme vypočítat);
- c) matematizace reálné situace vyjádřené textem úlohy (zapsání vztahů mezi zadanými a hledanými údaji pomocí matematických výrazů);
- d) provedení odhadu výsledku;
- e) řešení matematické úlohy (vyřešíme početní příklad, rovnici, nerovnici pomocí pamětných nebo písemných algoritmů);
- f) zkouška správnosti;
- g) odpověď na otázku slovní úlohy.

Podle Divíška a Buřila (1989, s. 125–139) se postup při řešení jednoduchých slovních úloh poněkud liší od postupu řešení složených slovních úloh. Řešení jednoduché slovní úlohy obvykle probíhá v těchto fázích: 1. rozbor úlohy (spočívá v dokonalém pochopení textu, ujasnění si toho, co známe, a toho, co máme vypočítat; v průběhu rozboru provádíme i její znázornění, např. grafické); 2. matematizace problému úlohy (žáci zapíší rovnici, nerovnici, početní příklad nebo načtnou graf); 3. řešení; 4. zkouška (měla by potvrdit jednak správnost numerickou, jednak správnost věcnou); 5. odpověď. Naproti tomu složené slovní úlohy mají při řešení dvě podstatné fáze. V první fázi si žák: a) uvědomí, jakým početním výkonem je třeba řešit hlavní problém úlohy zformulovaný v otázce a jaké k tomu potřebuje údaje; b) zformuje dílčí úlohy, kterými z údajů daných vypočítá údaje potřebné

pro hlavní úlohu. V druhé fázi žák: a) vyřeší potřebné dílčí úlohy, b) hlavní úlohu zformulovanou v otázce, c) provede kontrolu a vysloví odpověď.

Příčiny problémů při řešení slovních úloh jsou podle Blažkové (2010, s. 63–67): nepochopení textu zadání slovní úlohy, nezvládnutí rozboru slovních úloh (ujasnění si vztahu mezi hledanými a zadanými údaji, volba početních operací, matematizace reálné situace – přepis slovního zadání do matematického jazyka, grafické znázornění vztahů ve slovní úloze), chybný zápis příkladu (event. rovnice nebo soustavy rovnic), nevhodné řešení příkladu (mohou se objevit nedostatky vyplývající z problémů dyskalkuliků v oblasti provádění operací s reálnými čísly), nedostatečná odpověď (někteří žáci mají problémy odpovídat na otázku slovní úlohy, protože již např. zapomněli, jaká otázka byla formulována), neprovedení zkoušek správnosti. Obtíže s pochopením či nepochopením textu zadání slovní úlohy mohou být důsledkem: délky textu (příliš dlouhý text znesnadňuje pochopení), volby použitých termínů (některým použitým pojmům žáci nemusí rozumět), tematiky slovní úlohy (zda je pro žáky přitažlivá a srozumitelná), způsobu zadání číselných údajů (zda jsou uvedeny prostřednictvím čísel zapsaných číslicemi, např. 6 dětí, nebo prostřednictvím číslovek, např. šest dětí; některé číselné údaje mohou být nadbytečné a žáci se je snaží za každou cenu uplatnit), schopnosti koncentrovat se na daný text (čtení s porozuměním je dalším důležitým aspektem pro správné pochopení zadání slovní úlohy). Na pochopení textu zadání slovní úlohy mají u žáků vliv i specifické poruchy učení – zejména dyslexie (čtení textu bez porozumění) a dysgrafie (neschopnost zapsat potřebné údaje). „Zejména děti s dyslexií, ale i s dalšími poruchami mají problémy s přečtením celého textu, s porozuměním textu, se zvládnutím délky textu. Zpravidla nejsou schopny pochopit otázku úlohy v souvislosti se čteným zadáním a často odpovídají na otázku jinou, která nebyla v textu uvedena a třeba ani nesouvisí s řešením úlohy.“ (Blažková, 2009, s. 93)

## – 2 – 3 Uzdělávání žáků s poruchou matematických schopností

### – 2 – 3 – 1 Uzdělávání žáků podle platné legislativy

Legislativní rámec ve vzdělávání žáků s poruchou matematických schopností tvoří právní předpisy různé právní síly (od zákonů a vyhlášek po koncepce a metodiky MŠMT). Mezi nejdůležitější řadíme:

- a) **Zákon 561/2004 Sb.**, Školský zákon (§ 16 Podpora vzdělávání dětí, žáků a studentů se speciálními vzdělávacími potřebami; § 18 Individuální vzdělávací plán, § 19 Podpůrná opatření).
- b) **Vyhláška č. 73/2005 Sb.**, o vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami a žáků nadaných (§ 2 Podpůrná opatření, § 3 a § 4 Individuální vzdělávací plán žáka se speciálními vzdělávacími potřebami, § 5 Asistent pedagoga, § 10 Postup školy při poskytování podpůrných opatření prvního

stupně, § 11 a § 12 Postup před přiznáním podpůrných opatření druhého až pátého stupně, § 16 Postup při poskytování podpůrných opatření druhého až pátého stupně, § 17 Organizace vzdělávání žáků s přiznanými podpůrnými opatřeními, § 25 Počty žáků).

- c) **Kapitola č. 8 RVP PV**, Vzdělávání dětí se speciálními vzdělávacími potřebami (**8.1** Pojetí vzdělávání dětí s přiznanými podpůrnými opatřeními; **8.2** Systém péče o děti s přiznanými podpůrnými opatřeními v mateřské škole; **8.3** Podmínky vzdělávání dětí s přiznanými podpůrnými opatřeními).
- d) **Část D – kapitola č. 8 RVP ZV**, Vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami (**8.1** Pojetí vzdělávání žáků s přiznanými podpůrnými opatřeními; **8.2** Systém péče o žáky s přiznanými podpůrnými opatřeními ve škole; **8.3** Podmínky vzdělávání žáků s přiznanými podpůrnými opatřeními).

## – 2 – 3 – 2 Rámcový vzdělávací program

Rámcové vzdělávací programy představují hlavní kurikulární dokumenty. Tyto dokumenty vycházejí ze strategie vzdělávání, která zdůrazňuje klíčové kompetence, jejich provázanost se vzdělávacím obsahem a uplatnění získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě. Programy formulují očekávanou úroveň vzdělání stanovenou pro všechny absolventy jednotlivých etap vzdělávání.

Dítětem, žákem a studentem se speciálními vzdělávacími potřebami se rozumí osoba, která k naplnění svých vzdělávacích možností nebo k uplatnění nebo užívání svých práv na rovnoprávném základě s ostatními potřebuje poskytnutí podpůrných opatření (RVP ZV, 2017, s. 145). Podpůrná opatření se podle organizační, pedagogické a finanční náročnosti člení do pěti stupňů. Podpůrná opatření prvního stupně uplatňuje škola nebo školské zařízení i bez doporučení školského poradenského zařízení. Podpůrná opatření druhého až pátého stupně lze uplatnit pouze s doporučením školského poradenského zařízení. Škola nebo školské zařízení může místo doporučeného podpůrného opatření přijmout po projednání s příslušným školským poradenským zařízením a s předchozím písemným informovaným souhlasem zletilého žáka, studenta nebo zákonného zástupce dítěte nebo žáka jiné podpůrné opatření stejného stupně, pokud to neodporuje zájmu dítěte, žáka nebo studenta.

Minimální doporučenou úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření jsou upravené očekávané výstupy, které jsou obvykle na nižší úrovni než odpovídající očekávané výstupy daného vzdělávacího oboru. Tyto uvedené výstupy jsou vodítkem pro případné úpravy výstupů uvedených v ŠVP do individuálního vzdělávacího plánu (IVP) pro žáka na základě doporučení školského poradenského zařízení a žádosti zletilého žáka nebo zákonného zástupce žáka. Výstupy představují cílovou úroveň, kterou lze s využitím podpůrných opatření případně překročit.

Podle Rámcového vzdělávacího programu pro předškolní vzdělávání (RVP PV, 2017, s. 18, 20) by mělo dítě v předškolním věku postupně zvládat z předčíselných a číselných představ tyto dovednosti:

- Poznat některá písmena a číslice, popř. slova.
- Chápat základní číselné a matematické pojmy, elementární matematické souvislosti a podle potřeby je prakticky využívat (porovnávat, uspořádat a třídít soubory předmětů podle určitého pravidla, orientovat se v elementárním počtu cca do šesti, chápat číselnou řadu v rozsahu první desítky, poznat více, stejně, méně, první, poslední apod.).
- Chápat prostorové pojmy (vpravo, vlevo, dole, nahoře, uprostřed, za, pod, nad, u, vedle, mezi apod.), elementární časové pojmy (teď, dnes, včera, zítra, ráno, večer, jaro, léto, podzim, zima, rok), orientovat se v prostoru i v rovině, částečně se orientovat v čase.
- Řešit problémy, úkoly a situace, myslet kreativně, předkládat „nápady“.
- Nalézat nová řešení nebo řešení alternativní k běžným.
- Vyjadřovat svou představivost a fantazii ve tvořivých činnostech (konstruktivních, výtvarných, hudebních, pohybových či dramatických).

Na předškolní vzdělání a na výchovu v rodině navazuje základní vzdělávání. Toto vzdělávání je etapou, kterou povinně absolvuje celá populace žáků, a to ve dvou obsahově, organizačně a didakticky navazujících stupních. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání je rozdělen do jednotlivých vzdělávacích oblastí.

Vzdělávací oblast Matematika a její aplikace je rozdělena na čtyři tematické okruhy:

- Čísla a početní operace na prvním stupni, na který na druhém stupni navazuje tematický okruh Číslo a proměnná;
- Závislosti, vztahy a práce s daty;
- Geometrie v rovině a v prostoru;
- Nestandardní aplikační úlohy a problémy.

Po skončení základního vzdělávání by měl žák ovládat z matematiky tyto dovednosti (RVP ZV, 2017, s. 31–37):

Tabulka 2.11

Dovednosti po ZŠ – 1. stupeň<sup>10</sup>

<b>ČÍSLO A POČETNÍ OPERACE</b>	
<b>Očekávané výstupy – 1.období</b>	
<i>Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.</i>	
<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– používá přirozená čísla k modelování reálných situací, počítá předměty v daném souboru, vytváří soubory s daným počtem prvků</li> <li>– čte, zapisuje a porovnává přirozená čísla do 1000, užívá a zapisuje vztah rovnosti a nerovnosti</li> <li>– užívá lineární uspořádání; zobrazí číslo na číselné ose</li> <li>– provádí zpaměti jednoduché početní operace s přirozenými čísly</li> <li>– řeší a tvoří úlohy, ve kterých aplikuje a modeluje osvojené početní operace</li> </ul>	<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– porovnává množství a vytváří soubory prvků podle daných kritérií v oboru do 20</li> <li>– čte, píše a používá číslice v oboru do 20, numerace do 100</li> <li>– zná matematické operátory +, −, =, &lt;, &gt; a umí je zapsat</li> <li>– sčítá a odčítá s užitím názoru v oboru do 20</li> <li>– řeší jednoduché slovní úlohy na sčítání a odčítání v oboru do 20, umí rozklad čísel v oboru do 20</li> </ul>
<b>Očekávané výstupy – 2. období</b>	
<i>Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.</i>	
<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– využívá při pamětném i písemném počítání komutativnost a asociativnost sčítání a násobení</li> <li>– provádí písemné početní operace v oboru přirozených čísel</li> <li>– zaokrouhluje přirozená čísla, provádí odhady a kontroluje výsledky početních operací v oboru přirozených čísel</li> <li>– řeší a tvoří úlohy, ve kterých aplikuje osvojené početní operace v celém oboru přirozených čísel</li> <li>– modeluje a určí část celku, používá zápis ve formě zlomku</li> <li>– porovná, sčítá a odčítá zlomky se stejným jmenovatelem v oboru kladných čísel</li> <li>– přečte zápis desetinného čísla a vyznačí na číselné ose desetinné číslo dané hodnoty</li> <li>– porozumí významu znaku „−“ pro zápis celého záporného čísla a toto číslo vyznačí na číselné ose</li> </ul>	<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– čte, píše a porovnává čísla v oboru do 100 i na číselné ose, numerace do 1000</li> <li>– sčítá a odčítá zpaměti i písemně dvouciferná čísla</li> <li>– zvládne s názorem řady násobků čísel 2 až 10 do 100</li> <li>– zaokrouhluje čísla na desítky i na stovky s využitím ve slovních úlohách</li> <li>– tvoří a zapisuje příklady na násobení a dělení v oboru do 100</li> <li>– zapíše a řeší jednoduché slovní úlohy</li> <li>– rozeznává sudá a lichá čísla</li> <li>– používá kalkulaátor</li> </ul>

<sup>10</sup> V rámci 1. stupně je vzdělávací obsah členěn na 1. období (1. až 3. ročník) a 2. období (4. až 5. ročník).

Tabulka 2.11 (pokračování)

<b>ZÁVISLOSTI, VZTAHY A PRÁCE S DATY</b>	
<b>Očekávané výstupy – 1. období</b>	
<i>Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.</i>	
žák	žák
<ul style="list-style-type: none"> <li>– orientuje se v čase, provádí jednoduché převody jednotek času</li> <li>– popisuje jednoduché závislosti z praktického života</li> <li>– doplňuje tabulky, schémata, posloupnosti čísel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– modeluje jednoduché situace podle pokynů a s využitím pomůcek</li> <li>– doplňuje jednoduché tabulky, schémata a posloupnosti čísel v oboru do 20</li> <li>– zvládá orientaci v prostoru a používá výrazy vpravo, vlevo, pod, nad, před, za, nahoře, dole, vpředu, vzadu</li> <li>– uplatňuje matematické znalosti při manipulaci s drobnými mincemi</li> </ul>
<b>Očekávané výstupy – 2. období</b>	
<i>Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.</i>	
žák	žák
<ul style="list-style-type: none"> <li>– vyhledává, sbírá a třídí data</li> <li>– čte a sestavuje jednoduché tabulky a diagramy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vyhledá a roztřídí jednoduchá data (údaje, pojmy apod.) podle návodu</li> <li>– orientuje se a čte v jednoduché tabulce</li> <li>– určí čas s přesností na čtvrt hodiny, převádí jednotky času v běžných situacích</li> <li>– provádí jednoduché převody jednotek délky, hmotnosti a času</li> <li>– uplatňuje matematické znalosti při manipulaci s penězi</li> </ul>
<b>GEOMETRIE V ROVINĚ A V PROSTORU</b>	
<b>Očekávané výstupy – 1. období</b>	
<i>Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.</i>	
žák	žák
<ul style="list-style-type: none"> <li>– rozezná, pojmenuje, vymodeluje a popíše základní rovinné útvary a jednoduchá tělesa; nachází v realitě jejich reprezentaci</li> <li>– porovnává velikost útvarů, měří a odhaduje délku úsečky</li> <li>– rozezná a modeluje jednoduché souměrné útvary v rovině</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– pozná a pojmenuje základní geometrické tvary a umí je graficky znázornit</li> <li>– rozezná přímkou a úsečkou, narýsuje je a ví, jak se označují</li> <li>– používá pravítko</li> </ul>
<b>Očekávané výstupy – 2. období</b>	
<i>Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.</i>	
žák	žák
<ul style="list-style-type: none"> <li>– řeší jednoduché praktické slovní úlohy a problémy, jejichž řešení je do značné míry nezávislé na obvyklých postupech a algoritmech školské matematiky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– řeší jednoduché praktické slovní úlohy, jejichž řešení nemusí být závislé na matematických postupech</li> </ul>

Tabulka 2.12

Dovednosti po ZŠ –2. stupeň

<b>ČÍSLO A PROMĚNNÁ</b>	
<b>Očekávané výstupy</b>	
<i>Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.</i>	
<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– provádí početní operace v oboru celých a racionálních čísel; užívá ve výpočtech druhou mocninu a odmocninu</li> <li>– zaokrouhluje a provádí odhady s danou přesností, účelně využívá kalkulátor</li> <li>– modeluje a řeší situace s využitím dělitelnosti v oboru přirozených čísel</li> <li>– užívá různé způsoby kvantitativního vyjádření vztahu celek–část (přirozeným číslem, poměrem, zlomkem, desetinným číslem, procentem)</li> <li>– řeší modelováním a výpočtem situace vyjádřené poměrem; pracuje s měřítky map a plánů</li> <li>– řeší aplikační úlohy na procenta (i pro případ, že procentová část je větší než celek)</li> <li>– matematizuje jednoduché reálné situace s využitím proměnných; určí hodnotu výrazu, sčítá a násobí mnohočleny, provádí rozklad mnohočleny na součin pomocí vzorců a vytýkáním</li> <li>– formuluje a řeší reálnou situaci pomocí rovnic a jejich soustav</li> <li>– analyzuje a řeší jednoduché problémy, modeluje konkrétní situace, v nichž využívá matematický aparát v oboru celých a racionálních čísel</li> </ul>	<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– písemně sčítá, odčítá, násobí a dělí víceciferná čísla, dělí se zbytkem</li> <li>– pracuje se zlomky a smíšenými čísly, používá vyjádření vztahu celek–část (zlomek, desetinné číslo, procento)</li> <li>– čte desetinná čísla, zná jejich zápis a provádí s nimi základní početní operace</li> <li>– provádí odhad výsledku, zaokrouhluje čísla</li> <li>– píše, čte, porovnává a zaokrouhluje čísla v oboru do 1 000 000</li> <li>– používá měřítko mapy a plánu</li> <li>– řeší jednoduché úlohy na procenta</li> <li>– zvládá orientaci na číselné ose</li> </ul>
<b>ZÁVISLOSTI, VZTAHY A PRÁCE S DATY</b>	
<b>Očekávané výstupy</b>	
<i>Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.</i>	
<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vyhledává, vyhodnocuje a zpracovává data</li> <li>– porovnává soubory dat</li> <li>– určuje vztah přímé anebo nepřímé úměrnosti</li> <li>– vyjádří funkční vztah tabulkou, rovnicí, grafem</li> <li>– matematizuje jednoduché reálné situace s využitím funkčních vztahů</li> </ul>	<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vyhledává a třídí data</li> <li>– porovnává data</li> <li>– vypracuje jednoduchou tabulku</li> <li>– užívá a ovládá převody jednotek délky, hmotnosti, času, obsahu, objemu</li> <li>– zvládá početní úkony s penězi</li> </ul>

---

**GEOMETRIE V ROVINĚ A V PROSTORU**

---

**Očekávané výstupy**

*Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.*

<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zdůvodňuje a využívá polohové a metrické vlastnosti základních rovinných útvarů při řešení úloh a jednoduchých praktických problémů; využívá potřebnou matematickou symboliku</li> <li>– charakterizuje a třídí základní rovinné útvary</li> <li>– určuje velikost úhlu měřením a výpočtem</li> <li>– odhaduje a vypočítá obsah a obvod základních rovinných útvarů</li> <li>– využívá pojem množina všech bodů dané vlastnosti k charakteristice útvaru a k řešení polohových a nepolohových konstrukčních úloh</li> <li>– načrtne a sestrojí rovinné útvary</li> <li>– užívá k argumentaci a při výpočtech věty o shodnosti a podobnosti trojúhelníků</li> </ul>	<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vyznačuje, rýsuje a měří úhly, provádí jednoduché konstrukce</li> <li>– vypočítá obvod a obsah trojúhelníka, čtverce, obdélníka, kruhu</li> <li>– provádí jednoduché konstrukce</li> <li>– rozeznává a rýsuje základní rovinné útvary</li> <li>– sestrojí základní rovinné útvary ve středové a osové souměrnosti</li> <li>– vypočítá povrch a objem kvádrů, krychle a válce</li> <li>– sestrojí síť základních těles</li> <li>– načrtne základní tělesa</li> <li>– zobrazuje jednoduchá tělesa</li> <li>– odhaduje délku úsečky, určí délku lomené čáry, graficky sčítá a odčítá úsečky</li> </ul>
--	---

---

**GEOMETRIE V ROVINĚ A V PROSTORU**

---

**Očekávané výstupy**

*Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.*

<ul style="list-style-type: none"> <li>– načrtne a sestrojí obraz rovinného útvaru ve středové a osové souměrnosti, určí osově a středově souměrný útvar</li> <li>– určuje a charakterizuje základní prostorové útvary (tělesa), analyzuje jejich vlastnosti</li> <li>– odhaduje a vypočítá objem a povrch těles</li> <li>– načrtne a sestrojí síť základních těles</li> <li>– načrtne a sestrojí obraz jednoduchých těles v rovině</li> <li>– analyzuje a řeší aplikační geometrické úlohy s využitím osvojeného matematického aparátu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– umí zacházet s rýsovacími pomůckami a potřebami</li> <li>– používá technické písmo</li> <li>– čte a rozumí jednoduchým technickým výkresům</li> </ul>
--	--

---

**NESTANDARDNÍ APLIKAČNÍ ÚLOHY A PROBLÉMY**

---

**Očekávané výstupy**

*Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření.*

<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– užívá logickou úvahu a kombinační úsudek při řešení úloh a problémů a nalézá různá řešení předkládaných nebo zkoumaných situací</li> <li>– řeší úlohy na prostorovou představivost, aplikuje a kombinuje poznatky a dovednosti z různých tematických a vzdělávacích oblastí</li> </ul>	<p>žák</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– samostatně řeší praktické úlohy</li> <li>– hledá různá řešení předložených situací</li> <li>– aplikuje poznatky a dovednosti z jiných vzdělávacích oblastí</li> <li>– využívá prostředky výpočetní techniky při řešení úloh</li> </ul>
--	--

---

## – 2 – 4 Současný stav řešené problematiky

Specifická porucha počítání, dyskalkulie, představuje v současnosti již známou diagnózu speciální formy matematických obtíží. Výzkumy, které se v současné době zabývají touto problematikou, se zaměřují na aspekty pedagogické (Peard, 2010; Butterworth & Yeo, 2004), psychologické (Shalev, Auerbach, Manor, & Gross–Tsur, 2000; Auerbach, Gross–Tsur, Manor, & Shalev, 2008) či neurologické (Dehaene, Molko, Cohen, & Wilson, 2004; Butterworth & Laurillard, 2010). V českém prostředí je ale výzkumů v oblasti pedagogiky stále nedostatek. Kromě metodických doporučení týkajících se reedukace je zdůrazňován individuální přístup k žákovi, který je jedním z nejdůležitějších momentů práce s žákem s dyskalkulií.

V následujícím textu uvedeme některé výzkumy zabývající se touto problematikou. Pro přehlednost jsme rozčlenili kapitolu do dvou podkapitol, a to na studie zaměřené na poměrné zastoupení dyskalkulie v populaci a studie zabývající se příznaky a projevy dyskalkulie.

### – 2 – 4 – 1 Výzkumy zaměřené na zastoupení dyskalkulie v populaci

Ve studiích, které zde předkládáme, se zastoupení dyskalkulie odhaduje mezi 0,95–6,5 % populace. Odlišnosti v poměrném zastoupení dyskalkulie jsou převážně důsledkem používání různých definic vývojové dyskalkulie a různých kritérií pro diagnostiku této poruchy (Novák, 2004, s. 17). Na světě neexistuje jednotný diagnostický postup pro zjištění specifické poruchy počítání, proto se může lišit i poměrné zastoupení této poruchy v různých zemích. Z tohoto důvodu se dále zaměříme na výzkumy realizované u nás a v zahraničí. V České republice funguje jednotný postup pro diagnostiku dyskalkulie.

Košč (1972, s. 233) dle výzkumů prováděných v šedesátých a sedmdesátých letech dvacátého století v Československu považuje za odůvodněné počítat s výskytem dyskalkulie u 6–6,4 % obyvatelstva, přičemž asi u dvou třetin z nich se dyskalkulie kombinuje s jinými vývojovými poruchami. Na základě výzkumných dat od více než 2000 respondentů, zpracovaných pro účely diagnostiky matematických schopností v roce 2000, považuje Novák (2004, s. 17) výskyt dyskalkulií za reálný přibližně u 3 % dětské populace na území České republiky. Blažková (2010) provedla výzkumné šetření na 31 základních školách v Brně a dalších 37 základních školách v Jihomoravském kraji. Z celkového počtu 13180 zkoumaných žáků bylo uvedeno 2189 žáků se specifickými poruchami učení (16,6 %) a z toho 125 žáků s diagnostikovanou dyskalkulií (0,95 %). Zastoupení žáků s dyskalkulií ve skupině žáků se specifickými poruchami učení bylo 5,71 %.

V celých Spojených státech provedl Badian (1983) výzkum, který hodnotil výskyt početních potíží u 1476 žáků primárního a nižšího sekundárního vzdělávání (ISCED1 a ISCED2). Zjistil, že 6,4 % z těchto žáků má poruchu počítání (*arithmetic*

*learning disability*), a to buď specifickou poruchu učení (výskyt u 3,6 % žáků) nebo v kombinaci s poruchou čtení (výskyt u 2,7 % žáků). V této studii mělo problémy s počítáním a čtením více chlapců než dívek. V Německu bylo provedeno mnoho studií zabývajících se výskytem dyskalkulie. Klauer (1992) odhaduje výskyt dyskalkulie v Německu na 4,4 %, s mírně vyšším zastoupením dívek. V této studii bylo zkoumáno 5463 žáků třetích ročníků a bylo také zjištěno, že výskyt dyslexie u žáků (3,7% u tohoto výzkumu) je o něco menší než výskyt dyskalkulie. Ve dvou dalších studiích (1995, 1999), které obě testovaly téměř 200 studentů, byl zjištěn výskyt 6,6 % se stejným počtem chlapců a dívek. Von Aster a kol. (1997) ze Švýcarska odhadují výskyt dyskalkulie na 4,7%. Vzorek k této studii byl složen z 279 dětí 2. a 4. ročníků ve věku 8–10 let. V Anglii Luis, Hitch a Walker (1994) provedli studii na 1056 žácích. Z výzkumu vyplynulo, že 1,3 % má specifickou poruchu počítání, 2,3 % má specifickou poruchu počítání a čtení a největší skupinou byli žáci se specifickou poruchou čtení – 3,9%. Poměr chlapců a dívek s dyskalkulií byl téměř 1:1. Shalev (1996) sestavil výzkumný vzorek z žáků 5. ročníků v Izraeli (ve věku 10–11 let). Odhaduje výskyt dyskalkulie u žáků základních škol na 6,5%.

#### – 2 – 4 – 2 Empirické práce a výzkumné studie zaměřené na vzdělávání žáků s dyskalkulií

Košč (1972) popsal na základě faktorové analýzy strukturu matematických schopností. Autor se nejdříve zabíral faktorovou analýzou všeobecných rozumových schopností. Řešil otázku vztahu mezi úrovní všeobecných rozumových schopností a úrovní speciálních matematických schopností. Ukázalo se, že čím je dítě mladší, tím víc se u něho uplatňuje při řešení dokonce i neobvyklých úloh všeobecná rozumová schopnost, a že o specifičnosti matematických schopností můžeme mluvit v plném smyslu jen u dospělého. Do 8. až 9. roku života má všeobecná inteligence větší zásluhu na dobrých výsledcích v matematice než speciální matematické schopnosti. Ve struktuře matematických schopností je třeba rozlišovat tyto speciální faktory: všeobecný matematický faktor; číselné faktory; prostorové, vizuálně-percepční faktory; slovní faktory; faktory usuzování; školské faktory a další. Autor uskutečnil vlastní výzkum v oblasti matematických schopností u 375 žáků. Vyčlenil faktory u matematicky nadaných žáků (generální, paměťový, školský) a u matematicky nenadaných žáků (generální, paměťový, numerický, prostorový, rychlost vykonávání matematických operací, ovládání elementární matematiky). Košč poukazuje na to, že nejdůležitější roli u selhání v matematice hraje nesprávný systém a způsob výuky matematiky. Z hlediska závěrů svých výzkumů

však uvádí, že jedním z důvodů selhávání je samozřejmě i porucha matematických schopností.<sup>11</sup>

Chvalinová (2003) se věnovala speciální pedagogické intervenci u žáků s dyskalkulií v mladším školním věku. Pomocí anonymního dotazníkového šetření (u 251 učitelů 1. a 2. stupně základních škol v Praze a v Brně) se pokusila analyzovat nejčastější potíže žáků s dyskalkulií ve výuce a zaměřila se na možnosti jejich nápravy. Na 1. a 2. stupni základních škol zkoumala znalosti a postoje učitelů vůči dyskalkulii. Orientovala se také na aktuální potíže v systému péče o žáky s dyskalkulií na základních školách. Dotazník pokrýval 18 oblastí aktuálních problémů v systému péče o žáky s dyskalkulií. Výzkum prokázal, že pokud učitel informuje všechny žáky ve třídě o problematice dyskalkulie, má to pozitivní vliv na vztahy mezi žáky a akceptaci slovního hodnocení spolužáka s dyskalkulií. Přínosné bylo také výzkumné zjištění, že kvalifikace učitele ve speciální pedagogice pozitivně ovlivňuje připravenost žáka s dyskalkulií na další studium. Avšak na připravenost žáků s dyskalkulií na další studium nemají podle výsledků vliv podmínky vytvořené školou pro výuku těchto žáků. Nezájem rodičů těchto žáků je podle zjištění výzkumného šetření jedním ze základních problémů výuky žáků s dyskalkulií. Výzkum dále ukázal, že na většině základních škol je naprostý nedostatek speciálních pomůcek pro výuku žáků s dyskalkulií a že se učitelé potýkají s neinformovaností o problematice dyskalkulie.

Novák (2004) koncipoval strukturu jednotlivých metod, cvičení a pomůcek, které se zaměřují na reedukaci dyskalkulie především v učivu 1. stupně základní školy. Za svou praxi předložil nespočet úloh vhodných pro reedukaci dyskalkulie. Novák (2004) uvedl i obecnější náhled na klasifikaci dyskalkulie, jelikož narušení matematických schopností má mnoho nejrůznějších příčin a projevů. Vychází z praktických zkušeností, které načerpal v diagnostické a nápravné oblasti za více než dvacet let.

Blažková se zaměřuje na typické chyby a problémy žáků s dyskalkulií a jejich následnou reedukaci. Ve své publikaci týkající se dyskalkulie (Blažková, 2010) se věnuje také slovním úlohám a problematice jejich řešení. Uvádí, že proces řešení slovních úloh bývá často pro žáky s poruchami učení úkolem stěží řešitelným. Příčiny problémů při řešení slovních úloh jsou podle Blažkové (2010, s. 63–67): nepochopení textu zadání slovní úlohy (zde hraje roli délka textu, volba použitých termínů, tematika slovní úlohy, způsob zadání číselných údajů, vliv dalších specifických poruch učení, schopnost koncentrace na daný text); neovládání rozboru slovních úloh; chybný zápis příkladu (event. rovnice nebo soustavy rovnic); nevhodné řešení příkladu; nedostatečná odpověď; neprovedení zkoušek správnosti. Uvádí také reedukační přístupy uplatňované při řešení slovních úloh. Po dlouholeté

---

<sup>11</sup> Autor se ve svých publikacích (Košč 1971/72, 1972) zabývá také správnou diagnostikou dyskalkulie, všeobecnými principy korekce či spoluprací s rodiči dětí s dyskalkulií.

práci s dětmi dospěla ke třídění vývojové dyskalkulie podle matematického obsahu.<sup>12</sup> Zabývá se především reedukací dyskalkulie na 1. a 2. stupni základní školy. Své poznatky čerpá z případových studií, kterých během let provedla několik.

Chinn (2012) se ve svých publikacích věnuje problematice vzdělávání žáků se specifickými poruchami učení v matematice. Zkušenosti v této oblasti získal vzděláváním a výzkumem žáků ve speciálních i běžných třídách. V metodologické části práce jsme se nechali inspirovat jednou z jeho posledních publikací a použili jeho didaktický test (Chinn, 2012, s. 84–87). Tento normovaný test jsme využili k výzkumu úrovně osvojených dovedností v matematice u žáků s vývojovou dyskalkulií. Test autor sestavil zejména za účelem nalezení postupů při řešení jednoduchých matematických úloh. Každou položku<sup>13</sup> vybíral autor účelně tak, aby nám mohla ukázat proces řešení matematické úlohy a případně poukázala na odlišnosti v procesu řešení u jednotlivých žáků. Tento matematický test byl testován na více než 2500 žácích, studentech a dospělých napříč Velkou Británií. Z tohoto počtu bylo 1783 žáků a studentů ve věku 7–15 let. Výsledky didaktického testu autor prezentuje pomocí tabulek (Chinn, 2012, s. 92–95), které obsahují aritmetický průměr a směrodatnou odchylku a percentily u jednotlivých skupin žáků, studentů a dospělých. Nejlepších výsledků dosahovala skupina lidí ve věku 50–59 let. Autor v publikaci uvádí i nejčastější špatné výsledky u jednotlivých úloh a prezentuje zajímavé způsoby počítání u některých žáků.

Další autoři věnující se problematice dyskalkulie u nás jsou např. Pokorná (1994), Kumorovitzová (1994), Treuová (1995) nebo Zelinková (2009) a ve světě např. Grissemann (1996), Krüll (2000), Metzler (2002), Gaidoschik (2003), Ebhardt (2005), Hendrik (2006) nebo Butterworth (2007).

---

<sup>12</sup> Klasifikace je zaměřena na oblasti učiva, ve kterých se projevují problémy dětí vzhledem k matematickému učivu. Pochopení a zvládnutí jedné oblasti je nezbytným předpokladem k pochopení a zvládnutí oblasti další. Jde zejména o tyto oblasti: vytváření pojmu čísla; čtení a zápis čísel; operace s čísly; slovní úlohy; geometrická a prostorová představivost; početní geometrie; jednotky měr (Blažková, 2009, s. 17–18).

<sup>13</sup> Autor ve své publikaci (Chinn, 2012, s. 75–83) zdůvodňuje výběr každé matematické úlohy. Celkem didaktický test obsahoval 44 úloh.

## – 3 – 1 Výzkumné studie

## – 3 – 1 – 1 Úvchodiska úzkumu

Hlavní výzkum publikace vycházel ze závěrů, které jsme získali z pilotních výzkumů. V této části monografie popisujeme pilotní výzkumy, jejich metodiku a výsledky, které nám posloužily k vytvoření designu hlavního výzkumu.

V roce 2007/2008 jsme provedli mapování na 11 základních a 11 středních školách v Brně (Široká, 2008). Tři základní školy z celkového počtu dotazovaných základních škol měly speciální třídy pro žáky se specifickými poruchami učení. Ze středních škol převládaly integrované střední školy. Výběr škol byl náhodný a bylo využito 25 škol, které byly ochotny poskytnout informace (jednalo se o všechny oslovené školy). Zaměřili jsme se na žáky základních (1. a 2. stupně) a středních škol. Pomocí dotazníkového šetření jsme zkoumali četnost žáků s dyskalkulií na základních a středních školách. Cílem mapování bylo získat alespoň orientační údaje o poměrném zastoupení žáků se specifickými poruchami učení na základních a středních školách a o poměrném zastoupení žáků s dyskalkulií na základních a středních školách. Zajímal nás především počet všech žáků na školách, počet žáků se specifickou poruchou učení a počet žáků s dyskalkulií. Statistický soubor měl rozsah 4260 respondentů z brněnských základních škol (1. a 2. stupeň) a 7470 respondentů z brněnských středních škol (tabulka 3.1 a 3.2).

Tabulka 3.1

*Počet žáků se specifickou poruchou učení a s dyskalkulií na školách*

	<b>Celkový počet žáků na školách</b>	<b>Celkový počet žáků se specifickou poruchou učení</b>	<b>Celkový počet žáků s dyskalkulií</b>
Základní škola	4 260	965	<b>111</b>
Střední škola	7 470	720	<b>90</b>
Celkem	11 730	1 685	<b>201</b>

Tabulka 3.2

*Zastoupení žáků se specifickou poruchou učení a s dyskalkulií na školách*

	<b>Zastoupení žáků se specifickou poruchou učení z celkového počtu žáků</b>	<b>Zastoupení žáků s dyskalkulií z celkového počtu žáků</b>	<b>Zastoupení žáků s dyskalkulií z celkového počtu žáků se specifickou poruchou učení</b>
Základní škola	22,65 %	2,61 %	11,50 %
Střední škola	9,64 %	1,20 %	12,50 %
Celkem	14,36 %	1,71 %	11,93 %

Dále jsme zjistili, že téměř u všech žáků s dyskalkulií se vyskytují i další poruchy učení. Na základních školách převládaly tyto specifické poruchy učení, které jsme vypsalí v pořadí od nejvíce se vyskytující po nejméně: dysortografie, dyslexie, dysgrafie. V našem mapování se zastoupení dyskalkulie na základních a středních školách pohybovalo okolo 1,71 %. Ve studiích, které jsme prezentovali v kapitole 4.1, se zastoupení dyskalkulie odhaduje mezi 0,95–6,5 % populace.

Údaj o zastoupení dyskalkulie na základních a středních školách v Brně pro nás byl prvotní a velmi důležitý pro vytvoření výzkumného designu disertační práce. Hlavní výzkumné otázky pilotních výzkumů byly: odhalit, s jakými problémy a obtížemi se žáci s dyskalkulií setkávají během výuky (pilotní výzkum 1); určit, jaké učivo dělá žákům s dyskalkulií největší obtíže (pilotní výzkum 2); vymezit etapy řešení učebních úloh, které jsou pro žáka s dyskalkulií nejproblémovější (pilotní výzkum 3); stanovit typické chyby žáků s dyskalkulií při řešení učebních úloh (pilotní výzkum 4).

První pilotní výzkum vycházel ze spolupráce se studentem s dyskalkulií. Honzu autorka práce doučovala od sedmého ročníku na základní škole do čtvrtého ročníku na střední škole (tzn. sedm let). Ve třetím ročníku základní školy u něj byla diagnostikována dyskalkulie, dysortografie a obtíže dyslektického charakteru. Vzhledem k uvedeným obtížím nejen matematického zaměření Honzova maminka zajistila speciální pedagogickou péči pod vedením speciální pedagožky. Na konci třetího ročníku ZŠ požádala maminka o kontrolní vyšetření SVPU. Z vyšetření plynulo: „V matematice má oproti minulému vyšetření rozšířenu většinu vědomostí a dovedností. Tento pokrok nastal však díky mechanickému učení a opakování. Matematické schopnosti zůstávají i nadále oslabeny.“ Ve čtvrtém ročníku byl Honza vzhledem k závažnosti obtíží přeřazen do dyslektické třídy na jinou ZŠ, kterou navštěvoval do šestého ročníku. Od sedmého ročníku začal opět navštěvovat svou kmenovou základní školu. Na konci devátého ročníku Honza úspěšně zvládl přijímací řízení na střední školu. Rodina i on sám věděli, že bude mít i následující čtyři roky matematiku. Honza však v ostatních předmětech dosahoval velmi dobrých výsledků, a tak se rozhodl s matematikou „poprat“. Po úspěšném složení maturity byl přijat na vysokou školu (humanitní obor), kterou dálkově studuje třetím

rokem a dosahuje na ní velmi dobrých výsledků. Vznik charakteristických chyb, problémů a obtíží v matematice nám obecně více objasní zprávy z pedagogicko-psychologické poradny, kterou navštívil v průběhu deseti let pětkrát. Závěry, které zde byly uvedeny, jsme podrobili analýze a prezentujeme je dále v bodech.

Obecné závěry z prvního pilotního šetření nám objasní charakteristické obtíže žáka s dyskalkulií. Ukazují se následující obtíže:

- zvyšuje se neklid v úkolech zaměřených na matematické schopnosti, poměrně rychle nastupuje únava;
- jsou oslabeny operační faktory, téměř při všech výpočtech nutná opora o prsty;
- je oslabena schopnost vnímání a zapamatování si prostorových vztahů;
- je oslabena schopnost manipulace s prostorem;
- je oslabena optická diferenciací (chybné čtení číslic a matematických znamének);
- žák označuje chybně obrazy čísel na číselné ose;
- objevují se problémy u porovnávání zlomků, při porovnávání čísel jsou patrné inverze;
- při počítání upřednostňuje nižší číselné operace před vyššími (počítá po jedné, místo násobení opakovaně sčítá apod.);
- zapisování čísel do sloupců pod sebe je problematické vzhledem k potížím v grafomotorice, orientaci v prostoru a ztížené orientaci v prostorových vztazích, text je pak pro žáka nepřehledný;
- je oslabeno vnímání číselných řad, vážne zápis delších čísel, poziční hodnota číslice v čísle je nejistá;
- obtížně aplikuje násobení a dělení;
- žák selhává v sériových číselných operacích.

Druhý pilotní výzkum proběhl ve školním roce 2007/2008. Byl prováděn anonymně pomocí dotazníků, které vyplňovali učitelé matematiky. Oslovili jsme 30 učitelů brněnských základních škol (zúčastnili se nejčastěji učitelé ve věku 20–30 let) a 34 učitelů brněnských středních škol (zúčastnili se nejčastěji učitelé ve věku 31–50 let). Výběr učitelů byl náhodný, oslovení byli učitelé, kteří byli ochotni poskytnout informace a kteří se ve své praxi setkali s žáky s dyskalkulií. Učitelé byli ze škol, u kterých jsme ve stejném školním roce zjišťovali zastoupení dyskalkulie u žáků na základních a středních školách. Dotazník byl rozdělen na dvě části, první část se zabývala informovaností učitele o problematice dyskalkulie (3 otevřené otázky) a druhá se věnovala metodám práce učitele s dyskalkulí (7 otevřených otázek). Pro doplnění informací o učiteli byla uvedena jedna uzavřená otázka (zjišťovala délku praxe učitele). Cílem výzkumu bylo zjistit: 1. informovanost učitelů matematiky o této problematice; 2. metody práce učitelů matematiky se žáky s dyskalkulií; 3. způsoby úpravy podmínek ve výuce

matematiky pro tyto žáky; 4. učivo, které je podle tázaných učitelů pro dyskalkuliky nejproblémovější, které jim naopak nedělá žádné problémy a které jim učitelé vzhledem k jejich poruše vysvětlují pouze orientačně; 5. míru spolupráce s rodiči těchto žáků. Abychom naplnili hlavní cíl tohoto pilotního výzkumu, tj. stanovení problémového učiva v matematice u žáků s dyskalkulií, uvádíme zde výsledky pouze z jedné části tohoto dotazníkového šetření. Tato část obsahovala 2 otevřené otázky. Odpovědi jsme roztrídili podle jednoduchého kategoriálního systému, a to na učivo nejproblémovější a učivo nejméně problémové.

Z výzkumu vyplývá, že žákům s dyskalkulií na základních školách dělají podle dotazovaných učitelů největší problém slovní úlohy, numerické počty (sčítání, odčítání, násobení, dělení), prostorová představivost a orientace. Jako nejméně problémovou oblast učitelé uvádějí mechanické počítání a postupy. Sedm z dotazovaných učitelů vysvětluje žákům s dyskalkulií složité slovní úlohy pouze orientačně. Dále uvádějí, že studenti řeší pouze jednodušší příklady; u učiva, které je časově náročnější, vybírají jen základní učivo. Na středních školách dělají žákům s dyskalkulií (podle dotazovaných učitelů) největší problémy algebraické výrazy a jejich úpravy, numerické počítání a početní operace. Jako nejméně problémovou uvádějí oblast geometrie. Větší část učitelů uvádí, že pouze orientačně vysvětlují téměř veškeré učivo nebo kvůli malé časové dotaci matematiky vysvětlují dyskalkulikům stejné učivo jako ostatním žákům. Jen málo učitelů uvedlo konkrétní učivo, které vysvětlují pouze orientačně. Jako konkrétní učivo uvedli binomickou větu, konstrukční úlohy, množinu všech bodů dané vlastnosti, tělesa a funkce.

Třetí pilotní výzkum, zaměřený na řešení laboratorních úloh, byl realizován v roce 2011 (Trna, Makydová, & Pavlíčková, 2011). V dotazníkovém šetření jsme se zaměřili na učitele fyziky a chemie, kteří vyučují žáky se specifickými poruchami učení (SPU) v běžných třídách základních škol nebo ve speciálních třídách pro žáky se SPU. Výzkum se zaměřoval především na počítačovou gramotnost učitelů; využití informačních a komunikačních technologií ve výuce žáků se specifickými poruchami učení; na řešení fyzikálních úloh žáky se SPU a na provádění a vyhodnocování laboratorních prací žáky s dyskalkulií. Dotazník obsahoval 22 uzavřených otázek a 2 otevřené otázky. Výzkumné sondy se účastnil reprezentativní vzorek 18 učitelů základních škol z města Brna. V pilotním výzkumu chceme určit, která SPU má největší vliv při řešení laboratorních učebních úloh a které etapy řešení laboratorních učebních úloh jsou pro žáky s dyskalkulií nejvíce problematické, proto zde uvedeme výsledky jen jedné části výzkumu. Tato výzkumná část obsahovala 1 polootevřenou otázku a 1 uzavřenou otázku. První otázka měla za cíl odhalit specifickou poruchu učení, která má podle respondentů největší vliv na řešení laboratorní práce. Druhá otázka měla za úkol zjistit, která část laboratorní práce je pro žáky s dyskalkulií podle dotazovaných nejvíce problematická. Otázka byla formulována na základě rešerše literatury zabývající se etapami řešení učebních úloh. Etapu řešení laboratorní práce jsme rozdělili na jedenáct částí a pomocí čtyřstupňové škály zjišťovali míru souhlasu učitelů s uvedenými výroky.

Podle většiny učitelů mají nejvíce potíží s laboratorní učební úlohou žáci s dyskalkulií. Mezi nejobtížnější etapy řešení úloh patří podle učitelů numerické řešení úlohy (výpočet, odhad, zaokrouhlení výsledku), obecné řešení laboratorní učební úlohy (vyjádření neznámé veličiny ze vzorce), převody jednotek a určení jednotky výsledku řešení úlohy.

Čtvrtý pilotní výzkum jsme uskutečnili v roce 2011 (Makydová & Pavlíčková, 2012). Základní soubor tvořili žáci 8. ročníků brněnských a kolínských základních škol. Celkem se pilotního výzkumu účastnilo 57 žáků, z toho 21 žáků, u nichž nebyla diagnostikována žádná specifická porucha učení. U žáků se specifickými poruchami učení (36 žáků) převládala dyslexie kombinovaná s dysgrafií (20 žáků). Pouze dyslexie se vyskytovala u 5 žáků, dysgrafie u 6 žáků. Dyskalkulie se vyskytla zřídka, avšak vždy s kombinací s další specifickou poruchou. Těchto žáků bylo 5. Výzkumné otázky byly sestaveny na základě rešerše literatury o specifických poruchách učení a výzkumné sondy, která se zaměřovala na metody práce s žáky se SPU vycházející z praxe učitelů. Zajímalo nás především, v jaké etapě řešení fyzikálních úloh dochází nejčastěji k chybám u žáků s dyslexií, dysgrafií a dyskalkulií v porovnání se žáky bez specifických poruch učení. Stanovili jsme si tyto výzkumné otázky: 1. Ve které etapě řešení fyzikálních úloh dochází nejčastěji k chybám u žáků s dyslexií, dysgrafií a dyskalkulií v porovnání se žáky bez specifických poruch učení? 2. Jaké jsou odlišnosti při řešení fyzikálních úloh běžným žákem a žákem s poruchou učení. Při pilotáži bylo použito testování. K sestavení didaktického testu bylo využito didaktického materiálu (Bohuněk, 2000). Didaktický test se skládal z kvalitativních (test A) a kvantitativních (test B) fyzikálních úloh a byl sestaven k tematickému celku mechanická energie.

Vyhodnocení testů čtvrtého výzkumu je shrnuto v následujících dvou tabulkách (tabulka 3.3 a 3.4). Žáci třídy 8.A tvoří kontrolní vzorek žáků bez poruchy učení. Kvalitativní test A obsahoval pět otázek, v tabulce jsou zaznamenány počty žáků, kteří správně odpověděli na daný počet otázek. Poslední sloupec obsahuje průměrný počet správných odpovědí. Kvantitativní test B se skládal ze šesti úloh, jejichž náročnost se postupně zvyšovala. Obsahoval příklady na výpočet mechanické práce, výkonu a potenciální energie.

**Tabulka 3.3**

*Test A: Počty správně zodpovězených otázek*

	1	2	3	4	5	Průměr
třída 8.A	2	2	5	9	3	3,4
třída 8.B	0	3	6	1	1	3,0
třída 8.C	1	4	2	1	1	2,7
třída 8.D	0	3	5	2	0	2,9

Tabulka 3.4

Test B: Počty správně vyřešených úloh

	0	1	2	3	4	5	6	Průměr
třída 8.A	3	1	5	1	6	2	3	3,1
třída 8.B	4	2	3	1	1	0	0	1,4
třída 8.C	5	3	1	0	0	0	0	0,6
třída 8.D	9	1	0	0	0	0	0	0,1

Ve třídě 8.B jsou žákům poskytnuty různé kompenzační pomůcky jako kalkulátor, přehledy veličin, fyzikálních vztahů apod. V době testování však žáci neměli svoje přehledy k dispozici. V 8.C a 8.D žáci tyto pomůcky používat při písemných pracích nemohou. Během didaktického testu tedy nikdo žádné pomůcky nepoužíval.

Z počtů správných odpovědí vyplývá, že žáci s kompenzačními pomůckami dosahují lepších výsledků.

Pro zodpovězení výzkumné otázky 1 byl sestaven kategoriální systém třídění, který vychází z jednotlivých etap řešení fyzikálních úloh. Kategorie jsou:

- symbolické označení jednotlivých veličin (v tabulce 3.5 je procentuální vyjádření počtu žáků, kteří v zápisu úlohy uvedli alespoň dvě značky chybně);
- převod do SI (v úlohách bylo nutné převést čtyři hodnoty do soustavy SI; v tabulce jsou žáci, kteří alespoň dvě převedli chybně nebo špatně převedli výsledek na větší jednotku);
- fyzikální vztah (žáci, kteří alespoň ve dvou úlohách použili špatný vztah nebo špatně vyjádřili neznámou);
- odpověď (do výsledků jsme zahrnuli pouze nesmyslné odpovědi, které naznačují, že žák nepochopil zadání).

Tabulka 3.5

Selhávání žáků v jednotlivých etapách řešení fyzikálních úloh ( $n = 57$ )

	Žáci s poruchou	Žáci bez poruchy
1. chybné označení fyzikálních veličin	61 %	10 %
2. chyba v převodu jednotek do SI	72 %	33 %
3. chybný fyzikální vztah	25 %	19 %
4. nesmyslná odpověď	25 %	0 %

Z tabulky 3.5 vyplývá, že největším problémem jsou pro žáky s poruchou učení převody fyzikálních jednotek. Druhé nejčastější chyby se žáci se SPU dopouští při označení veličin. Procentuální výsledky uvedení chybného vztahu a zapsání

nesmyslné odpovědi jsou nízké především proto, že velké množství žáků s poruchou učení se k této fázi řešení úlohy nedostalo.

Výsledky vztahující se k výzkumné otázce 2 vycházejí z vyhodnocení testu B. Při vyhodnocování testu B se ukázaly odlišné postupy v řešení kvantitativních fyzikálních úloh u žáků s poruchou učení a u žáků bez této poruchy:

- řešení úlohy často začínají žáci s SPU zápisem fyzikálního vztahu, poté dosazují číselné údaje;
- hodnoty a zápis fyzikálních veličin doplňují až na vyžádání učitelem;
- hmotnost tělesa zapisují rovnu tíhové síle (např.  $m = 200 \text{ kg} = 2000 \text{ N}$ );
- pokud neznají potřebný fyzikální vztah, vynásobí (nebo vydělí) čísla ze zadání příkladu;
- při provádění podílu na kalkulačce zaměňují dělence a dělitele (např.  $10 : 31 = 31 : 10$ );
- nepoužívají vyjadřování neznámé ze vzorců;
- jednotka často není součástí výsledku ani odpovědi;
- odpovědi většinou neuvádí vůbec.

Z pilotních výzkumů vyplývá, že nejvíce potíží s řešením laboratorní úlohy mají žáci s dyskalkulií; nejproblémovější učivo pro žáky s dyskalkulií v matematice jsou slovní úlohy a mezi nejobtížnější etapy řešení úloh žáky s dyskalkulií patří numerické řešení úlohy (výpočet, odhad, zaokrouhlení výsledku), obecné řešení laboratorní učební úlohy (vyjádření neznámé veličiny ze vzorce), převody jednotek a určení jednotky výsledku řešení úlohy.

Z těchto zjištění vyplývá nutnost zabývat se procesem řešení učebních úloh žáky s dyskalkulií nejen v matematice, ale i ve fyzice. Pro učitele matematiky i fyziky bude v praxi přínosné zjištění, na kterou etapu v řešení učební úlohy se mají více zaměřit a která je pro žáky s dyskalkulií nejproblematictější. Na tuto problematiku jsme v této publikaci zaměřili hlavní výzkumné studie II a III. Dále jsme z pilotních výzkumů shledali za přínosné věnovat se jednotlivým případům, jelikož detailní studium případů nám umožní porozumět složitým pedagogickým a sociálním jevům u žáků s dyskalkulií. Případovým studiím jsme v této publikaci věnovali výzkumnou studii I. Z těchto závěrů jsme dospěli k vyslovení hlavního cíle výzkumu, který prezentujeme v další kapitole.

### – 3 – 1 – 2 Výzkumný soubor

Základní soubor pro tři prezentované výzkumné studie tvořili žáci 9. ročníků základních škol. Výběrový soubor byl sestaven dostupným výběrem ze 13 tříd, 11 tříd bylo běžných s žádnou specializací a 2 třídy specializované na výuku žáku se specifickými poruchami učení, tzv. dyslektické třídy. Celkem se výzkumu

zúčastnilo 243 žáků. Pro lepší přehlednost udáváme tabulku 3.6 s počtem žáků účastnících se jednotlivých studií.

Tabulka 3.6  
Charakteristika výzkumného souboru

Škola	Počet žáků účastnících se studie		
	pouze II.	pouze III.	II. a III. dohromady
1. Běžná základní škola	3	6	56
2. Běžná základní škola	0	0	22
3. Běžná základní škola	4	4	25
4. Základní škola s dyslektickými třídami	4	9	22
	0	0	11
5. Základní škola s dyslektickými třídami	1	1	14
	0	1	14
6. Běžná základní škola	0	12	18
7. Běžná základní škola	0	0	16
<b>Celkem</b>	<b>12</b>	<b>33</b>	<b>198</b>

### – 3 – 1 – 3 Cíle výzkumu

Hlavním cílem námi provedeného výzkumu je analyzovat poruchy matematických schopností žáků s dyskalkulií a určit jejich vliv na řešení učebních úloh ve fyzice a v matematice.

Pro naplnění tohoto hlavního cíle práce jsme vytvořili 10 základních cílů našeho výzkumu:

#### Výzkumná studie I

##### Cíl 1:

Analyzovat možné příčiny poruch matematických schopností žáků s dyskalkulií.

##### Cíl 2:

Popsat projevy a vývoj matematických obtíží u žáků s dyskalkulií.

##### Cíl 3:

Zjistit, jaké deficity dílčích funkcí matematické funkce se objevují u žáků s dyskalkulií.

## Výzkumná studie II

### **Cíl 4:**

Stanovit, jaká je úroveň dovednosti řešit učební úlohu ve fyzice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie.

### **Cíl 5:**

Zjistit, jaké typy úloh ve fyzice jsou pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější a stanovit typické chyby u žáků s dyskalkulií.

### **Cíl 6:**

Určit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi úrovní dovedností řešit učební úlohu ve fyzice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie.

### **Cíl 7:**

Posoudit, které kategorie etap řešení učební úlohy ve fyzice jsou pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější.

## Výzkumná studie III

### **Cíl 8:**

Stanovit, jaká je úroveň dovednosti řešit učební úlohu v matematice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie.

### **Cíl 9:**

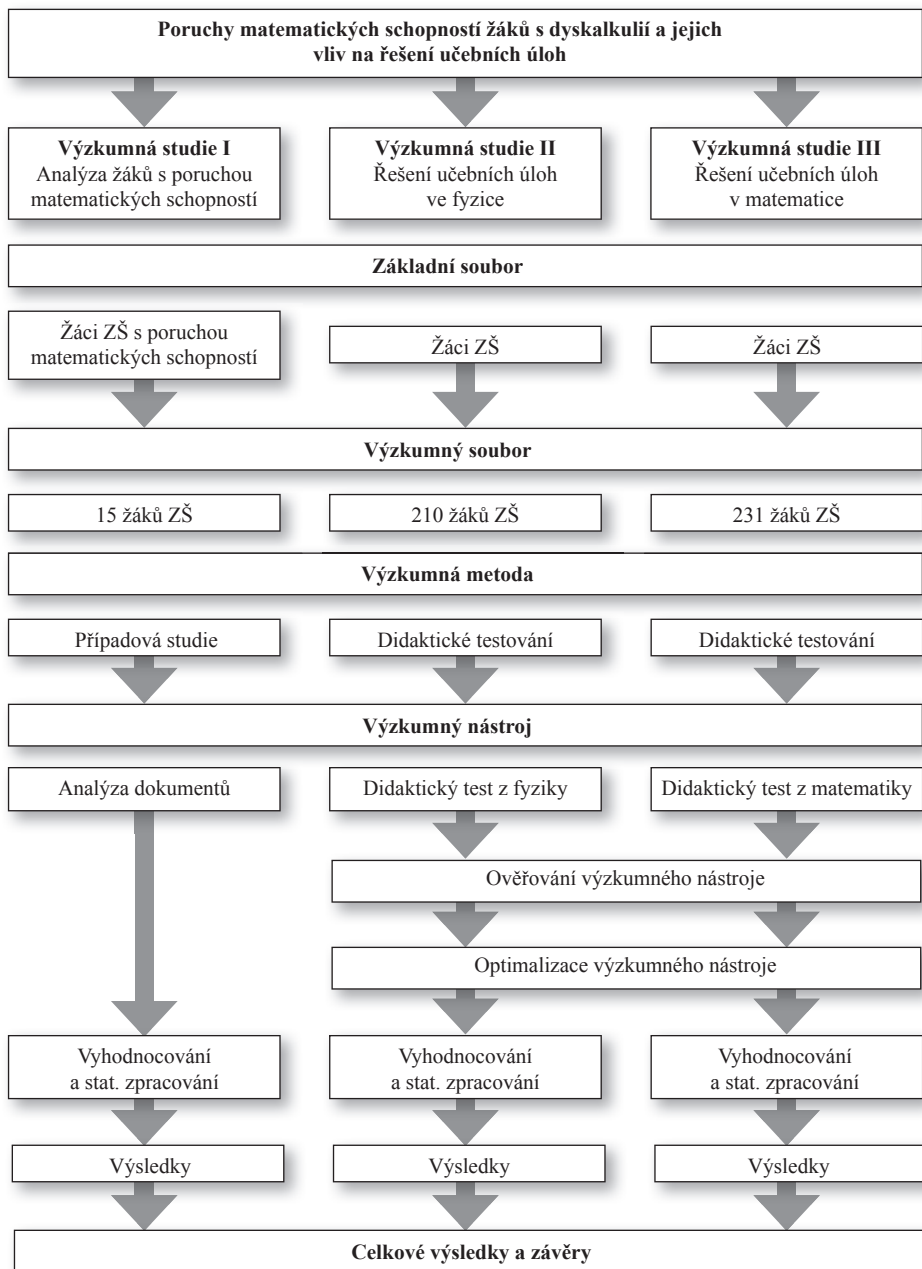
Zjistit, jaké typy úloh v matematice jsou pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější a stanovit typické chyby u žáků s dyskalkulií.

### **Cíl 10:**

Určit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi úrovní dovedností řešit učební úlohu v matematice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie.

## – 3 – 1 – 4 Design výzkumu

Pro potřeby našeho výzkumu jsme vytvořili design výzkumu (obrázek 3.1) popisující tři hlavní výzkumné studie publikace, které se zaměřují na poruchy matematických schopností žáků s dyskalkulií a jejich vliv na řešení učebních úloh ve fyzice a v matematice.



Obrázek 3.1 Schéma výzkumného designu

## – 3 – 2 Výzkumná studie I

První výzkumná studie se zabývá poruchami matematických schopností, jejich projevy a vývojem u žáků s dyskalkulií na základní škole. Pro detailní popis a vysvětlení poruch matematických schopností žáků jsme využili výzkumné metody případové studie a jako výzkumný nástroj nám posloužila analýza dokumentů. Případová studie je metodou empirického výzkumu, „při níž je zkoumání podroben jednotlivý případ (např. žák, malá skupina žáků, učitelů, jednotlivá třída, škola apod.). Ten je detailně popsán a vysvětlován, takže dochází k takovému typu objasnění, jehož při zkoumání týchž objektů v hromadném souboru nelze dosáhnout“ (Průcha et al., 2001, s. 188–189). Případové studie umožňují získat jemnější vhled do zkoumané problematiky, v našem výzkumu tak vhodným způsobem doplňují kvantitativní výzkumné metody, didaktické testy (výzkumné studie II a III). Ve výzkumném šetření jsme použili mnohonásobné případové studie a soustředili jsme se na určitá předem definovaná kritéria a proměnné. Hledali jsme faktory a vztahy mezi nimi a snažili se případy důkladně popsat.

### – 3 – 2 – 1 Výzkumné cíle a otázky

Hlavním cílem této výzkumné studie je analyzovat případy žáků s poruchou matematických schopností.

#### **Cíl 1:**

Analyzovat možné příčiny poruch matematických schopností žáků s dyskalkulií.

#### **Cíl 2:**

Popsat projevy a vývoj matematických obtíží u žáků s dyskalkulií.

#### **Cíl 3:**

Zjistit, jaké deficity dílčích funkcí matematické funkce se objevují u žáků s dyskalkulií.

Tyto cíle jsme specifikovali pomocí výzkumných otázek, které jsme rozdělili do tří základních okruhů:

#### **Okruh I: Příčiny matematických obtíží**

*Jaký byl věk matky a otce při narození dítěte? Existuje u dítěte určitá hereditární zátěž? Jaký byl průběh těhotenství a jaký byl průběh a termín porodu? Jaký je zdravotní stav dítěte? Jaká je struktura osobnosti žáka? Jaké jsou rozumové schopnosti žáka? Jakou má žák laterální? Jaký je stav rodiny ve které dítě vyrůstá a jaké je žákovo rodinné prostředí? Jakou má žák průmyslovost?*

#### **Okruh II: Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti**

*Má žák porušené percepční, kognitivní nebo motorické funkce? Jaké deficity dílčích funkcí matematické schopnosti se u žáka objevují?*

### Okruh III: Matematické obtíže a jejich vývoj

*V kolika letech byly žákovi diagnostikovány matematické obtíže? Jaké matematické obtíže se u žáka objevovaly? Jaký byl vývoj matematických obtíží? Byly matematické obtíže během školní docházky kompenzovány?*

#### – 3 – 2 – 2 Metodologie výzkumu

Následující text předkládá metodický postup, který byl použit v rámci první výzkumné studie. Obsahuje popis výzkumného souboru; metody sběru dat; způsob zpracování získaných dat a analýzu dat.

#### Výzkumný soubor

Volba případů byla záměrná tak, aby vybraný objekt měl vlastnosti, které chceme sledovat. Jako zástupci jednotlivých případů byli voleni žáci, kteří měli diagnostikovanou poruchu matematických schopností, dyskalkulii, a zúčastnili se didaktického testu z fyziky (výzkumná studie II) nebo z matematiky (výzkumná studie III). Celkem se výzkumu zúčastnilo 15 žáků s dyskalkulií. Těmto žákům se dyskalkulie kombinovala i s dalšími poruchami učení (diagram 3.1). Pro lepší přehlednost udáváme tabulku 3.7 s charakteristikou jednotlivých případů (extrémy z jednotlivých kategorií udáváme v odstínech šedi, světle šedě minima, tmavě šedě maxima).

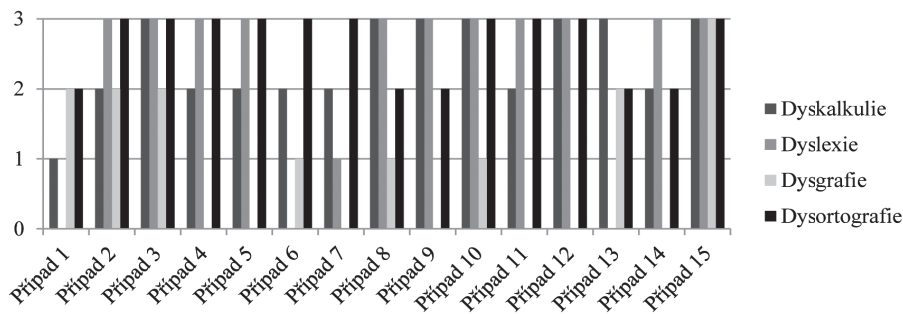


Diagram 3.1 Kombinace poruch učení u jednotlivých případů<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Pro vyhodnocení jednotlivých poruch učení jsme využili čtyřstupňovou posuzovací škálu. Stupeň 0 – daná porucha učení se za školní docházku nevyskytla. Stupeň 1 – v průběhu školní docházky se objevily obtíže dané poruchy učení, které byly v průběhu let kompenzovány. Stupeň 2 – v průběhu školní docházky se objevily obtíže dané poruchy učení, které nebyly v průběhu let kompenzovány nebo se v průběhu školní docházky objevila daná porucha učení, která byla v průběhu let kompenzována. Stupeň 3 – v průběhu školní docházky se objevila daná porucha učení, která nebyla v průběhu let kompenzována.

Tabulka 3.7

*Charakteristika jednotlivých případů*

případ	pohlaví	porucha matematických schopností diagnostikována ve věku	počet bodů v testu fyzika	počet bodů v testu matematika
1	žena	10,2 let	12	21
2	žena	14,2 let	6	20
3	žena	10,6 let	12	21
4	žena	8,8 let	5	15
5	žena	8,8 let	3	9
6	žena	12,6 let	7	23
7	žena	8,8 let	14	-
8	žena	9,3 let	-	40
9	žena	7,8 let	6	10
10	žena	8,0 let	5	9
11	muž	10,0 let	11	34
12	žena	11,8 let	4	30
13	muž	8,2 let	6	23
14	žena	11,9 let	9	30
15	muž	8,8 let	5	13

**Sběr dat**

Při první výzkumné studii byla jako výzkumný nástroj použita analýza dokumentů. Sběr dat pro tuto výzkumnou studii jsme uskutečnili v období březen–červen 2014. V pedagogicko-psychologické poradně (PPP), kde byli žáci diagnostikováni a vyšetřováni, nám bylo umožněno nahlédnout do jejich spisů. Spisy, které jsme podrobili analýze, obsahovaly: rodinnou anamnézu, vyšetření školní zralosti, zprávy z psychologického vyšetření (testy rozumových schopností: PDW, WISC–III; Woodcock–Johnson test kognitivních schopností; test struktury inteligence I–S–T 2000 R; test paměti: Rey–Osterriethova komplexní figura; kresby – stromu, postavy), zprávy ze speciálně-pedagogického vyšetření (speciálně-didaktické zkoušky: zkouška čtení, zkouška psaní, zkouška matematických vědomostí a dovedností; zkoušky zaměřené na úroveň percepčně-kognitivních oblastí: úroveň sluchového a zrakového vnímání, úroveň prostorové a pravolevé orientace, zkouška laterality, úroveň řeči), školní dotazníky, kopie sešitů.

## Zpracování a analýza dat

Data ze spisů jsme na základě konzultace s odborníkem, systematického porovnávání a hledání pravidelností segmentovali do systému kategorií. Vytvořili jsme celkem pět kategorií (tabulka 3.8): rodinná anamnéza, osobní anamnéza, školní anamnéza, diagnóza a matematické obtíže a jejich vývoj. Data jsme zpracovávali a analyzovali v období červenec–září 2014.

Tabulka 3.8

*Kategoriální systém pro zpracování případu*

Název kategorie	Název podkategorie/třídy	Výzkumné otázky
Rodinná anamnéza	Věk matky	Jaký byl věk matky při narození dítěte?
	Věk otce	Jaký byl věk otce při narození dítěte?
	Hereditární zátěž	Existuje u dítěte určitá hereditární zátěž?
	Průběh těhotenství	Jaký byl průběh těhotenství?
	Porod	Jaký byl průběh a termín porodu?
	Rodina	Jaký je stav rodiny ve které dítě vyrůstá? Je tato rodina úplná, neúplná nebo pěstounská (adoptivní)?
	Sourozenci	Kolik má dítě sourozenců? Má sourozenec nějakou poruchu učení?
Osobní anamnéza	Zdravotní stav	Trpělo nebo trpí dítě nějakou závažnou chorobou? Jaký je celkový zdravotní stav dítěte?
	Struktura osobnosti	Jaká je struktura osobnosti žáka? Jaký je temperament a charakter žáka?
	Rozumové schopnosti/intelekt	Jaké jsou rozumové schopnosti/intelekt žáka? Jsou podprůměrné, průměrné nebo nadprůměrné? Jsou rozumové schopnosti rozložené rovnoměrně?
	Lateralita	Jaký má žák typ laterality? Je dominantní levá nebo pravá ruka? Je dominantní levé nebo pravé oko?
	Sluchové vnímání	Má žák porušené některé sluchové funkce důležité pro schopnost naučit se číst, psát a počítat?
	Zrakové vnímání	Má žák porušené některé zrakové funkce důležité pro schopnost naučit se číst, psát a počítat?
	Pozornost	Vydrží se žák soustředit při určité činnosti? Jaká je jeho míra pozornosti?
Osobní anamnéza	Paměť	Vyskytují se u žáka nějaké poruchy paměti?
	Myšlení	Vyskytují se u žáka nějaké poruchy myšlení?
	Řeč	Vyskytují se u žáka nějaké poruchy řeči?
	Motorika	Vyskytují se u žáka nějaké poruchy motoriky?

Tabulka 3.8 (pokračování)

Název kategorie	Název podkategorie/třídy	Výzkumné otázky
Školní anamnéza	Počty	Pozorovali učitelé ve výuce obtíže v počítání? Jaké obtíže se vyskytovaly?
	Práceschopnost	Jak žák v hodině pracuje? Jaké je jeho pracovní tempo?
	Chování	Jak se žák chová ve škole a mimo školu?
	Rodinné prostředí	Jak podnětné je žákovo rodinné prostředí?
Diagnóza	Dyskalkulie	Byla žákovi diagnostikována dyskalkulie nebo obtíže dyskalkulického typu? V jakém rozsahu?
	Dyslexie	Byla žákovi diagnostikována dyslexie nebo obtíže dyslektického typu? V jakém rozsahu?
	Dysgrafie	Byla žákovi diagnostikována dysgrafie nebo obtíže dysgrafického typu? V jakém rozsahu?
	Dysortografie	Byla žákovi diagnostikována dysortografie nebo obtíže dysortografického typu? V jakém rozsahu?
	Vývoj poruch	Byly poruchy učení během školní docházky kompenzovány?
Matematické obtíže a jejich vývoj		V kolika letech byly žákovi diagnostikovány matematické obtíže? Jaké matematické obtíže se u žáka objevovaly? Jaký byl vývoj matematických obtíží?

První čtyři kategorie jsme rozdělili do dalších podkategorií, kde jsme odpovědi segmentovali a na jednotlivé segmenty použili metodu škálování. U některých podkategorií kategorií rodinná anamnéza, osobní anamnéza a školní anamnéza jsme využili třístupňovou posuzovací škálu (tabulka 3.9). U podkategorií dyskalkulie, dyslexie, dysgrafie a dysortografie kategorie diagnóza jsme použili čtyřstupňovou posuzovací škálu (tabulka 3.10) a u podkategorie vývoj poruch kategorie diagnóza jsme data roztřídili do čtyř podtříd (tabulka 3.11). Data patřící do kategorie vývoj matematických obtíží jsme u každého případu vypsali.

Tabulka 3.9

*Třístupňová posuzovací škála pro některé podkategorie kategorie osobní anamnéza*

Stupeň	Popis stupně
0	bez zátěže – normální stav, průběh nebo dané funkce nebyly za školní docházku porušeny
1	mírná zátěž – mírné nebo ne tak závažné odchylky od normálního stavu nebo v průběhu školní docházky se daná porucha funkce objevila (ve zprávách z PPP jednou až dvakrát)
2	výrazná patologická zátěž – výrazné odchylky od normálního stavu, průběhu nebo v průběhu školní docházky se daná porucha funkce objevila a trvala po několik let (ve zprávách z PPP více než dvakrát)

**Tabulka 3.10**

*Čtyřstupňová posuzovací škála pro kategorii diagnostika*

<b>Stupeň</b>	<b>Popis stupně</b>
0	daná porucha učení se za školní docházku nevyskytla
1	v průběhu školní docházky se objevily obtíže dané poruchy učení, které byly v průběhu let kompenzovány
2	v průběhu školní docházky se objevily obtíže dané poruchy učení, které nebyly v průběhu let kompenzovány nebo se v průběhu školní docházky objevila daná porucha učení, která byla v průběhu let kompenzována
3	v průběhu školní docházky se objevila daná porucha učení, která nebyla v průběhu let kompenzována

**Tabulka 3.11**

*Škála pro podkategorie vývoj poruch*

<b>Podtřída</b>	<b>Popis podtřídy</b>
Zhoršení	poruchy učení se zhoršovaly
Stagnace	poruchy učení se téměř neměnily
Zlepšení	poruchy učení se zlepšily nebo některé poruchy učení byly kompenzovány
Kompenzace	veškeré poruchy učení byly kompenzovány

Následně jsme u jednotlivých případů hledali určité vztahy a snažili se tyto vztahy důkladně popsat.

### – 3 – 2 – 3 Případové studie

V této části publikace popisujeme jednotlivé případy. Pro podrobný popis jednotlivých případů jsme využili data, která spadají do všech uvedených kategorií kategoriálního systému, který jsme v průběhu analýzy sestavili. Každý případ jsme se snažili nejdříve obecně popsat a následně jsme se zaměřili na matematické obtíže a jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti. Jednotlivé matematické obtíže doslova citujeme z dokumentů, ze kterých jsme čerpali.

#### Případ 1

Věk matky při narození dívky byl 37 let, věk otce nebyl v záznamech uveden. Matka trpí epilepsií. Těhotenství bylo bezproblémové, matka brala celé těhotenství na epilepsii DEPAKINE. Porod byl vyvolaný tabletkami, v termínu, poloha plodu záhlavím, porodní míry dívky byly 3 kg a 50 cm. Dívka neprodělala žádné závažné onemocnění nebo úraz, má ploché nohy a nosí brýle. V průběhu

dětství a dospívání byl u dívky patrný rychlý růst, na svůj věk fyzicky vyspělá, avšak psychicky dětská, naivní (nerovnoměrné zrání osobnosti, zřetelná somatická akcelerace). Dívka je klidné povahy, veselá, houževnatá. Její intelekt je podprůměrný, nerovnoměrně rozložený ve prospěch složky slovně pojmové. Dívka má zkříženou lateralitu, senzorycky levák, motoricky pravák. Dívka pochází z úplné rodiny, má dva sourozence – bratra a sestru. Rodina bydlí společně s rodiči matky, vztahy dobré, přísnější rodinná výchova. Ze začátku se školou spolupracovala pouze babička, ale v průběhu školní docházky se začala matka pravidelně zajímat o výsledky dcery. Dívka má pomalé pracovní tempo, avšak pracuje se snahou a zájmem, pravidelně se připravuje na vyučování.

V péči pedagogicko-psychologické poradny od věku 6,6 let, kdy byl dívce navržen odklad školní docházky (z vyšetření v PPP zjištěny dílčí nezralosti ve vývoji – dyslalie, špatná grafomotorika, snížená práceschopnost, osobnostní nezralost, mimointelektová nezralost, obtíže v pravolevé orientaci). Rodiče i škola s odkladem školní docházky souhlasili, dívka nastoupila do školy ve věku 7,8 let. Matematické obtíže dívce diagnostikovány ve třetí třídě (10,2 let), objevují se dyskalkulické prvky. V páté třídě se stále objevovaly dyskalkulické prvky při zvládnání složitějších matematických operací. V sedmé třídě se dříve diagnostikované hraniční specifické poruchy učení nepotvrdily. Zhoršení prospěchu odpovídá dříve diagnostikovanému intelektu.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 1 demonstruje tabulka 3.12. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 1 ilustruje diagram 3.2.

Tabulka 3.12  
*Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 1*

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
1. třída	ŠD	– v matematice je třeba delší čas k zapamatování a procvičení (krátkodobě si zapamatuje)	– slabší motorické schopnosti – potíže s krátkodobou pamětí
3. třída	ŠD	– slabší logické myšlení, které se projevuje v počtech	– těžkopádnější myšlení
	PPZ	– obtížná práce s matematickými symboly, operacemi apod. – nejistota dítěte v oblasti matematických výkonů	
5. třída	PPZ	– v matematice slabší logické myšlení v rámci intelektu – objevují se dyskalkulické prvky při zvládnání složitějších matematických operací	– těžkopádnější myšlení, slabší logické myšlení – prostorová orientace v pásmu podprůměru – lehčí obtíže s technickou stránkou psaní
7. třída	ŠD	– v matematice činí potíže zkoušení z velkých celků	

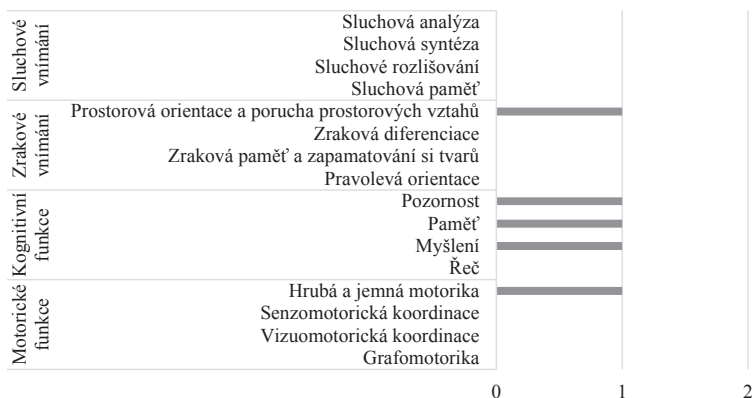


Diagram 3.2 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti<sup>15</sup> u případu 1

## Případ 2

Věk matky a otce při narození dívky byl 26 a 27 let. V záznamech dívky nevedena žádná genetická zátěž ze strany rodičů. Průběh těhotenství byl bez komplikací. Porod byl v termínu a bez komplikací. Dívka je krátkozraká (nosí brýle), trpí psychosomatickými potížemi (bolest břicha a hlavy) a má porušen sluch (nosí naslouchadlo). Dívka je bezproblémová, nekonfliktní. Úroveň rozumových schopností dívky je v pásmu průměru ve prospěch názorové složky inteligence. Dívka má zkříženou lateralitu s dominancí pravé ruky a levého oka. Dívka pochází z úplné rodiny, má jednoho sourozence. Na začátku školní docházky se rodina stěhovala, rodiče na děti neměli tolik času. Rodina spolupracuje se školou se zájmem. U dívky se projevuje pomalé pracovní tempo, dívka pracuje se snahou a zájmem, pravidelně se připravuje na vyučování.

Dívka v péči pedagogicko-psychologické poradny od věku 5,8 let, kdy byl od rodičů navržen odklad školní docházky (z vyšetření v PPP zjištěny nezralosti v praceschopnosti, nedostatky v grafomotorice a vizuomotorické koordinaci a přetrvávající předškolní psychická struktura). Rodiče i škola s odkladem souhlasili, dívka nastoupila do školy ve věku 7,0 let. Dívce diagnostikována dyskalkulie v osmé třídě (14,2 let), doporučena skupinová integrace v dyslektické třídě z důvodů těžšího stupně smíšené specifické poruchy učení jak v oblasti jazyků, tak v oblasti početních schopností. Dívka nesla situaci v běžné třídě těžce. Dívka v osmé třídě přešla do dyslektické třídy, kde dokončila základní vzdělání. V deváté třídě byla dyskalkulie částečně kompenzována, přetrvávaly dyskalkulické obtíže.

<sup>15</sup> Pro vyhodnocení rozsahu jednotlivých deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti jsme využili třístupňovou posuzovací škálu, která je prezentována tabulkou 8.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 2 demonstruje tabulka 3.13. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 2 ilustruje diagram 3.3.

Tabulka 3.13  
Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 2

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
8. třída	PPZ	– operacionální (numerická) dyskalkulie (při výpočtech je pomalá, dělá numerické chyby	– vážne mechanická paměť pro číselné operace
9. třída	PPZ	– z matematických schopností je oslabena oblast numerace i číselných operací – dosud nejsou zpevněny číselné řady, obtížně se orientuje ve vzestupných řadách – poziční hodnota číslice v čísle je nejistá, má potíže se zápisy vyšších čísel – základní číselné operace jsou pomalé, vážne aplikace číselných operací	– oslabeno zpracování zrakových vjemů

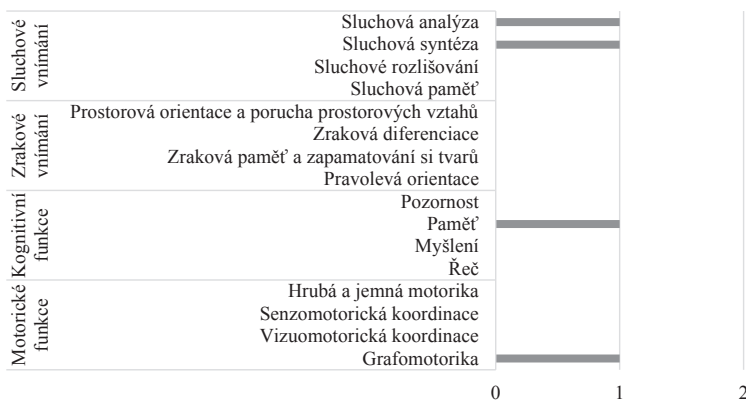


Diagram 3.3 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 2

### Případ 3

Věk matky a otce při narození dívky byl 30 a 36 let. V záznamech dívky neuvedená žádná genetická zátěž ze strany rodičů. Průběh těhotenství a porod byly bez komplikací. Zdravotní stav dívky je dobrý. Dívka je klidná, nekonfliktní. Celková úroveň rozumových předpokladů dívky je v pásmu slabšího průměru ve prospěch verbální složky. Lateralita dívky v záznamech nebyla uvedena. Dívka pochází z úplné rodiny, má jednoho sourozence, bratra (je pod vedením

psychologa). Rodiče dívky třídní schůzky navštěvovali pravidelně. Dívka má pomalé pracovní tempo, avšak zadané úlohy plní a je schopná samostatné práce.

Dívka nastoupila do školy ve věku 7,0 let. Dívka v péči pedagogicko-psychologické poradny od věku 7,9 let (první třída), kdy bylo od paní učitelky navrženo vyšetření kvůli výukovým potížím. Dívce byly diagnostikovány závažné poruchy psaní a čtení, doporučena dyslektická třída. Následkem přetížených nároků výuky v běžné třídě byla dívka zřejmě neurotizovaná (šaskovala, přehrávala, byla v napětí). Od druhé třídy byla skupinově integrována v dyslektické třídě. Dyskalkulie diagnostikována ve čtvrté třídě (10,6 let) a přetrvala až do třídy deváté. Dívka skupinově integrována v dyslektické třídě do deváté třídy ZŠ.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 3 demonstruje tabulka 3.14. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 3 ilustruje diagram 3.4.

Tabulka 3.14

*Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 3*

<b>Třída</b>	<b>Dokument</b>	<b>Matematické obtíže</b>	<b>Deficity dílčích mat. funkcí</b>
1. třída	ŠD	– nutná opora o názor	– závažné nedostatky ve sluchovém rozlišování
4. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– na nízké úrovni jsou početní dovednosti a schopnost operovat s čísly</li> <li>– ze specifických matematických schopností jsou oslabeny předčíselné představy, prostorové vnímání, verbální, operační a paměťové faktory</li> <li>– z předčíselných představ vážne především schopnost třídění, má potíže se stanovením třídících kritérií</li> <li>– vnímání prostorových vztahů je průměrné, jejich zapamatování je podprůměrné</li> <li>– dosud nejsou zpevněny vyšší číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných řadách</li> <li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá</li> <li>– základní číselné operace jsou podprůměrné, výrazně pomalé</li> <li>– při přechodu přes desítky často volí odpočítávání po jedné</li> <li>– selhává v sériových číselných operacích</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– v řeči artikulační neobratnost a mírné sykavkové asimilace</li> <li>– písmo poznamenané grafomotorickou neobratností</li> </ul>

Tabulka 3.14 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
6. třída	ŠD	– v matematice si nevěří, potřebuje ujištění o správnosti řešení	– výrazně oslabena sluchová diferenciací a syntéza, mírně oslabena sluchová analýza
	PPZ	– specifické matematické schopnosti a dovednosti zůstávají i nadále výrazně oslabeny (numerace i číselné operace)	– mírně oslabena optická diferenciací – artikulační neobratnost – písmo poznamenáno grafomotorickou neobratností
9. třída	ŠD	– oslabena numerace a číselné operace	– oslabeno sluchové vnímání – analýza a syntéza
	PPZ	– oslabena oblast numerace i číselné operace – dosud nejsou zpevněny číselné řady – výrazné potíže činí přechod řádů – poziční hodnota číslice v čísle je nejistá, má potíže se zápisy a čtením vyšších čísel – základní číselné operace jsou podprůměrné, výrazně pomalé, se zvýšenou chybovostí – selhává v sériových operacích – vážně aplikace číselných operací	– oslabeno zpracování zrakových vjemů – artikulační neobratnost

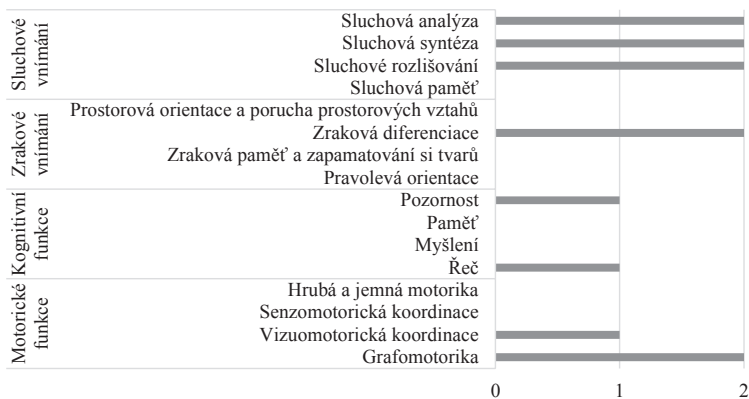


Diagram 3.4 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 3

## Případ 4

Věk matky a otce při narození dívky byl 36 a 38 let. Otec patrně dyslektik – měl výukové problémy. Těhotenství od čtvrtého měsíce rizikové v důsledku nošení dvojčat. Porod o tři týdny dřív císařským řezem, porodní míry dívky byly 2,50 kg a 50 cm. Zdravotní stav dívky je dobrý. Dívka je kladně emočně naladěná, klidná. Rozumové nadání dívky je v nízkém průměru s rozložením ve prospěch verbální složky nadání. Dívka má zkříženou laterální s vyhraněnou dominancí pravé ruky s vedoucím levým okem. Dívka pochází z úplné rodiny, má dva sourozence, bratra (dyslektik) a sestru (jednovaječné dvojče, případ 5). Rodinné prostředí dívky je velmi podnětné. Spolupráce rodiny se školou je dobrá, pravidelně navštěvují třídní schůzky, domácí příprava dívky je pravidelná. Dívka pracuje ve velmi pomalém pracovním tempu.

Dívka nastoupila do školy ve věku 6,5 let. Dívka v péči pedagogicko-psychologické poradny od věku 7,3 let (první třída), kdy zde byla na žádost rodičů a školy vyšetřena kvůli výukovým potížím. Z vyšetření vyplynulo, že percepční funkce nebyly dostatečně rozvinuty, grafomotorika a senzomotorická koordinace byly mírně oslabeny, artikulační neobratnost, celková úroveň rozumových schopností byla v hraničním pásmu mentální retardace. PPP navrhovala opakovat první třídu z důvodu předpokladu, že dobře rozvinuté percepční funkce budou stimulovat i rozvoj rozumových schopností. Rodiče ani škola s návrhem nesouhlasili, dívka pokračovala bez opakování ročníku. Navštěvovala reedukace pod vedením LOGA. Ve druhé třídě byla skupinově integrována do dyslektické třídy. Ve třetí třídě byly dívce diagnostikovány dyskalkulické potíže (8,8 let), které přetrvávaly do deváté třídy. Skupinově integrována v dyslektické třídě byla do deváté třídy ZŠ.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 4 demonstruje tabulka 3.15. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 4 ilustruje diagram 3.5.

Tabulka 3.15

*Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 4*

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
2. třída	ŠD	– matematické operace zvládá pomalu, slovní úlohy nezvládá	– v oblasti sluchového vnímání dosud výrazněji vážne sluchová syntéza, mírněji je oslabena i analýza – mírné nedostatky ve schopnosti vizuální diferenciacie – artikulační neobratnost

Tabulka 3.15 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
3. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ze specifických matematických schopností jsou oslabeny předčíselné představy, verbální, operační a úsudkové faktory</li> <li>– z předčíselných představ vážně především schopnost třídění, má potíže se stanovením třídících kritérií</li> <li>– dosud nejsou zpevněny číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných řadách</li> </ul>	
3. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá</li> <li>– základní číselné operace jsou podprůměrné, výrazně pomalé</li> <li>– zvládá pouze sčítání při odpočítávání mechanické řady po jedné</li> <li>– vážně aplikace číselných operací</li> </ul>	
4. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– má obtíže i v základních číselných operacích, počítá na prstech, výrazně pomalá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– výrazně oslabena sluchová analýza, oslabená sluchová syntéza</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ze specifických matematických schopností jsou oslabeny především verbální a operační faktory</li> <li>– dosud nejsou zpevněny číselné řady</li> <li>– poziční hodnota v čísle je nejistá</li> <li>– základní číselné operace jsou podprůměrné, mimořádně pomalé; počítá s oporou o prsty, odpočítává po jedné</li> <li>– vážně aplikace číselných operací</li> <li>– vnímání prostorových vztahů, manipulace s prostorem, zapamatování si prostorových vztahů je hluboce podprůměrné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– výrazně oslabena optická diferenciacie</li> <li>– slabší slovní zásoba, pomalý je i verbální projev, v řeči artikulační neobratnost</li> </ul>
6. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– velmi nízké početní dovednosti (často ani u jednoduchých početních úkolů nedokáže zdůvodnit postup řešení)</li> <li>– z matematických schopností a dovedností je oslabena numerace i číselné operace</li> <li>– dosud nejsou zpevněny číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných řadách</li> <li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá, má potíže se čtením i zápisem vyšších čísel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabena sluchová analýza a diferenciacie</li> <li>– oslabena zraková diferenciacie</li> <li>– artikulační neobratnost a mírné sykavkové asimilace</li> <li>– písmo poznamenáno grafomotorickou neobratností</li> </ul>

Tabulka 3.15 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
6. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– základní číselné operace jsou podprůměrné, mimořádně pomalé; počítá s oporou o prsty, odpočítává po jedné; počítá se zvýšenou chybovostí</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> <li>– naprosto selhává v sériových operacích</li> </ul>	
9. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabena numerace a číselné operace, nejsou zpevněny číselné řady, počítá s oporou o prsty</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabeno sluchové vnímání (analýza a syntéza)</li> <li>– oslabeno zpracování zrakových vjemů</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabena oblast numerace i číselných operací</li> <li>– nezpěvněny číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných a sestupných řadách</li> <li>– základní početní operace jsou podprůměrné, pomalé, se zvýšenou chybovostí</li> <li>– selhává v sériových číselných operacích</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– artikulační neobratnost a sykavkové asimilace</li> </ul>

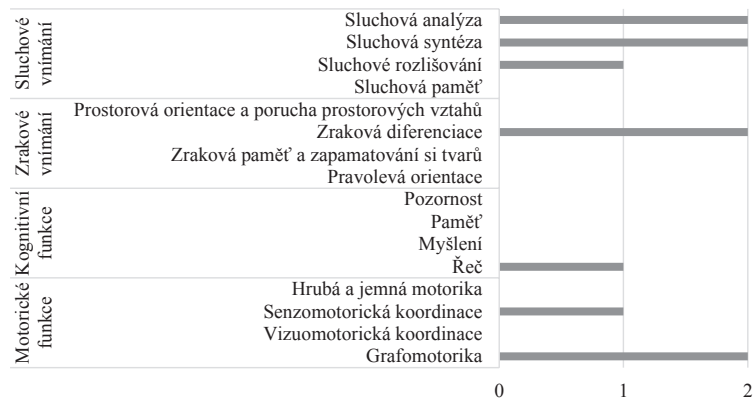


Diagram 3.5 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 4

## Případ 5

Věk matky a otce při narození dívky byl 36 a 38 let. Otec patrně dyslektik – měl výukové problémy. Těhotenství od čtvrtého měsíce rizikové z důsledků nošení dvojčat. Porod o tři týdny dřív císařským řezem, porodní míry dívky byly 2,50 kg a 50 cm. Před nástupem do školy dívka často nemocná (snížená imunita), prodělala operaci nosní mandle. Dívka je pilná, trpělivá, klidná, milá, slušně vychovaná. V první třídě byla dívka plačtivá, celkově se jevila jako hypodynamická. Úroveň rozumového nadání dívky v hlubším podprůměru a nerovnoměrně rozložené ve prospěch verbální složky nadání. Dívka má zkříženou lateralitu s méně vyhraněnou dominancí pravé ruky a s vedoucí levým okem. Dívka pochází z úplné rodiny, má dva sourozence, bratra (dyslektik) a sestru (jednovaječné dvojče, případ 4). Rodinné prostředí dívky je velmi podnětné. Spolupráce rodiny se školou je dobrá, pravidelně navštěvují třídní schůzky, domácí příprava dívky je pravidelná. Dívka pracuje ve velmi pomalém pracovním tempu.

Dívka nastoupila do školy ve věku 6,5 let. Dívka v péči pedagogicko-psychologické poradny od věku 7,3 let (první třída), kdy zde byla na žádost rodičů a školy vyšetřena kvůli výukovým potížím. Z vyšetření vyplynulo, že percepční funkce důležité pro nácvik čtení a psaní nebyly dostatečně rozvinuté, grafomotorika a senzomotorická koordinace byly oslabeny, artikulační neobratnost, lateralita byla nevýhodná pro akt psaní (mírně vyhraněná dominance pravé ruky, vedoucí oko levé), celková úroveň rozumových schopností byla rozvinutá do hraničního pásma mentální retardace. PPP navrhovala opakovat první třídu z důvodu předpokladu, že dobře rozvinuté percepční funkce budou stimulovat i rozvoj rozumových schopností. Rodiče ani škola s návrhem nesouhlasili, dívka pokračovala bez opakování ročníku. Navštěvovala reedukace pod vedením LOGA. Ve druhé třídě byla skupinově integrována do dyslektické třídy. Ve třetí třídě dívka diagnostikována potíže dyskalkulického typu (8,8 let), které přetrvávaly do deváté třídy. Skupinově integrována v dyslektické třídě byla do deváté třídy ZŠ.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 5 demonstruje tabulka 3.16. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 5 ilustruje diagram 3.6.

Tabulka 3.16

Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 5

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
2. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže s přechody přes 10, matematické operace zvládá nejistě a pomalu, slovní úlohy nezvládá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vážne sluchová diferenciacie a syntéza</li> <li>– výrazné nedostatky ve schopnosti vizuální diferenciacie</li> <li>– artikulační neobratnosť</li> </ul>
3. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ze specifických matematických schopností jsou oslabeny předčíselné představy, verbální, operační a úsudkové faktory</li> <li>– z předčíselných představ vážne především schopnost třídění, má potíže se stanovením třídících kritérií</li> <li>– dosud nejsou zpevněny číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných řadách</li> <li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá</li> <li>– základní číselné operace jsou hluboce podprůměrné, výrazně chybové a pomalé</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> </ul>	
4. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ze specifických matematických schopností jsou oslabeny především verbální a operační faktory</li> <li>– dosud nejsou zpevněny číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných řadách</li> <li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá</li> <li>– základní číselné operace jsou podprůměrné, mimořádně pomalé; počítá s oporou o prsty, odpočítává po jedné</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> <li>– vnímání prostorových vztahů je hluboce podprůměrné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– je oslabená sluchová analýza a syntéza, sluchová diferenciacie</li> <li>– oslabena zraková diferenciacie</li> <li>– artikulační neobratnosť</li> <li>– spontánní verbální projev je minimální</li> </ul>

Tabulka 3.16 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
6. třída	ŠD	– má obtíže i v základních číselných operacích, potřebuje názor, je nejistá, pomalá, řešení pouze odhaduje	– výrazně oslabená sluchová diferenciacie, sluchová analýza a syntéza
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– výjimečně nízké jsou výkony, kde operuje s čísly (početní příklady, schopnost zapamatovat si číselnou řadu), oslabený je i verbální logický úsudek</li> <li>– z matematických schopností a dovedností je oslabena numerace i číselné operace</li> <li>– dosud nejsou zpevněny číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných řadách.</li> <li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá, má potíže se čtením i zápisem vyšších čísel</li> <li>– základní číselné operace jsou hluboce podprůměrné, pomalé, s mimořádně zvýšenou chybovostí; počítá s oporou o prsty, odpočítává po jedné</li> <li>– potíže v oblasti numerace, kdy se neorientuje v číselných řadách, se významnou měrou podílejí na chybovosti v operacích (odpočítává po jedné v nesprávně jmenované číselné řadě)</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– výrazně oslabená zraková diferenciacie</li> <li>– artikulační neobratnost</li> <li>– spontánní produkce je nízká</li> </ul>
9. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– je oslabena numerace a číselné operace, nejsou zpevněny číselné řady, počítá s oporou o prsty – selhává v sériových číselných operacích</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabeno sluchové vnímání – analýza a syntéza</li> <li>– oslabeno zpracování zrakových vjemů</li> <li>– artikulační neobratnost</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabena oblast numerace i číselných operací</li> <li>– nezpevněny číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných a sestupných řadách</li> <li>– základní početní operace jsou podprůměrné, pomalé, se zvýšenou chybovostí; selhává v sériových číselných operacích</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> <li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá, má potíže se zápisy i čtením čísel</li> </ul>	

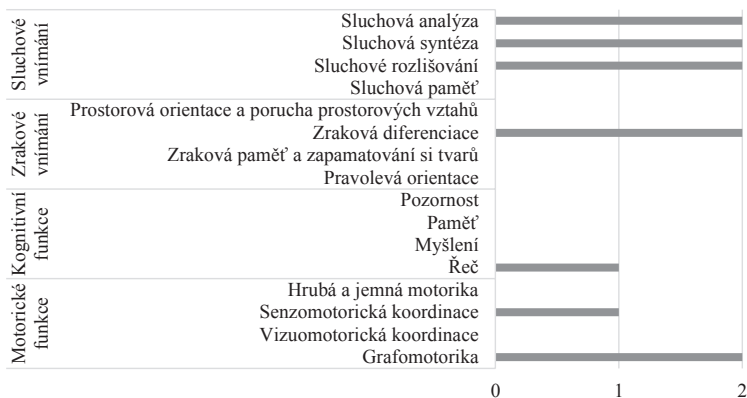


Diagram 3.6 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 5

## Případ 6

Věk matky a otce při narození dívky byl 29 a 31 let. V záznamech dívky neuvedená žádná genetická zátěž ze strany rodičů. Průběh těhotenství a porod bez komplikací, porodní hmotnost dívky byla 3,70 kg. Zdravotní stav dívky je dobrý. Dívka je klidná, přátelská, vždy dobře naladěná, ochotná pomoci. Rozumové schopnosti dívky jsou průměrné, jsou rozloženy nerovnoměrně, převažuje verbální složka nadání. Dívka má zkříženou lateralitu s dominancí levé ruky a pravého oka. V šesté třídě dívky dle vyšetření vyšla jednou až nevyhraněná ruka, testy se různě pohybovaly od levorukosti až k nevyhraněnosti. Dívka pochází z úplné rodiny, má jednoho sourozence, sestru (učí se s vyznamenáním). Rodiče se velmi snaží o lepší výsledky. Dívka je zdvořilá, přátelská, avšak objevily se u ní i kázeňské přestupky (nezájem o školu, pozdní příchody do hodin). U dívky je velmi dobrá úroveň duševní práce a zájmu, pracovní tempo je v normě, občas malé výkyvy, pokud ji předmět nebaví.

Dívka v péči pedagogicko-psychologické poradny od věku 5,6 let, kdy rodiče navrhovali předčasný nástup do první třídy (z vyšetření v PPP bylo zjištěno – dívka s dobrými rozumovými předpoklady, s předškolní psychickou strukturou, školsky nezralou v oblasti grafomotoriky a práce schopnosti, v činnosti převládaly především hravé aktivity). PPP nemohlo předčasný nástup do první třídy doporučit, rodiče s PPP souhlasili. Dívka nastoupila do školy ve věku 7,0 let. V šesté třídě (12,6 let) se objevily u dívky dyskalkulické obtíže a pomalé pracovní tempo v matematice. Dyskalkulické obtíže přetrvávaly až do deváté třídy ZŠ. V deváté třídě dívka pracovala po většinu školního roku pod svoje možnosti (s výjimkou oblíbených předmětů), pod tlakem rodiny dokáže vyvinout úsilí, zlepšit si prospěch.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 6 demonstruje tabulka 3.17. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 6 ilustruje diagram 3.7.

Tabulka 3.17

Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 6

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
6. třída	PZ	– potíže s dělením, s převody jednotek, nedaří se rýsování	– oslabena sluchová syntéza – závažnější nedostatky ve zrakovém rozlišování a vysoký stupeň poruch ve vizuálním postřehu
	PPZ	– problémy se projevují v kombinaci matematických pojmů s představou grafickou nebo numerickou, slovo jí nic neříká, nepředstaví si, co se po ní požaduje (neví, jak vypadá krychle, obdélník, pravoúhlý trojúhelník, tupý/ostrý úhel nebo co má dělat, když má vypočítat podíl, rozdíl, součin, součet čísel)	– narušené zapamatování tvarů a vysoký stupeň poruch v optické paměti – lehčí grafomotorické neobratnosti
9. třída	ŠD	– velké nedostatky v základních matematických operacích z předcházejících ročníků, především v oboru celých a reálných čísel, částečně nepochopení slovního zadání	– oslabeno sluchové vnímání – oslabeno zrakové zrcadlové vnímání
	PPZ	– obtíže v matematice přetrvávají zejména u slovních úloh, má potíže s jejím řešením, neví jak na to – na práci potřebuje více času	– lehčí grafomotorické neobratnosti

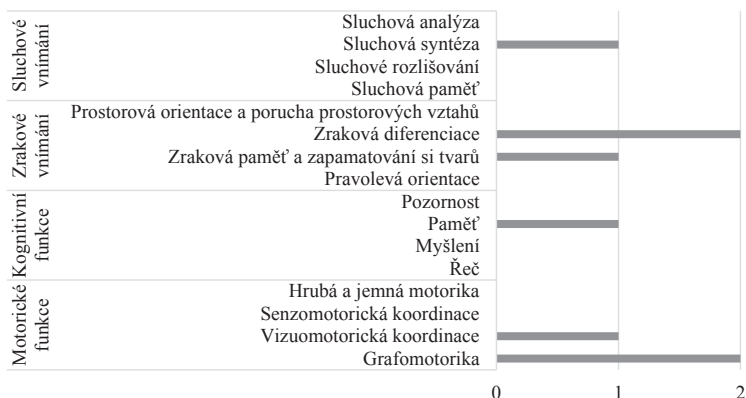


Diagram 3.7 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 6

## Případ 7

Věk matky a otce při narození dívky byl 29 let. V záznamech dívky neuvedena žádná genetická zátěž ze strany rodičů. Průběh těhotenství a porod bez komplikací. Ve třetí třídě byla dívka v péči endokrinologie kvůli růstovému hormonu (byla vysoká). Dívka je kamarádká, tvrdohlavá, citlivá. Má snížené sebevědomí (zjištěno na základě kresby stromu), možná sklony k sebeobviňování, nevěří si. Dívka občas reaguje impulzivně, občas je nervózní. Rozumové schopnosti dívky jsou průměrné, rozloženy nerovnoměrně ve prospěch neverbální složky, mírně snížená kognitivní efektivnost. Dívka má souhlasnou pravostrannou laterální. Dívka pochází z úplné rodiny, má jednoho sourozence, sestru. Dívka navštěvovala pravidelně reedukace a měla doučování. Otec si však myslel, že pracuje pod své možnosti. Pracovní tempo dívky je pomalejší. Dívka se občas hůře orientuje v zadání jednotlivých úkolů, pracuje však svědomitě a na školu se připravuje.

Dívka nastoupila do školy ve věku 6,4 let. Dívka v péči pedagogicko-psychologické poradny od věku 8,8 let (třetí třída), kdy jí byly diagnostikovány dyskalkulické obtíže. V sedmé třídě diagnostikována hypokalkulie (pomalé počítání) a obtíže dyskalkulického charakteru. Dyskalkulické obtíže přetrvávaly až do deváté třídy. Některé obtíže dyskalkulického charakteru již dokáže částečně kompenzovat pílí a pomocnými mechanismy.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 7 demonstruje tabulka 3.18. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 7 ilustruje diagram 3.8.

Tabulka 3.18

*Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 7*

<b>Třída</b>	<b>Dokument</b>	<b>Matematické obtíže</b>	<b>Deficity dílčích mat. funkcí</b>
3. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"><li>– ze specifických matematických schopností jsou oslabeny předčíselné faktory, prostorové vnímání, verbální, operační faktory</li><li>– z předčíselných představ vážně především schopnost třídění, má potíže se stanovením kritérií; podprůměrný výkon je v oblasti korespondence</li><li>– vnímání prostorových vztahů, manipulace s prostorem, zapamatování si prostorových vztahů jsou na podprůměrné úrovni</li><li>– dosud nejsou zpevněny vyšší číselné řady</li><li>– má potíže orientovat se zejména v sestupných řadách</li><li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– nedostatky v oblasti sluchové percepce, mírně oslabeno sluchové rozlišování, oslabení u sluchové analýzy a syntézy</li><li>– nedostatky v oblasti zrakové percepce, silně oslabení v oblasti zrakového rozlišování</li></ul>

Tabulka 3.18 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
3. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– základní číselné operace jsou podprůměrné, počítá pomocí prstů</li> <li>– při přechodu přes základ deset často volí odpočítávání po jedné</li> <li>– selhává v sériových číselných operacích</li> </ul>	
5. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– potíže ve slovně–logickém úsudku</li> <li>– počítá pomalejším tempem (pomalé psychomotorické tempo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabení ve sluchové syntéze slov</li> <li>– oslabena zraková diferenciacie</li> </ul>
7. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– hypokalkulie (pomalé počítání) a obtíže dyskalkulického charakteru</li> <li>– logický matematický úsudek je slabší</li> <li>– má problémy s představou čísel na číselné ose, a tím i s počty přes přechody desítek, stovek, atd.</li> <li>– chybuje více ve sčítání a odčítání, protože násobení a dělení má naučené, logika násobení a dělení je ale slabší</li> <li>– operace pod sebou má mechanicky naučené, problémy má stále v odčítání pod sebou</li> <li>– pokud se operace zopakují, dokáže navázat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže ve sluchové syntéze a diferenciaci</li> <li>– vizuální paměť je oslabená až do podprůměru (hraničí s defektem)</li> </ul>
9. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže v matematickém úsudku a při náročnějších operacích sčítání a odčítání</li> <li>– nemá zautomatizované některé postupy</li> <li>– u slovních úloh potřebuje oporu o názor a dopomoc ze strany dospělého (např. při vymýšlení úloh na násobení či dělení)</li> <li>– při psaní čísel se občas splete v pozicích čísel vyšších řádů (číslo s nulami)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabena sluchová analýza a syntéza</li> <li>– porucha pravolevé orientace</li> <li>– snížená kognitivní efektivnost</li> </ul>

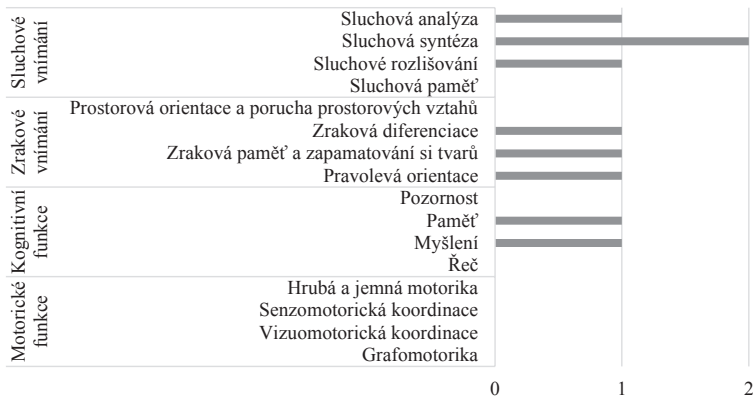


Diagram 3.8 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 7

## Případ 8

Věk matky a otce při narození dívky byl 22 a 21 let. V záznamech dívky neuvedena žádná genetická zátěž ze strany rodičů. Průběh těhotenství a porod bez komplikací. Zdravotní stav dívky je dobrý. Dívka je tichá, introvertní, nenápadná, cílevědomá. Dívka hůře zvládá případný neúspěch, pak potřebuje větší míru podpory. Je nerada středem pozornosti. Rozumové schopnosti dívky jsou průměrné, má rovnoměrně rozložený intelekt. Dívka má souhlasnou, pravostrannou lateralitu. Dívka pochází z úplně rodiny, má jednoho sourozence, sestru. Rodinné prostředí dívky je průměrně podnětné. Dívka při vyšetřeních kooperovala dobře, měla přiměřené pracovní tempo. Při vyučování ráda spolupracovala se studentkou.

Dívka nastoupila do školy ve věku 6,3 let. Dívka v péči pedagogicko-psychologické poradny od věku 7,5 let, kdy jí zde byly diagnostikovány poruchy psaní (dyslexie) a pravopisu (dysortografie). Dívce byla dyskalkulie diagnostikována ve čtvrté třídě (9,3 let). Od čtvrté třídy probíhala reedukace, kde se procvičovaly matematické dovednosti. Dívka se zlepšovala pomalu, hodně se snažila. Procvičovala se hlavně matematika s názorem. V osmé třídě byla dívce navržena individuální integrace. Dyskalkulie u dívky přetrvávala až do deváté třídy.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 8 demonstruje tabulka 3.19. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 8 ilustruje diagram 3.9.

Tabulka 3.19

Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 8

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
4. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– v počítání chyby, problémy dělají „nuly“</li> <li>– plete ve slovních úlohách sčítání, odčítání, násobení a dělení, vše jak ji napadne</li> <li>– na číselné ose přeskakuje desítky</li> <li>– problém zapsat číslo s nulami</li> <li>– problém identifikovat složitější čísla pokud se týká velikosti</li> <li>– problém v postřehování chyby</li> <li>– velké problémy v násobilce</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– porucha ve zrakové paměti</li> <li>– oslabena vizuomotorická koordinace</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabeny prostorové představy a vnímání, verbální faktory a pamětné sériové číselné operace</li> <li>– nejsou zpevněny vyšší číselné řády</li> <li>– potíže orientovat se hlavně v sestupných řadách</li> <li>– výrazné obtíže činí přechod řádů (553, 552, 551, 540 nebo 1006, 1005, 1004, 1003, 1002, 1100)</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá</li> <li>– nedokáže dobře vysvětlit, proč je jedno číslo větší než druhé, objasnit pozici stovek, desítek či jednotek</li> <li>– nejistota při násobení a dělení</li> <li>– problém v sériových číselných operacích, i když rozklady čísel zná a používá je při sčítání a odčítání</li> </ul>	
8. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dílíčí typy dyskalkulie (operacionální a lexické) společně s pomalým počítáním (hypokalkulie)</li> <li>– neovládá operace se zlomky, desetinnými čísly atd.</li> <li>– obtíže v představě geometrických obrazců</li> <li>– poruchy ve spojích mezi lexicky vedenými matematickými pojmy a jejich grafickou či numerickou představou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– výrazné vizuální poruchy v postřehu i v paměti (zaměřuje se na detaily, nevnímá celek)</li> </ul>
9. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže především v případech, kdy je nutné využívat znalosti z přecházejících ročníků, občasná mezery v základních operacích, především v oborech reálných a celých číslech</li> </ul>	

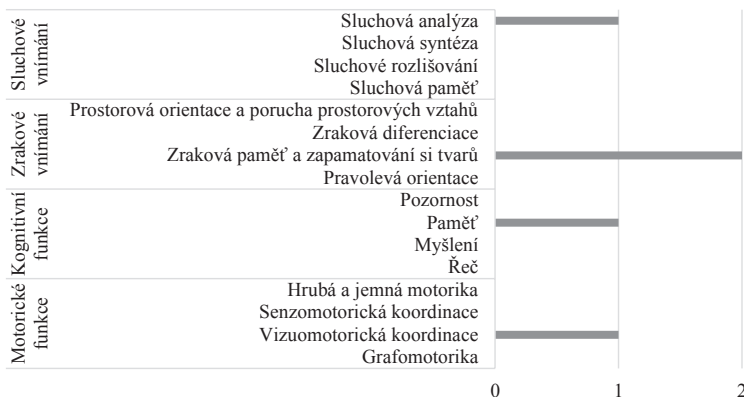


Diagram 3.9 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 8

## Případ 9

Věk matky a otce při narození dívky byl 26 a 33 let. V záznamech dívky neuvedena žádná genetická zátěž ze strany rodičů. Průběh těhotenství a porod bez komplikací, porodní míry dívky byly 3,30kg a 48cm. Zdravotní stav dívky je dobrý. Dívka je klidná, tichá, snaživá, pečlivá. Rozumové schopnosti dívky odpovídají celkově pásmu nižšího průměru, snižená je kognitivní efektivnost. Dívka má zkříženou lateralitu s méně vyhraněnou pravou rukou a dominantním levým okem. Dívka pochází z úplné rodiny, má jednoho sourozence, bratra (dyslektik). Rodinné prostředí dívky je průměrně podnětné. Práceschopnost dívky je při individuální spolupráci přiměřena věku, pracovní tempo pomalejší, nejisté.

Dívka nastoupila do školy ve věku 6,5 let. Dívka v péči pedagogicko-psychologické poradny od první třídy, kdy jí zde byl diagnostikován suspektní rozvoj dyslexie (ve čtení značné problémy) a dysortografie (v psaní značné problémy). Maminka do anamnézy dodala, že dívka se dlouho učila dny v týdnu, hodiny (časově prostorovou orientaci). Dyskalkulie byla dívce diagnostikována ve druhé třídě (7,8 let). Ve třetí třídě PPP doporučila zařazení žákyně do dyslektické třídy. Rodiče dívky po dohodě tuto možnost odmítli, dívka si velmi špatně zvyká na nové prostředí. Z důvodů dyslexie, dysortografie a dyskalkulie doporučila PPP alespoň individuální integraci a speciální pedagogickou nápravu v poradně. Nakonec byla dívka od třetí třídy skupinově integrována ve třídě s programem pro žáky se SPU, tato integrace přetrvala do deváté třídy. Dyskalkulie u dívky přetrvala až do deváté třídy.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 9 demonstruje tabulka 3.20. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 9 ilustruje diagram 3.10.

Tabulka 3.20

Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 9

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
2. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– postižena je stránka operacionální, lexická</li> <li>– problematická orientace na číselné ose</li> <li>– často nechápe zadání úkolu, a to nejen při školní práci, ale i v běžném životě</li> <li>– potřebuje vše zopakovat, připomenout</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– problémy ve vizuomotorické koordinaci</li> </ul>
3. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže při počítání příkladů na sčítání, odčítání a násobení do dvaceti – z několika příkladů jen jeden správně</li> <li>– pracuje pomalu, déle trvá než pochopí jakékoliv zadání</li> </ul>	
5. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– na osvojení učiva v matematice potřebuje více času</li> <li>– pokud je zkoušená hned po probrání látky, zkoušení nezvládá</li> <li>– má potíže při čtení víceciferných čísel</li> <li>– neorientuje se dobře v řádech</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vyšší stupeň poruchy v pravolevé orientaci, problémy ve vizuálním postřehu (nepostřehne celek, opomine detaily)</li> <li>– porucha vizuální paměti</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dyskalkulie (ideognostická a praktognostická, verbálně-lexická a grafická)</li> <li>– pracuje pomalu a velmi nejistě, bez vizuální představy (napsané číslo) nedokáže odříkat číselné řady</li> <li>– nepředstaví si číslo na číselné ose (číslo vpravo nebo vlevo, řadu nahoru a dolů atd.)</li> <li>– počítá na prstech po jedné i v první desítky</li> <li>– nemá představu zbytku (<math>3 + ? = 10</math>)</li> <li>– v základních výpočtech na sčítání a odčítání má velmi mnoho chyb, jedná se o operace vedle sebe i pod sebou</li> <li>– násobilku neumí, nepomáhá si ani součtem násobků čísel (nezvládá pamětné součty)</li> <li>– logiku násobení a dělení nezvládá</li> <li>– má problémy s vyplněním znamének do výpočtu, s technikou operací (jak kterou operaci dělat – zejména pod sebou)</li> <li>– nemá spoje mezi verbálně či lexicky podanými matematickými pojmy</li> <li>– neví, co se po ní požaduje (nejedná se jen o slovní úlohy)</li> <li>– v geometrii se objevují nepřesnosti</li> </ul>	

Tabulka 3.20 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
8. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– problémy s představou čísel</li> <li>– obtíže při pamětném sčítání a odčítání i v prvních desítkách</li> <li>– nezpěvněné postupy základních operací, vzájemně je zaměňuje</li> <li>– obtíže v násobilce; problémy při práci s tabulkou násobků (zejména s dělením)</li> <li>– pracuje mechanicky v současném učivu, postupně s novou látkou však učivo zapomíná</li> <li>– nemá spoje mezi verbálně či lexicky zadanými matematickými pojmy a jejich grafickou či numerickou představou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– porucha pravolevé orientace (zejména ve směru ke druhé osobě), vizuální postřeh je povrchní</li> <li>– pracovní paměť má výrazně sníženou výkonnost, vizuální paměť je podprůměrná</li> <li>– snížená výkonnost zpracování vizuálně-prostorových podnětů</li> </ul>
9. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže v oblasti numerických operací a při práci s prostorem</li> <li>– vážnou operace s malými čísly</li> <li>– chybuje při pohybu na číselné ose</li> <li>– obtíže činí aplikace základních operací a provádění postupu při výpočtu</li> <li>– velké problémy má se slovními úlohami (spojuje se zde čtenářská obtíž, obtíž s porozuměním čtenému obecně a matematickým pojmům zvláště)</li> </ul>	

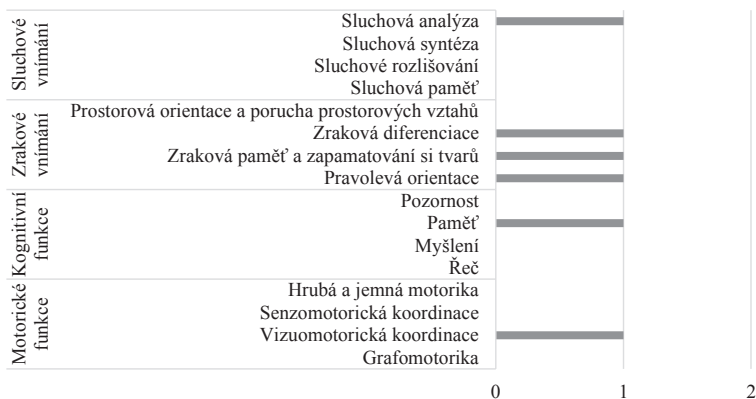


Diagram 3.10 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 9

## Případ 10

Věk matky při narození dívky byl 27 let, věk otce nebyl v záznamech uveden. Matka trpí epilepsií. Těhotenství bylo bezproblémové. Porod byl o 6 týdnů dřív císařem, porodní míry dívky byly 2 kg a 45 cm. Dívka byla 14 dní po porodu v inkubátoru. Zdravotní stav dívky je dobrý. Na začátku školní docházky byla dívka hubatá, divoká, odmlouvala, objevovalo se i lhaní. Ve škole byla hodná, kamarádká. V průběhu docházky se chování upravilo. Dívka je lítostivá, snadno se vzdává, má slabší vůli překonávat překážky. U dívky převládá nejistota, obává se neúspěchu. Rozumové schopnosti dívky jsou celkově v pásmu nižšího průměru se sníženou kognitivní efektivností. Dívka má souhlasnou levostrannou laterální (senzorycky i motoricky levák). Dívka pochází z neúplné rodiny (rodiče rozvedeni), má dva sourozence, bratry. Rodinné prostředí dívky se v průběhu školní docházky pohybovalo od málo podnětného do průměrně podnětného. V páté třídě byla dívka často nemocná, rodiče nechodili na třídní schůzky, nezajímali se o její školní docházku. Škola udávala i nedostatečnou přípravu na výuku. Dívka má pomalé pracovní tempo, je rychle unavitelná. Potřebuje několikrát zopakovat zadání, častější zpětnou vazbu, aby se ujistila, zda zvolila správný postup. Nevěří si. Odpovídá nesprávně i na otázky, na něž na začátku znala správnou odpověď.

Dívka nastoupila do školy ve věku 6,5 let. Dívka je v péči pedagogicko-psychologické poradny od druhé třídy (8 let), kdy jí byly diagnostikovány specifické poruchy učení, dyskalkulie a dysortografie. Tyto poruchy mají suspektní organický základ (rané komplikace perinatální i postnatální a opožděný vývoj řeči). Doporučena byla speciální pedagogická náprava a od pololetí navrhl speciální pedagog integraci. Ve třetí třídě byla navržena integrace od třetí do páté třídy. Dívka přešla ve třetí třídě do dyslektické třídy, kde zůstala až do třídy deváté. Dyskalkulie přetrvávala až do deváté třídy ZŠ.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 10 demonstruje tabulka 3.21. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 10 ilustruje diagram 3.11.

Tabulka 3.21

Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 10

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
2. třída	ŠD	– výukové problémy hlavně v matematice (záměny desítek, jednotek – např. $20 + 50 = 25$ apod.), nutná opora o názor	– porucha sluchové percepce, má obtíže ve sluchové analýze, hlavně v syntéze a diferenciaci – slabší slovní zásoba, s odpovědí váhá, objevuje se perseverace
	Anamnéza	– problémy s počítáním přes 20, např. $50 + 25$ nepochopí – nechápe hodiny; dříve ani nevyjmenovala dny	
	PPZ	– dezorientace v prostoru, problémy v rytmu, narušené lexické schopnosti – dezorientace na číselné ose – narušena zvláště složka operacionální – při zkouškách z paměti a s oporou o zápis není rozdíl ve výkonech – vše počítá na prstech, ale i zde dělá chyby – déle trvá než se s úkolem seznámí a potom déle trvá než se od něj odpoutá	
3. třída	PPZ	– na dotazy výsledků někdy odpovídá nesmyslně – i po předchozím procvičení zmateně hádá, nechápe podstatu či smysl prováděného – ze specifických matematických schopností jsou oslabeny především představy čísel na číselné ose, prostorové představy a vnímání, verbální faktory a číselné operace – z předčíselných představ vážně schopnost třídění, má potíže se stanovením třídících kritérií; podprůměrný je i výkon v oblasti korespondence (delší řada mnohdy automaticky znamená i větší množství předmětů, nehledě na jejich velikosti a umístění) – vnímání prostorových vztahů, manipulace s prostorem a zapamatování si prostorových vztahů je hluboce podprůměrné – doposud nejsou zpevněny vyšší číselné řady; má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných číselných řadách – výrazné obtíže činí přechody řadů (258, 258, 300 nebo 322, 321, 320, 228) – poziční hodnota číslice v čísle je nejistá (které číslo je větší a proč) – základní číselné operace násobení, dělení zvládá pouze za pomoci tabulek – sčítání a odčítání s přechodem přes desítku jsou podprůměrné a výrazně pomalé – počítá na prstech po jedné – nemá zafixovány rozklady čísel ani dopočítávání do desítky – nevidí číslo jako celek, stále počítá po jedné	– porucha zrakové percepce, pravolevé orientace, oslabená vizuomotorická koordinace a porucha optické paměti – mírná artikulační neobratnost

Tabulka 3.21 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
5. třída	ŠD	– obtíže s přechody přes desítku, matematické operace nezvládá, slovní úlohy nezvládá	– potíže ve sluchové analýze, vyšší stupeň poruchy ve sluchové diferenciaci, krátkodobá sluchová paměť – výrazné vizuální poruchy v postřehu i v paměti, poruchová syntéza – neobratné vyjadřování, hledá slova, slovní zásoba je chudší – lehčí motorická neobratnost při manipulaci s testovým materiálem
	PPZ	– nemá představu čísel na číselné ose – počítá po jedné tam i zpět, čísla nerozkládá – problémy s přechodem přes desítky i stovky – logické matematické úvahy jsou hluboce povrchné – násobilku nezvládá ani pamětně, občas si dokáže pomoci při násobení součtem násobků – operace pouze mechanicky a s chybami – nemá pojem o rozdílu mezi verbálně, či lexicky podanými matematickými pojmy a jejich představou (geometrie)	
6. třída	PPZ	– zvládá jen základy učiva za pomoci tabulek – má obtíže v číselných řadách – postupy operací si nepamatuje – pracuje mechanicky, logický úsudek chybí	– výraznější poruchy ve sluchové analýze, syntéze i diferenciaci; krátkodobá sluchová paměť – porucha ve vizuální diferenciaci, v optické paměti
9. třída	PPZ	– dyskalkulické obtíže přetrvávají zvláště v oblasti numerických operací a při práci s prostorem – aktuální učivo (úpravy výrazů, lomené výrazy) zvládá částečně, obtíže má při aplikaci vhodných postupů – starší matematické učivo si vybavuje s obtížemi a jen částečně – numerické počítání je stále velmi nejisté a s chybami	– nejistota ve sluchové diferenciaci – lehčí grafomotorická neobratnost

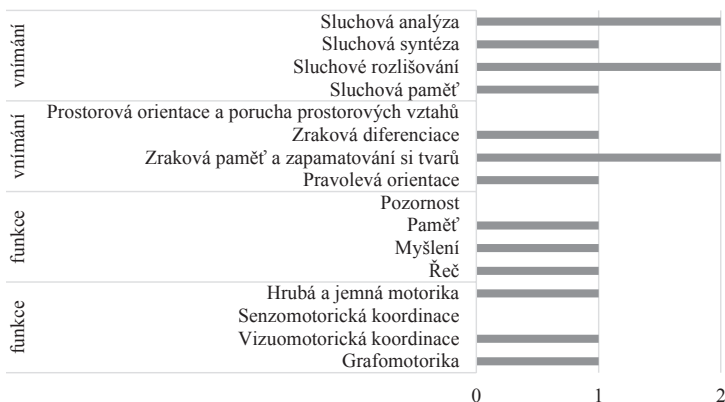


Diagram 3.11 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 10

## Případ 11

Věk matky při narození chlapce byl 23 let, věk otce nebyl v záznamech uveden. V záznamech chlapce neuvedena žádná genetická zátěž ze strany rodičů. Matka pila v těhotenství alkohol, avšak průběh těhotenství byl bez problémů. Porod byl v termínu, porodní hmotnost chlapce byla 2,5 kg. Zdravotní stav chlapce je dobrý. Chlapec je impulzivní, agresivní, lže a ve škole šaškuje a často provokuje spolužáky (občas skončí vše rvačkou). Chlapec je tělesně neklidný a neudrží oční kontakt. Rozumové schopnosti chlapce odpovídají celkově pásmu průměru. Chlapec má nevyhraněnou laterality s nevyhraněnou dominancí ruky, vedoucí oko má pravé. Chlapec pochází z pěstounské rodiny, svěřen do péče prarodičů. Rodina tvořena z babičky, dědečka, chlapce a jeho jediného sourozence, sestry. Paní učitelka rodinné prostředí vyhodnocuje jako průměrně podnětné. Práceschopnost chlapce je při individuální spolupráci přiměřena věku.

Chlapec nastoupil do školy ve věku 6,4 let. V péči pedagogicko-psychologické poradny od třetí třídy, kam chlapec přišel na vyšetření na žádost školy a jeho zákonných zástupců. Chlapec neměl výukové problémy, ale obtíže se soustředěním (poruchy koncentrace pozornosti), problémy s chováním (agresivní) a negativistické reakce na neúspěch a na chování spolužáků. Ve čtvrté třídě byly chlapci provedeny i orientační matematické zkoušky, i když nebyly požadovány. Byl zde totiž předpoklad obtíží vzhledem ke zkřížené lateralitě a vizuálním defektům. Obtíže dyskalkulického typu na podkladě percepce byly ve čtvrté třídě (10,0 let) prokázány. Ve čtvrté třídě započata individuální redukace. Školní prospěch chlapce byl v šesté třídě chvalitebný. Dyskalkulické obtíže trvaly až do deváté třídy.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 11 demonstruje tabulka 3.22. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 11 ilustruje diagram 3.12.

Tabulka 3.22

*Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 11*

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
3. třída	PPZ	– problémy s koncentrací pozornosti, při delší psychické zátěži dojde k odklonu pozornosti, případně k přesunu k jiné aktivitě	– dílčí obtíže v oblasti sluchové analýzy a syntézy – obtíže s vnímáním směrové orientace, dílčí problémy v oblasti zrakové percepce – problémy s koncentrací pozornosti – v psaní lehčí grafomotorická neobratnost

Tabulka 3.22 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
4. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže typu „jak začít“</li> <li>– často se vzdává, pokud počítá více příkladů stejného typu; některé učivo zvládá nejistě</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nedostatky ve sluchové percepci (sluchová analýza je pomalá, ve sluchové syntéze je porucha, ve sluchové diferenciaci je norma)</li> <li>– nedostatky ve zrakové percepci (vizuální postřeh i paměť hluboký podprůměr, na hranici defektu)</li> <li>– problémy s koncentrací pozornosti a unavitelností</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– žák má obtíže s vnímáním čísel na číselné ose (ve zpětných řadách zapomíná desítky)</li> <li>– obtížně numericky pamětně pracuje (čísla nevidí, nepředstaví si je, počítá raději tzv. pod sebe)</li> <li>– počty jsou časově náročnější</li> </ul>	
6. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– pokud má žák pracovat přesně, potřebuje více času</li> <li>– mírně oslabeno je vnímání, zapamatování a grafické zobrazení tvarů a prostorových vztahů</li> <li>– přetrvávají dyskalkulické obtíže v oblasti verbální a operacionální</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sluchová analýza a syntéza se postupně upravují</li> <li>– pracovní paměť má sníženou výkonnost</li> <li>– komplikovaná grafomotorická neobratnost</li> </ul>

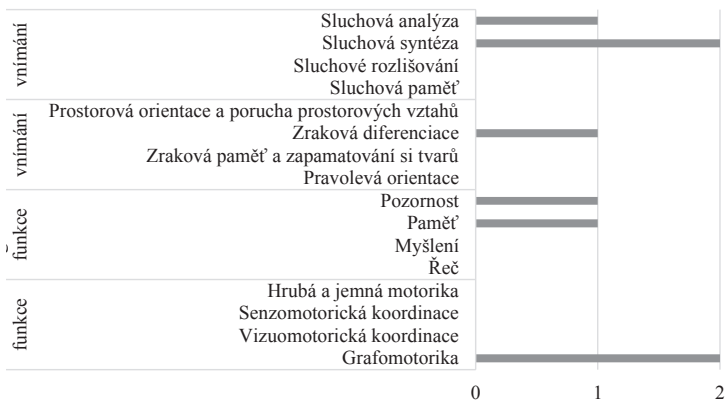


Diagram 3.12 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 11

## Případ 12

Věk matky a otce při narození dívky byl 19 a 33 let. V záznamech dívky neuvedena žádná genetická zátěž ze strany rodičů. Těhotenství bylo rizikové. Porod o týden později, bez komplikací, porodní míry dívky byly 3,30 kg a 48 cm. Dívka měla v kojeneckém věku problémy s nožičkami (musela cvičit) a s ušima. Dívka měla často záněty pravého středního ucha a záněty krční mandle. Dívce se zhoršil zrak a sluch, prodělala operace nosní a krční mandle. Dívka špatně vidí, má brýle do dálky. Dívka je klidná, málomluvná, snaží se, ale nevěří si. Celkové rozumové schopnosti žákyně odpovídají celkově pásmu nižšího průměru. Dívka má nevyhraněnou laterální ruku a s dominancí pravého oka. Rodiče dívky se rozvedli, když jí bylo šest let, s otcem však matka nežila od čtyř let dívky. Dívka svěřena do péče matky. Její biologický otec o dceru zájem má, rodiče si vychází vstříc. Přítel matky plní také funkci rodiče. Dívka má jednoho sourozence, nevlastní sestru (společná matka). Maminka se s dcerou připravuje na výuku poctivě a pečlivě, je se školou v pravidelném kontaktu. Ve vyučování se žákyně snaží, pracuje podle pokynů učitele, doma se připravuje.

Dívka nastoupila do školy ve věku 6,7 let. Dívka je v péči pedagogicko-psychologické poradny od druhé třídy. Důvod vyšetření byly výukové problémy, dívka měla problémy v matematice, problémy ve čtení a psaní, byla ve výuce nesoustředěná, hůř chápala a vše jí trvalo déle. I když se dívka zlepšila v počtech, protože násobilka jí celkem šla, nešly jí slovní příklady. Dívce doporučeno zohledňovat její zdravotní znevýhodnění ve vzdělání a doporučena náprava v PPP pod vedením speciálního pedagoga. Speciální pedagogická náprava probíhala ve druhé a třetí třídě. Speciální pedagog několikrát matce doporučoval přestup dcery do dyslektické třídy, což se neuskutečnilo, vzhledem k nutnosti dojíždění. Kontrolní psychologické vyšetření bylo doporučeno ve třetí třídě, uskutečnilo se. Bylo potvrzeno podprůměrné nadání s tím, že se nejedná o specifické poruchy učení a nelze prodloužit platnost zdravotního znevýhodnění. Opět byl doporučen přestup dívky do třídy s menším počtem žáků, do dyslektické třídy. Dívka nastoupila od začátku čtvrté třídy do jiné základní školy a byla zařazena do běžné třídy (individuální integrace) s nižším počtem žáků. V této třídě dívka setrvala do deváté třídy. Dyskalkulie byla dívce diagnostikována v šesté třídě (11,8 let). V osmé třídě dyskalkulie nepotvrzena, bylo provedeno jen orientační vyšetření. Dyskalkulické obtíže přetrvávaly do deváté třídy, kde se ve zprávě z PPP objevuje opět diagnostikovaná dyskalkulie.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 12 demonstruje tabulka 3.23. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 12 ilustruje diagram 3.13.

Tabulka 3.23

Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 12

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
5. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– velké problémy ve vnímání čísel na číselné ose</li> <li>– nízká logická úvaha</li> <li>– vysoká chybovost v základních výpočtech</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže ve sluchové diferenciaci, krátkodobější sluchová paměť</li> <li>– defekt ve vizuálním postřehu a paměti</li> <li>– mluvní projev chudší, bez vad na výslovnosti</li> <li>– držení tužky není správné</li> </ul>
6. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– chybí logický úsudek, obtížnější pamětné počítání nezvládá – počítá písemně, matematické operace a slovní úlohy zvládá nejistě a pomalu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nedostatky ve sluchové syntéze</li> <li>– nedostatky ve zrakové diferenciaci</li> <li>– slovní zásoba průměrná až chudá</li> <li>– lehčí projevy grafomotorické neobratnosti</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vážne verbalizace číselné řady pozpátku</li> <li>– nejistota při přechodech přes desítky</li> <li>– obtíže s chápáním slovně vyjádřených matematických obsahů</li> <li>– v oblasti operacionální sčítá a odčítá i v první desítce pomalu, nejistě přes desítky, připočítává a odpočítává po jedné</li> <li>– násobilky má osvojené částečně</li> <li>– nejistě je dělení, nezvládá ani u malých čísel</li> <li>– princip operace do důsledku nechápe (porucha ideagnostická)</li> <li>– v oblasti prostorově-grafické vážne vnímání, zapamatování a grafické znázornění tvarů a prostorových vztahů</li> <li>– dílčí obtíže při čtení a psaní vícečíferných čísel s nulami uprostřed</li> </ul>	
8. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nejvýrazněji selhává v oblasti operacionální a matematického úsudku</li> <li>– probírané učivo je nedostatečně osvojené, mnohdy bez návaznosti na předchozí poznatky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– krátkodobější sluchová paměť, pracovní paměť má sníženou výkonnost</li> <li>– grafomotorická neobratnost</li> </ul>
9. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dyskalkulické obtíže jsou do značné míry zvládnuty, přetrvávají v oblasti numerických operací</li> <li>– aktuální učivo chápe, obtíže má při aplikaci vhodných postupů</li> </ul>	

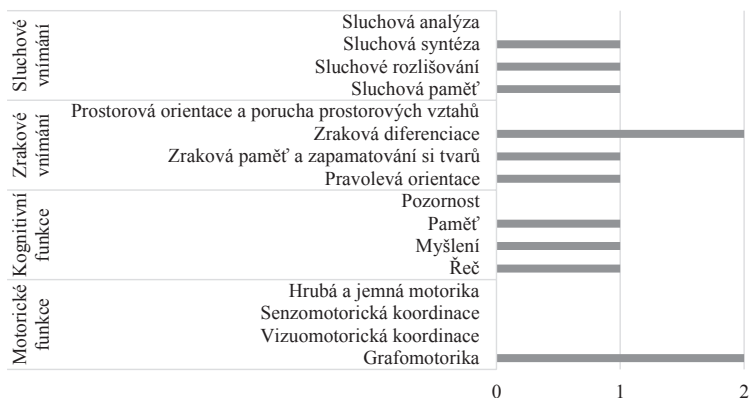


Diagram 3.13 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 12

### Případ 13

Věk matky a otce při narození chlapce byl 30 a 33 let. Matka chlapce popisovala zvláštnosti v chování u otce dítěte a u jeho matky. Průběh těhotenství nebyl v normálu, matka byla po celou dobu těhotenství pod psychickou zátěží, bydlela u tchýně. Porod byl vyvolávaný, bez komplikací, porodní míry chlapce byly 3,70 kg a 52 cm. Po porodu u chlapce probíhala dva dny fototerapie. Chlapec byl jako dítě méně obratný, probíhaly rehabilitace Vojtovou metodou, chodil až ve 22 měsících. Chlapec měl v pěti letech ploché nohy a úraz hlavy (10 cm rána, která se musela sešít). Před nástupem do školy byl chlapec fyzicky nadprůměrně vyspělý, působil jako osmiletý, měl vyšší tělesnou hmotnost. V první a čtvrté třídě byl často nemocný. U chlapce se v předškolním vzdělávání objevovaly agresivní sklony, učitelky ve školce ho nezvládaly. Chlapec byl hlučný, neklidný, pasivní, negativistický, samotář, nepřizpůsobivý, tvrdohlavý, pomalejší a velmi citově vázaný na matku. Ve školním věku byl u chlapce patrný psychomotorický neklid, těkavost, impulzivita, hyperaktivita, nedostatečný kontakt a mírná emoční nepřiléhavost. Tyto rysy osobnosti chlapce jsou možné autistické rysy. Intelektový výkon chlapce je podprůměrný s disharmoniemi. Chlapec má zkříženou laterální dominanci s dominancí pravé ruky a levého oka. Rodiče chlapce se rozvedli, když mu bylo deset měsíců. V předškolním věku chlapce byla velmi problematická rodinná konstelace a způsob výchovy. Chlapec byl v péči matky a ta žila u svých rodičů, kteří vnukovi vše dovozovali. Sourozence chlapec nemá. Rodinné prostředí chlapce je průměrně podnětné. U chlapce se objevuje nesoustředěnost, neklid, unavitelnost, pomalost a významné oslabení v práceschopnosti.

Chlapec absolvoval první vyšetření v psychologické poradně na žádost matky (zřejmě doporučeno školkou) v mateřské školce. Matka udávala velkou „úzkostlivost dítěte“ a neobratnost jemné motoriky. U chlapce byl zvažován odklad školní docházky, avšak pro jeho značnou fyzickou vyspělost doporučen nástup za předpokladu, že bude zařazen do vyrovnávací třídy. Chlapec nakonec zahájil školní docházku ve věku 6,7 let v běžné třídě, poněvadž se vyrovnávací třída neotvírala. Chlapec nastoupil do školy jako nezralý, což se odrazilo na jeho vzdělávání na prvním stupni základní školy. Ve druhé třídě byla chlapci diagnostikována dyskalkulie (8,2 let), která trvala až do třídy deváté. Skupinově integrován v dyslektické třídě od třetí do deváté třídy. V průběhu základního školního vzdělávání padl návrh od školy na přeřazení do zvláštní školy.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 13 demonstruje tabulka 3.24. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 13 ilustruje diagram 3.14.

**Tabulka 3.24**  
*Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 13*

<b>Třída</b>	<b>Dokument</b>	<b>Matematické obtíže</b>	<b>Deficity dílčích mat. funkcí</b>
Školka	PZ	– počítá do 10, neudrží však pozornost při odpočítávání předmětů, hádá	– nevyzrálá zraková percepce (snížená vizuální diferenciací) – pozornost velice krátkodobá, narušená a značně oscilující (diagnostikována porucha pozornosti a aktivity) – diagnostikovaná dyslalie – neobratnost jemné i hrubé motoriky, grafomotorika opožděná, snížená vizuomotorická koordinace, nesprávný úchop tužky
1. třída	ŠD		– výrazná porucha pozornosti a snížená přesnost – vada výslovnosti – snížená úroveň grafomotoriky

Tabulka 3.24 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
2. třída	ŠD	– nezvládá matematické operace a slovní úlohy, i s oporou o názor nezvládl přechod 10 do 20, do 100 nezvládl vůbec	– defekt vizuálního postřehování – porucha aktivity a pozornosti, LMD
	PZ	– úsudek je obecně slabší, i když se to zatím nepromítá do osvojených početních dovedností – za nižšími výsledky v počítání ve škole se zřejmě skrývá porucha pozornosti, její snadná odklonitelnost a krátkodobost	
	PPZ	– žák má špatnou představu čísel již v první desítce – chybně dopočítává zbytek do desítky – čísla s přechodem do 20 doposud nezvládl – nemá představu čísel na ose	
3. třída	ŠD	– obtíže s přechody přes desítku, matematické operace zvládá nejistě, pomalu; slovní úlohy nezvládá	– potíže ve sluchové analýze a syntéze – problémy ve zrakové percepci (vnímání a zapamatování a graf. zobrazení tvarů a prostorových vztahů)
	PPZ	– problémy s rozkladem čísla na jednotky, desítky, stovky atd. – obtíže při numerických operacích – počítá na prstech po jedné, nutná opora o názor – používá naučené postupy, někdy bez porozumění	– pozornost snadno odklonitelná, oscilující – obtíže v grafomotorice
4. třída	ŠD	– obtíže s přechody přes 10, probrané matematické operace nezvládá; slovní úlohy nezvládá – nejčastější chyby – chybí představa čísel na číselné ose, neumí se orientovat v číselných řadách, špatná představa již v první desítce, chybně dopočítává zbytek do 10, neumí a nezvládá používat pomocné tabulky, stále dopočítává na prstech, nechápe slovní vedení, používá naučené postupy bez porozumění – nezvládá učivo 4. třídy	– mírné problémy ve sluchové analýze – porucha pravolevé orientace, defekt ve vizuálním postřehu a vysoký defekt v optické paměti – pohybově méně obratný (diagnostikovaná dyspraxie)
	PPZ	– žák v matematice nepřemýšlí, nechce se mu, raději „plácá“ – nerozumí logicky násobilce, nedokáže ji uplatnit v příkladech – logické matematické úvahy jsou v defektu, obrázková analogie je v hlubokém podprůměru – má problémy s představou čísel v číselné řadě – počítá mechanicky po jedné a u desítek přestane přemýšlet a uvede zcela jiné číslo (např. sestupná řada: 883, 882, 881 a místo 880 řekne 59 a po opravě 731) – nerozloží číslo ( $10 = 7 + 8$ ; $10 = 1 + 1$ ) – odbývá záznamy, nechce se mu psát nebo graficky znázorňovat	

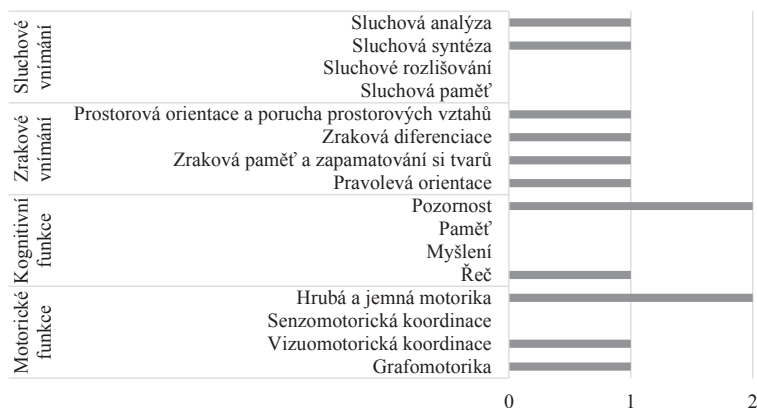


Diagram 3.14 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 13

## Případ 14

Věk matky a otce při narození dívky byl 23 a 27 let. Otec dívky je zřejmě dyslektik. Průběh těhotenství a porodu byl bez komplikací, porodní míry dívky byly 3,75 kg a 51 cm. V páté třídě dívka subtilnější postavy, působí mladším dojmem. Dívka prodělala v páté třídě vážnou chorobu, která si vyžádala závažnou a komplikovanou operaci a delší rekonvalescenci. Dívka byla v remisi a navštěvovala pravidelně lékařské kontroly (tím mohly být ovlivněny její výkony ve škole). V sedmé třídě se u dívky častěji objevuje nevolnost. Dívka byla před nemocí milá, komunikativní, temperamentní, živá, působila energicky, avšak motoricky neklidná, nesvědomitá, objevovalo se u ní šaškování a hyperaktivita. Po nemoci u dívky přetrvával psychomotorický neklid a rychleji nastupovala únava, dívka byla líná. Rozumové schopnosti dívky odpovídají celkově pásmu průměru. Dívka má nevyhraněnou lateralitu s nevyhraněnou rukou a s dominancí pravého oka. Dívka pochází z úplné rodiny, má jednoho sourozence, bratra (má smíšené vývojové poruchy SPU). Rodiče pravidelně navštěvují třídní schůzky, rodinné prostředí se jeví jako průměrně podnětné. Dívka pracuje v pomalém pracovním tempu.

První vyšetření dívka absolvovala v psychologické poradně v mateřské školce na žádost školy (návrh školy na dodatečný odklad školní docházky). Z psychologického vyšetření vyplynulo – diagnostikována dyslexie při průměrných rozumových schopnostech (počítání zatím odpovídala normě). Před nástupem do první třídy byla provedena na žádost rodičů ještě kontrola v PPP. Dívka nastoupila do první třídy bez odkladu ve věku 6,7 let, byla individuálně integrovaná ve třídě. Následně probíhala speciálně-pedagogická péče. V páté třídě dívka přestoupila na jinou základní školu do běžné třídy (byla jí posléze nabídnuta dyslektická třída, ale tu odmítla). Dyskalkulie byla dívce diagnostikována

v šesté třídě (11,9 let). V sedmé třídě dříve diagnostikovány obtíže dyskalkulického typu společně s hypokalkulií. Tyto matematické obtíže přetrvávaly u dívky až do deváté třídy.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 14 demonstruje tabulka 3.25. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 14 ilustruje diagram 3.15.

Tabulka 3.25

*Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 14*

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
4. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– obtíže s přechody přes desítku, matematické operace a slovní úlohy zvládá pomalu</li> <li>– stále si pomáhá na prstech, odpočítává tak i násobilku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mírně oslabena sluchová syntéza</li> <li>– odklony pozornosti</li> <li>– oslabena krátkodobá paměť</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– na prstech počítá všechny příklady i násobilku, trvá jí to delší dobu</li> <li>– nemá odhad na možný výsledek (příklad 3 krát 24 je 18) – oslabena krátkodobá paměť pro čísla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– lehčí grafomotorická neobratnost</li> </ul>
6. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aktuální zhoršení prostorové orientace se může projevit v geometrii</li> <li>– z vyšetření specifických matematických schopností a dovedností vyplynulo značné oslabení v operačních dovednostech</li> <li>– dosud nejsou ukotveny násobky (každý násobek fixuje s oporou o prsty, do třetího násobku jí to jde rychle, ale potom s delší latencí; násobky 6, 7 a 8 jí vůbec nejdou)</li> <li>– v numerických operacích jen s auditivní oporou je podprůměrná</li> <li>– k výsledkům základních numerických operací se dopracovává pomaleji</li> <li>– výrazně oslabena je paměťová reprodukce vizuálních podmětů, zapamatování si řady čísel</li> <li>– podprůměrný je výkon v oblasti úsudku</li> <li>– u slovních úloh volí komplikovanější postup, který nezaručuje správný výsledek</li> <li>– potřebuje mít zadání příkladů před sebou</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zhoršená prostorová orientace</li> <li>– nízká kvalita pozornosti</li> </ul>

Tabulka 3.25 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
7. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sčítá a odčítá na úrovni svého nadání v pomalejším tempu (lépe s názorem)</li> <li>– násobilkou neumí, proto má problémy s navazujícími operacemi (počítá jen za pomoci součtu násobků, s chybami a pomalu)</li> <li>– operace pod sebou umí, ale vázne ve vlastních výpočtech</li> <li>– nové operace se od šesté třídy nenaučila nebo je zapoměla; pokud se zopakují, dokáže pracovat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– slabší průměr ve vizuálním postřehu a paměti</li> <li>– snížená výkonnost</li> <li>– v pracovní paměti a slabší průměr ve vizuální paměti</li> <li>– méně obratný grafomotorický písemný projev</li> </ul>

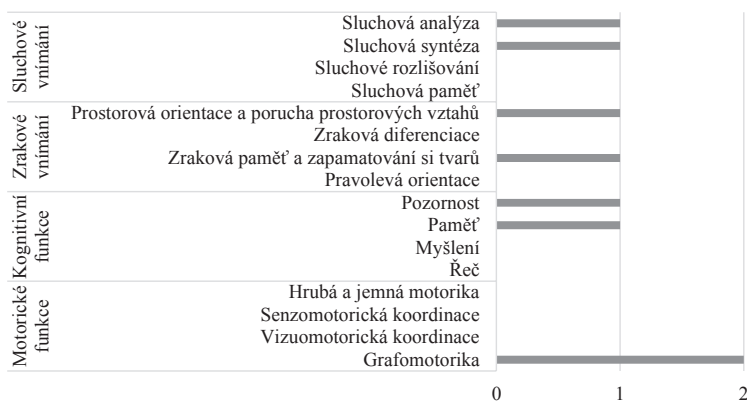


Diagram 3.15 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 14

## Případ 15

Věk matky a otce při narození chlapce byl 24 a 23 let. Z neurologického vyšetření chlapce vyplývá pravděpodobně familiární dispozice. Průběh těhotenství a porod bez komplikací. Zdravotní stav chlapce je dobrý. Na začátku školní docházky se u chlapce objevily v chování infantilismy, emoční labilita a nezralost osobnostního vývoje. V první třídě se u chlapce objevovala tréma, nemluvnost, hyperaktivita (nevyržel sedět v lavici) a měl problémy s navázáním kontaktu (konfliktní). Ve druhé třídě se chlapcovo chování projevovalo sníženou důvěrou, šaškováním, měl problémy s navázáním kontaktu (vyhledával mladší kamarády) a často nechťeně spolužákům ublížil. Ve druhém pololetí sedmé třídy měl chlapec druhý stupeň z chování (nevhodné chování ve vyučování). V deváté třídě se chlapcovo chování velmi zlepšilo, nevyrušoval ve vyučování, byl zodpovědnější a soustředěnější při práci a ve vztahu ke spolužákům byl

bezkonfliktní. Při vyšetření působil klidně, tiše, nenápadně. Celkové rozumové nadání chlapce je v pásmu slabšího průměru, rozložení schopností je nerovnoměrné. Má souhlasnou lateralitu, levostranná dominance ruky i oka (ruka méně vyhraněná). Chlapec pochází z neúplné rodiny. Rodiče chlapce se rozvedli, když mu bylo šest let. Žije v disociované rodině, vztahy v rodině jsou disharmonické a konfliktní. Má jednoho sourozence, bratra (veden v PPP kvůli dysortografii). Spolupráce matky se školou je výborná, matka pomáhá chlapci s domácí přípravou. Chlapec pracuje ve velmi pomalém tempu, výrazně oslabena je u něho práceschopnost. Musí být často k práci pobízen, hlavně v matematice bývá lenivý. Pokud chce, v pomalejším pracovním tempu je schopen i samostatné práce.

Chlapec je v péči pedagogicko-psychologické poradny od necelých šesti let, kdy byla na žádost matky přešetřena školní zralost. Z vyšetření vyplynulo – nezralosti ve sluchu pro řeč a celkové pozvolné dozrávání expresivní řečové složky se suspektním rozvojem specifických poruch učení; neobratná grafomotorika a vizuomotorika s nezralostí v pravolevé orientaci, handicapován neurčitou lateralitou; celkové nadání bylo v normě, nerovnoměrně rozložené (oslabení pojmu číselného množství, nezralost číselných představ), práceschopnost byla zhoršena pro odklony pozornosti, celkově přetrvávala předškolní psychická struktura. PPP doporučila odklad školní docházky o rok. Matka souhlasila s doporučením a chlapec do školy nastoupil o rok později ve věku 7,3 let. V první třídě měl výukové problémy a individuální integraci. Ve druhé třídě (8,8 let) byla chlapci diagnostikována dyskalkulie, která přetrvávala do deváté třídy. Od třetí třídy byl chlapec skupinově integrován v dyslektické třídě, kam chodil až do deváté třídy. V průběhu základoškolné docházky bylo chlapci doporučeno opakovat první třídu, opakovat druhou třídu, avšak nestalo se tak. Padl návrh i na zvláštní školu. U chlapce probíhala individuální reedukace, ale byl na tom velmi špatně, jeho výkony byly neadekvátní.

Průběh matematických obtíží, jejich vývoj a deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 15 demonstruje tabulka 3.26. Intenzitu deficitů dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 15 ilustruje diagram 3.16.

Tabulka 3.26

Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 15

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
1. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– matematické operace zvládá pomalu, slovní úlohy nezvládá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– v defektu jsou sluchová analýza, syntéza a diferenciacie</li> <li>– lehčí oslabení ve zrakové percepci, vážne pravolevá orientace na cizím tělesném schématu, zraková diferenciacie v podprůměru</li> <li>– poruchy pozornosti na podkladě susp. LMD</li> <li>– v řeči mírná neobratnost, chudá slovní zásoba</li> <li>– výrazné grafomotorické a vizuomotorické neobratnosti</li> </ul>
2. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– nezvládá slovní úlohy, násobilku dvou zvládá pomalu, potřebuje vždy vysvětlit typ příkladu; počítá jen s osou, z paměti nepočítá</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sluchová analýza a syntéza stále v defektu, sluchová diferenciacie je pomalá a nejistá</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ze specifických matematických schopností jsou oslabeny předčíselné představy; jsou oslabeny představy čísel na číselné ose, prostorové představy a vnímání, verbální, lexické, úsudkové a operační faktory</li> <li>– dosud nejsou zpevněny číselné řady, vážne jejich představa</li> <li>– má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných řadách</li> <li>– výrazné problémy činí přechody řádů</li> <li>– má potíže se čtením čísel a číselných vět</li> <li>– základní číselné operace pamětně nezvládá (pracuje pouze s pomocí tabulek, číselných os a prstů)</li> <li>– počítá na prstech po jedné</li> <li>– pracuje mechanicky, bez logických matematických úvah – nedoplní například znaménko plus a minus ani v jednoduchých příkladech</li> <li>– vysoký stupeň dyskalkulie (praktognostická, operacionální, ideognostická, verbální, lexická i grafická)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– porucha vizuální paměti</li> <li>– problém v grafomotorické a vizuomotorické neobratnosti</li> </ul>

Tabulka 3.26 (pokračování)

Třída	Dokument	Matematické obtíže	Deficity dílčích mat. funkcí
4. třída	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vážne seriace a klasifikace, potíže se objevují v oblasti zapamatování si (potíže činí řazení – dny v týdnu, měsíce apod.)</li> <li>– velké problémy v základních početních operacích, chybí představa desítkové soustavy, nutná vizuální podpora (tabulka)</li> <li>– tvoří zrcadlové obrazce, problémy v asymetrických vzorech</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– je oslabeno sluchové vnímání – analýza, syntéza a diference</li> <li>– mírná nejistota v rozlišení pravolevých tvarů, i když izolovaně rozlišení pravolevé orientace zvládne</li> <li>– pozornost stále lehce odklonitelná</li> <li>– nižší slovní zásoba, nižší mluvní apetit, artikulační neobratnost</li> <li>– problém v grafomotorické a vizuomotorické neobratnosti; dysgnozie a dyspraxie</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ze specifických matematických schopností jsou oslabeny především verbální a operační faktory</li> <li>– dosud nejsou zpevněny vyšší číselné řady</li> <li>– má potíže orientovat se ve vzestupných i sestupných řadách</li> <li>– výrazné potíže činí přechod řádů</li> <li>– poziční hodnota číslice v čísle je nejistá</li> <li>– základní číselné operace jsou podprůměrné, výrazně pomalé</li> <li>– při počítání volí odpočítávání po jedné</li> <li>– selhává v sériových číselných operacích</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> </ul>	
6. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– pracuje s pomocí tabulek, nezvládá základní číselné operace, chybí prostorová představivost, výrazná nechuť k práci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zůstává oslabená sluchová analýza a syntéza a diference</li> <li>– artikulační neobratnost</li> <li>– grafomotorická neobratnost</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– z matematických schopností jsou oslabeny především číselné operace</li> <li>– základní číselné operace jsou hluboce podprůměrné, výrazně pomalé</li> <li>– při počítání často volí odpočítávání po jedné s oporou o názor (prsty, vytváření dalších názorných pomůcek)</li> <li>– vážne aplikace číselných operací</li> <li>– v číselných řadách se začíná orientovat</li> <li>– poziční hodnota v čísle je neupevněna</li> </ul>	
9. třída	ŠD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabeny číselné operace, odpočítává po jedné s oporou o názor (prsty), začíná se orientovat v číselných řadách</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oslabeno zůstává sluchové vnímání – analýza a syntéza</li> <li>– oslabeno zpracování zrakových vjemů</li> <li>– pracovní paměť má sníženou výkonnost</li> <li>– artikulační neobratnost</li> <li>– grafomotorická neobratnost</li> </ul>
	PPZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>– z matematických schopností je zcela oslabena numerace i číselné operace</li> <li>– dosud nejsou zpevněny číselné řady</li> <li>– má potíže zejména orientovat se v sestupných řadách</li> <li>– základní číselné operace jsou podprůměrné, výrazně pomalé, se zvýšenou chybovostí</li> <li>– selhává v sériových číselných operacích</li> </ul>	

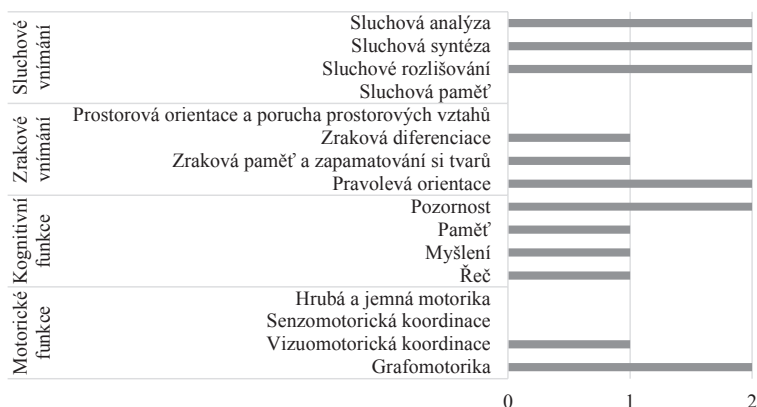


Diagram 3.16 Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 15

### – 3 – 2 – 4 Shrnutí výsledků

Na základě analýzy jednotlivých případů se nyní pokusíme odpovědět na výzkumné otázky, které byly položeny před realizací výzkumné studie I vzhledem ke stanoveným cílům výzkumu.

#### Výzkumné otázky vztahující se k cíli 1:

##### a) Jaký byl věk matky a otce při narození dítěte?

Průměrný věk matky žáka při narození dítěte byl 27,8 let (min. hodnota 19 let, max. hodnota 37 let) a průměrný věk otce žáka při narození dítěte byl 29,9 let (min. hodnota 21 let, max. hodnota 38 let). Věk tří otců jsme v záznamech nenašli.

##### b) Existuje u dítěte určitá hereditární zátěž?

U sedmi žáků se vyskytuje mírná hereditární zátěž – tři žáci (případ 4, 5, 14) mají otce zřejmě dyslektika, dva žáci (případ 1, 10) mají matku s epilepsií, matka jednoho žáka (případ 13) udává zvláštnosti v chování u otce dítěte a u jeho matky a u jednoho žáka (případ 15) vyplývá z neurologického vyšetření pravděpodobně familiární dispozice. U osmi žáků (případ 2, 3, 6–9, 11, 12) se nevyskytuje žádná hereditární zátěž. U pěti případů (případ 4, 5, 9, 14, 15) se objevují poruchy učení i u sourozence.

Můžeme si všimnout, že u případů, u kterých se vyskytuje určitá hereditární zátěž ze strany rodičů, se i u jejich sourozenců objevují poruchy učení. Podle Pokorné (2001, s. 80) „existují genetické rizikové faktory pro vznik specifických poruch učení, není však dosud zřejmé, které to jsou (tj. co se vlastně geneticky předává). Není ani prokázané, které procesy při výuce čtení, psaní a počítání toto riziko ovlivňuje“.

*c) Jaký byl průběh těhotenství a jaký byl průběh a termín porodu?*

U sedmi žáků se objevují mírné odchylky od normálního průběhu těhotenství. Dvě matky s epilepsií (případ 1, 10) braly v průběhu těhotenství léky na tuto nemoc. Matka jednovaječných dvojčat (případ 4, 5) byla půl roku po abortu a těhotenství bylo od čtvrtého měsíce rizikové v důsledku nošení dvojčat. Matka dalšího žáka (případ 11) pila v průběhu těhotenství alkohol, další matka (případ 12) měla rizikové těhotenství a další matka (případ 13) prodělala v těhotenství extrémní psychickou zátěž. Mírné odchylky od průběhu porodu se vyskytly u pěti žáků. Dva porody byly vyvolávány (případ 1, 13). Jeden porod byl o šest týdnů dřív (případ 10) a dítě potom muselo být čtrnáct dní v inkubátoru. Jednovaječná dvojčata (případ 4, 5) se narodila o tři týdny dřív císařským řezem. U osmi matek by průběh těhotenství a porodu normální (případ 2, 3, 6–9, 14, 15).

*d) Jaký je zdravotní stav dítěte?*

U šesti žáků (případ 1, 2, 5, 7, 12, 13) se objevují mírné zdravotní potíže v průběhu základní školy. Tři žáci (případ 1, 2, 12) mají porušený zrak. Dva žáci (2, 12) mají porušený sluch. Dva žáci (případ 12, 13) měli v dětství motorické problémy. U dvou žáků (1, 13) se v dětství objevilo nerovnoměrné zrání osobnosti. Jeden žák (případ 13) utrpěl úraz hlavy. U jedné žákyně (případ 14) se objevila v průběhu školní docházky závažná nemoc, která si vyžádala komplikovanou operaci a následnou dlouhodobou rekonvalescenci. Zdravotní stav osmi žáků (případ 3, 4, 6, 8–11, 15) je dobrý.

*e) Jaká je struktura osobnosti žáka?*

Normální struktura osobnosti je u osmi žáků (případ 1, 2, 4–6, 8, 9, 12). U sedmi žáků (případ 3, 7, 10, 11, 13, 14, 15) se objevují mírné odchylky od normálního stavu. U těchto žáků se objevovalo šaškování (případ 3, 11, 14), lhaní (případ 10, 11), impulzivita (případ 7, 11), psychomotorický neklid (případ 11, 13, 14), emoční problémy (případ 13, 15), negativismus (případ 11), agresivita (případ 11). U jednoho žáka (případ 13) se objevovaly potencionálně autistické sklony (samotář, úzkostlivý, bojácný citově vázaný na matku). Pět žáků (případ 3, 7, 8, 10, 12) má sníženou sebedůvěru, nevěří si.

*f) Jaké jsou rozumové schopnosti žáka?*

U tří žáků (případ 1, 5, 13) jsou rozumové schopnosti podprůměrné a nerovnoměrně rozložené. U sedmi žáků (případ 2–4, 6, 7, 11, 15) jsou rozumové schopnosti průměrné a nerovnoměrně rozložené. U pěti žáků (případ 8–10, 12, 14) jsou rozumové schopnosti průměrné a rovnoměrně rozložené.

*g) Jakou má žák laterálníitu?*

Sedm žáků má zkrříženou laterálníitu. Z toho šest žáků (případ 1, 2, 4, 5, 9, 13) s dominancí pravé ruky a levého oka a jeden žák (případ 6) s dominancí levé ruky a pravého oka. Čtyři žáci mají souhlasnou laterálníitu. Z toho dva žáci (případ 7, 8)

pravostrannou a dva žáci (případ 10, 15) levostrannou. Tři žáci (případ 11, 12, 14) mají nevyhraněnou lateralitu s nevyhraněnou rukou, vedoucí oko mají pravé.

Z výsledků si můžeme všimnout, že u žáků s dyskalkulií převládala zkrřížená lateralita a u některých se objevila i lateralita nevyhraněná. Tyto výsledky korespondují s výsledky mnoha autorů (např. Milz, 1980, s. 289), kteří na základě analýzy anamnestických údajů dětí se specifickými poruchami učení prokázali častější výskyt levorukosti, ambidextrie nebo zkrřížené laterality.

#### *h) Jaký je stav rodiny ve které dítě vyrůstá a jaké je žákovo rodinné prostředí?*

Deset žáků (případ 1–9, 14) s poruchami matematických schopností žije v úplné rodině. Čtyři žáci (případ 10, 12, 13, 15) žijí v neúplné rodině, rodiče těchto dětí se rozvedli a děti byly svěřeny do péče matky. Jeden žák (případ 11) žije v pěstounské rodině potom, co byl svěřen do péče prarodičů. U dvanácti žáků (případ 1–7, 10–15) jsme vyhodnotili rodinné prostředí jako průměrné podnětné a u dvou žáků (případ 8, 9) jako velmi podnětné.

#### *i) Jakou má žák práceschopnost?*

U tří žáků (případ 6, 8, 12) je práceschopnost normální, přiměřená věku. U jedenácti žáků (případ 1–5, 7, 9–11, 14, 15) se objevovaly mírné odchylky od normálního stavu. U jednoho žáka (případ 13) je práceschopnost výrazně porušena, tento žák odmítá pracovat, je neklidný, pomalý, nesamostatný. Dvanáct žáků má pomalé pracovní tempo (případ 1–5, 7, 9–11, 13–15). U šesti žáků se objevuje zvýšená unavitelnost (případ 4, 5, 10, 11, 13, 15). Pěti žákům se nechce samostatně pracovat (případ 1, 9, 10, 13, 15).

### **Úzkumné otázky vztahující se k cíli 2:**

#### *a) Má žák porušené percepční, kognitivní nebo motorické funkce?*

U čtrnácti žáků se objevují porušené všechny tři funkce – percepční, kognitivní i motorické. Jen u jednoho žáka (případ 7) se objevují porušeny jen dvě funkce – percepční a kognitivní. U každého žáka se vyskytují poruchy funkcí v odlišné intenzitě.

#### *b) Jaké deficitní dílčí funkce matematické schopnosti se u žáka objevují?*

Shrnutí deficitů dílčích funkcí prezentujeme od funkcí, jejichž postižení bylo u žáků nejvíce četné po funkce, jejichž postižení bylo u žáků nejméně četné.

Porušení dílčí funkce sluchového vnímání, *sluchové analýzy*, se objevuje u dvanácti žáků (případ 2–5, 7–11, 13–15). Porušení dílčí funkce sluchového vnímání, *sluchové syntézy*, se objevuje u dvanácti žáků (případ 2–7, 10–15). Porušení dílčí funkce kognitivní funkce, *paměti*, se objevuje u jedenácti žáků (případ 1, 2, 6–12, 14, 15). Porušení dílčí funkce motorické funkce, *grafomotoriky*, se objevuje u jedenácti žáků (případ 2–6, 10–15). Porušení dílčí funkce zrakového vnímání, *zrakové diference*, se objevuje u jedenácti žáků (případ 3–7, 9–13, 15). Porušení

dílčí funkce zrakového vnímání, *optické paměti a zapamatování si tvarů*, se objevuje u devíti žáků (případ 6–10, 12–15). Porušení dílčí funkce sluchového vnímání, *sluchového rozlišování*, se objevuje u sedmi žáků (3–5, 7, 10, 12, 15). Porušení dílčí funkce kognitivní funkce, *řeči*, se objevuje u sedmi žáků (případ 3–5, 10, 12, 13, 15). Porušení dílčí funkce motorické funkce, *vizuomotorické koordinace*, se objevuje u sedmi žáků (případ 3, 6, 8–10, 13, 15). Porušení dílčí funkce kognitivní funkce, *pozornosti*, se objevuje u šesti žáků (případ 1, 2, 11, 13–15). Porušení dílčí funkce zrakového vnímání, *pravolevé orientace*, se objevuje u šesti žáků (případ 7, 9, 10, 12, 13, 15). Porušení dílčí funkce kognitivní funkce, *myšlení*, se objevuje u pěti žáků (případ 1, 7, 10, 12, 15). Porušení dílčí funkce motorické funkce, *hrubé a jemné motoriky*, se objevuje u tří žáků (případ 1, 10, 13). Porušení dílčí funkce zrakového vnímání, *prostorové orientace a prostorových vztahů*, se objevuje u tří žáků (případ 1, 13, 14). Porušení dílčí funkce motorické funkce, *senzomotorické koordinace*, se objevuje u dvou žáků (případ 4, 5). Porušení dílčí funkce sluchového vnímání, *sluchové paměti*, se objevuje u dvou žáků (případ 10, 12).

### Úzkumné otázky vztahující se k cíli 3:

a) *V kolika letech byly žákovi diagnostikovány matematické obtíže?*

Žákům byly matematické obtíže diagnostikovány od věku 7,8 let (případ 9) do věku 14,2 let (případ 2). Průměrný věk, kdy byla žákovi diagnostikována porucha matematických schopností, je 10,0 let.

b) *Jaké matematické obtíže se u žáka objevovaly?*

U žáků s poruchou matematických schopností se objevovaly matematické obtíže. Tyto obtíže jsme sepsali podle zastoupení od nejvíce četného po nejméně četný. Matematické obtíže: problémy v základních číselných operacích (11 žáků); obtíže při přechodu mezi jednotlivými řády (10 žáků); počítání s oporou o prsty (10 žáků); obtíže s orientací v číselných řadách (např. potíže orientovat se ve vzestupných či sestupných řadách) (9 žáků); obtíže se zápisy víceciferných čísel (hlavně pokud se v zápisu čísla objevují nuly) (7 žáků); počítání po jedné (při sčítání nebo odčítání) (7 žáků); obtíže při vnímání prostorových vztahů a při manipulaci s prostorem (7 žáků); obtíže při třídění a při stanovení třídících kritérií – oslabeny jsou předčíselné představy (6 žáků); potíže se čtením víceciferných čísel (6 žáků); nejistota v poziční hodnotě číslice v čísle (5 žáků); vážne aplikace číselných operací (5 žáků); obtíže při zapamatování si prostorových vztahů (5 žáků); obtíže s představou čísel na číselné ose (4 žáci); oslabena oblast číselných operací (4 žáci); poruchy ve spojích mezi lexicky či verbálně vedenými matematickými pojmy a jejich grafickou či numerickou představou (3 žáci); problémy s představou čísel na číselné ose a tím s počty přes přechody mezi desítkami, stovkami atd. (3 žáci); obtíže při chápání principu operace (3 žáci); obtíže se zapamatováním si číselné řady (2 žáci); problémy při orientaci na číselné ose (2 žáci); podprůměrný výkon v oblasti korespondence – oslabeny jsou předčíselné představy

(2 žáci); obtíže při dopočítávání do desítky (2 žáci). Samostatně se u jednotlivých žáků objevovaly tyto obtíže: obtížná práce s matematickými symboly, operacemi, apod.; problémy v kombinaci matematických pojmů s představou grafickou nebo numerickou (žák neví, jak vypadá krychle, obdélník, pravoúhlý trojúhelník, tupý/ostří úhel nebo co má dělat, když má vypočítat podíl, rozdíl, součin, součet čísel); obtíže při výběru operace sčítání, odčítání, násobení a dělení ve slovních úlohách; problémy s porovnáváním čísel; selhávání v představě geometrických obrazců; obtíže při odřikání číselné řady; problémy s představou čísel; chybování při pohybu na číselné ose; obtíže při zvládnutí základních číselných operací násobení, dělení (zvládnutí pouze za pomoci tabulek); obtíže a pomalost při sčítání a odčítání s přechodem přes základ deset; problémy s rozklady čísel; obtíže při numericky pamětné práci; obtíže při verbalizaci číselné řady pozpátku; obtíže s chápáním slovně vyjádřených matematických obsahů; problémy při aplikaci vhodných postupů; obtíže při odhadu možného výsledku; problémy s oslabenou krátkodobou pamětí pro čísla; problémy s osvojováním si násobilky; potíže při řazení dnů v týdnu, dnů v měsíci apod.

*c) Jaký byl vývoj matematických obtíží?*

Vývoj matematických obtíží byl u každého žáka v průběhu základní školy jiný. Tento vývoj jsme se u každého žáka snažili popsat a určit, které dílčí funkce matematické schopnosti byly v danou dobu u žáka porušeny.

*d) Kompenzovaly se matematické obtíže během školní docházky?*

Matematické obtíže byly částečně kompenzovány nebo došlo k mírnému zlepšení u dvou žáků (případ 2, 14). U ostatních třinácti žáků (případ 1, 3–13, 15) se stav matematických obtíží téměř nezměnil.

## – 3 – 3 Výzkumná studie II

Druhá výzkumná studie se zabývá otázkou vlivu poruch matematických schopností žáka s dyskalkulií na řešení učební úlohy ve fyzice. Tento vliv ilustrujeme na didaktickém testu, který zahrnuje všechny etapy řešení fyzikální učební úlohy. Smyslem studie je především zjistit, které typy úloh a etapy řešení fyzikální úlohy jsou u žáka s dyskalkulií nejobtížnější, a stanovit typické chyby, které se u těchto žáků objevují.

### – 3 – 3 – 1 Výzkumné cíle, otázky a hypotézy

Hlavním cílem této výzkumné studie je zjistit, jaký vliv mají poruchy matematických schopností žáka s dyskalkulií na řešení učební úlohy ve fyzice.

Cíle výzkumné studie jsou:

**Cíl 4:**

Stanovit, jaká je úroveň dovednosti řešit učební úlohu ve fyzice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie.

**Cíl 5:**

Zjistit, jaké typy úloh ve fyzice činí žákům s dyskalkulií největší obtíže při řešení, a stanovit typické chyby u žáků s dyskalkulií.

**Cíl 6:**

Určit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi úrovní dovedností řešit učební úlohu ve fyzice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie.

**Cíl 7:**

Posoudit, které kategorie etap řešení učební úlohy ve fyzice jsou pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější.

Tyto cíle jsme specifikovali pomocí výzkumných otázek, které jsme rozdělili do tří základních okruhů:

**Okruh I: Celkové výsledky žáků s dyskalkulií a žáků bez dyskalkulie.**

*Jaké jsou výsledky žáků v didaktickém testu zjišťujícím úroveň dovedností žáka řešit učební úlohy ve fyzice?*

**Okruh II: Dílčí výsledky žáků s dyskalkulií a žáků bez dyskalkulie při řešení jednotlivých úloh. Stanovení nejobtížnějších úloh a typických chyb u žáka s dyskalkulií.**

*Jakých výsledků dosahují žáci s dyskalkulií a bez dyskalkulie při řešení jednotlivých úloh? Které typy úloh byly pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější? Které úlohy se nejvíce liší v obtížnosti u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie? Které úlohy jsou úlohy s nejvyšší obtížností u žáků s dyskalkulií? Jak řeší úlohy s nejvyšší obtížností žáci s dyskalkulií? Jaké obtíže a typické chyby se u žáků s dyskalkulií objevují? Které kategorie etap řešení úlohy byly pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější?*

**Okruh III: Srovnání výsledků žáků s dyskalkulií a žáků bez dyskalkulie.**

*Liší se úroveň dovedností řešit učební úlohu u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie? Liší se úroveň dovedností v jednotlivých kategoriích etap řešení úlohy u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie?*

První dva okruhy jsou deskriptivní povahy. Ve třetím okruhu byly výzkumné otázky doplněny o hypotézy popisující vztah mezi mírou osvojení dovedností u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie:

**Hypotéza  $H_1$ :** *Míra osvojení dovedností (tzn. dosažené výsledky v didaktickém testu) je u žáků s dyskalkulií významně menší než u žáků bez dyskalkulie.*

**Hypotéza  $H_2$ :** Úroveň dovednosti řešit verbální kategorii etap učební úlohy je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.

**Hypotéza  $H_3$ :** Úroveň dovednosti řešit převody fyzikálních jednotek je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.

**Hypotéza  $H_4$ :** Úroveň dovednosti řešit algebraickou kategorii etap učební úlohy je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.

**Hypotéza  $H_5$ :** Úroveň dovednosti měřit fyzikální veličiny je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.

**Hypotéza  $H_6$ :** Úroveň dovednosti pracovat s daty je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.

### – 3 – 3 – 2 Metodologie výzkumu

Následující text popisuje metodologický postup, který bude použit v rámci druhé výzkumné studie. Obsahuje popis: výzkumného souboru, použitých výzkumných metod a výzkumného nástroje, ověřování a způsobu zpracování získaných dat.

#### Výzkumný soubor

Základní soubor tvořili žáci 9. ročníků základních škol. Výběrový soubor byl sestaven dostupným výběrem ze 13 tříd; 11 tříd bylo běžných s žádnou specializací a 2 třídy byly specializované na výuku žáku se specifickými poruchami učení, tzv. dyslektické třídy. Celkem se výzkumu zúčastnilo 210 žáků, přičemž 72 žáků (34,3 %) bylo s jednou nebo více SPU<sup>16</sup>, z tohoto počtu bylo 14 žáků (6,7 %) s vývojovou dyskalkulií. Detailní popis 14 žáků s dyskalkulií (případ 1–7, 9–15) jsme prezentovali ve výzkumném šetření I. U všech těchto žáků se dyskalkulie kombinovala s další specifickou poruchou učení. Kombinaci poruch učení u jednotlivých případů znázorňuje diagram 3.1 (výzkumná studie I). Pro lepší přehled udáváme tabulku 3.27 s počtem žáků zkoumaných tříd základních škol.

---

<sup>16</sup> U žáků s SPU bez dyskalkulie převládaly tyto specifické poruchy učení: dysortografie (u 46 žáků), dyslexie (u 34 žáků) a dysgrafie (u 31 žáků). 18 žáků z tohoto počtu mělo jen jednu specifickou poruchu učení, u ostatních byly poruchy učení různě kombinovány.

Tabulka 3.27

Charakteristika výběrového souboru výzkumného šetření II

Škola	Třída	Počet žáků	Počet žáků se SPU	Počet žáků s dyskalkulií
1. Běžná základní škola	9. A	21	5	0
	9. B	19	7	0
	9. C	19	9	2
2. Běžná základní škola	9. A	22	6	1
3. Běžná základní škola	9. A	11	1	0
	9. B	18	5	0
4. Základní škola s dyslektickými třídami	9. A	8	1	0
	9. B	18	2	0
	9. C (dyslektická)	11	11	5
5. Základní škola s dyslektickými třídami	9. A	15	7	4
	9. D (dyslektická)	14	14	2
6. Běžná základní škola	9. B	18	1	0
7. Běžná základní škola	9. A	16	3	0
Celkem	13 tříd	210	72	14

## Výzkumná metoda

Při druhé výzkumné studii bylo použito výzkumné metody testování dovednosti žáka ve fyzice. Výzkumným nástrojem byl didaktický test (příloha 1). Didaktický test z fyziky jsme zkonstruovali na základě rešerše literatury o učebních úlohách a vývojové dyskalkulii a předchozích pilotních studií. K sestavení didaktického testu bylo využito didaktického materiálu (Kolářová & Bohuněk, 1999, 2000, 2002, 2003). Didaktický test se skládá z 25 úloh (3 uzavřené a 22 otevřených) a je zaměřen na dovednosti žáka. Maximální počet bodů, který mohli žáci získat, byl 28. U úloh s výběrem odpovědi a u úlohy se stručnou odpovědí byl za správnou odpověď přiřazován 1 bod. U otevřených složitějších úloh mohli žáci získat za správné řešení 2 body a za částečné řešení 1 bod. Jednotlivé úlohy byly sestaveny tak, aby didaktický test obsahoval všechny etapy řešení učební úlohy ve fyzice (tabulka 3.28). Vynechali jsme pouze jednu etapu, numerické řešení úlohy. Z předchozích pilotních výzkumů vyplynulo, že žáci s dyskalkulií mají v této etapě největší problém, a tak jsme na tuto etapu zaměřili zvláště celé třetí výzkumné šetření (didaktický test matematika).

Tabulka 3.28

Specifikační tabulka testu z fyziky

Etapa řešení fyzikální úlohy	Počet úloh
Správné symbolické označení veličin	1
Převody jednotek veličin	6
Výběr vhodného fyzikálního vztahu	1
Porozumění zadání úlohy, textu	3
Formulace a zápis výsledku řešení úlohy	1
Konstrukce grafu	1
Numerické výpočty	0
Určení fyzikální jednotky výsledku měření	1
Vyjádření neznámé veličiny ze vzorce	1
Provedení měření	4
Čtení z grafu	4
Čtení z tabulky	2

Před samotným užitím didaktického testu (příloha 1) pro výzkumné účely jsme provedli jeho ověřování a následně jeho optimalizaci (viz Pavlíčková, 2014, s. 89–97). Zjišťovali jsme obtížnost jednotlivých úloh výpočtem hodnoty obtížnosti  $Q$  (viz Chráska, 1999, s. 47) a citlivost jednotlivých úloh výpočtem koeficientu citlivosti, tzv. tetrachorického koeficientu citlivosti  $r_{tet}$  (viz Chráska, 2007, s. 120). Reliabilitu didaktického testu jsme kontrolovali pomocí Kuderova-Richardsonova vzorce (viz Chráska, 2007, s. 198–200), který zjišťuje spolehlivost a přesnost didaktického testu. „Tento model výpočtu koeficientu reliability je vhodný pro didaktické testy úrovně“ (Chráska, 2007, s. 199). V rámci analýzy vlastností úloh jsme provedli také analýzu tzv. nenormovaných odpovědí, především rozbor vynechaných odpovědí. Validita testu byla zabezpečena srovnáním obsahu testových úloh s učivem stanoveným v *Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání* a posouzením testu odborníkem. Ověřování didaktického testu z fyziky jsme provedli v březnu školního roku 2012/2013 na základní škole v Brně.

### Zpracování a analýza dat

Před samotnou analýzou dat jsme museli získané materiály zpracovat. Didaktický test (příloha 2) obsahuje 25 základních úloh. Maximální počet bodů, který mohli žáci získat, byl 28. U úloh s výběrem odpovědi a u úloh se stručnou odpovědí byl za správnou odpověď přiřazován 1 bod. U otevřených složitějších úloh (úloha 4, 5 a 10) mohli žáci získat za správné řešení 2 body a za částečné řešení 1 bod.

Nejdříve jsme jednotlivé testy ohodnotili a čárkovací metodou jsme pomocí čárek zaznamenávali výskyt jednotlivých hodnot. Abychom rozlišili žáky s dyskalkulií a žáky bez vývojové dyskalkulie, používali jsme různé barvy čárek. Výsledky jsem zaznamenali do tabulky četnosti dosažených bodů. Dále jsme pomocí čárkovací metody zaznamenávali četnosti špatných odpovědí a žádných odpovědí u jednotlivých úloh didaktického testu. V rozlišení žáků s dyskalkulií a bez dyskalkulie jsme využili opět odlišné barvy čárek. Po zpracování jsme dostali dvě hlavní tabulky. První tabulku s četnostmi celkových získaných bodů z didaktického testu a druhou tabulku s četnostmi špatných odpovědí a nezodpovězených úloh testu. Tyto dvě tabulky jsme porovnali, abychom si ověřili správnost postupu.

K analýze dat byla využita statistika deskriptivní (popis výsledků dosažených žáky) a dále statistika induktivní (vztahy mezi proměnnými), pomocí níž budou testovány stanovené hypotézy. Deskriptivní statistikou jsme zjišťovali četnosti jednotlivých bodových hodnot, relativní četnosti, kumulativní četnosti, charakteristiky polohy: *aritmetický průměr*, *medián* a *modus* a charakteristiky rozptýlení: *variální šíře*, *rozptyl*, *směrodatná odchylka*, *variální koeficient* a *kartilová odchylka* (Chráska, 2007, s. 46–55). Induktivní statistika byla použita pro zjišťování vztahů mezi proměnnými. Významné rozdíly mezi průměrnými výsledky skupiny žáků s dyskalkulií a skupiny žáků bez dyskalkulie jsme chtěli nejdříve zkoumat pomocí *Studentova t-testu* (Chráska, 2007, s. 122–127). Aby bylo možné tento druh statistického testu použít, musela být nejprve ověřena platnost těchto podmínek: měření byla navzájem nezávislá, data byla metrická (intervalová nebo poměrová), základní soubor splňoval požadavek normálního rozdělení a byl dodržen požadavek homogenity rozptylu v obou srovnávaných skupinách (rozptyl má být v obou skupinách přibližně stejný). Pomocí *Shapiro-Wilkova W testu* bylo ověřováno, jestli dosažené výsledky z didaktického testu z fyziky a dosažené výsledky z jednotlivých kategorií testu (verbální; převod fyzikálních jednotek; algebraická; numerická; práce s daty a měření fyzikálních veličin) z fyziky odpovídají normálnímu (Gaussovu) rozdělení. Nulová hypotéza *Shapiro-Wilkova W testu* značí, že data jsou normálního rozložení, alternativní značí, že data nejsou normálního rozložení. Výpočtem testu získáváme p-hodnotu, která rozhoduje, zda přijmeme či odmítneme nulovou hypotézu. Pokud je p-hodnota vypočtená na základě tohoto testu menší než hladina významnosti alfa (0,05), nulová hypotéza se zamítá. Výpočtem jsme u všech dat zjistili, že p-hodnota je menší než 0,05. Zamítli jsme nulovou hypotézu a přijali hypotézu alternativní. Výsledky testování nemají normální rozdělení. Jelikož soubor nespĺňuje podmínky, které jsou nutné k použití Studentova t-testu, použili jsme k ověření hypotéz neparametrickou alternativu Studentova t-testu a to *U-test Manna a Whitneyho*. Hypotézy, které budeme ve druhé studii testovat, budeme testovat U-testem při velkých četnostech: *U-test pro větší skupiny* (Chráska, 2007, s. 94), *U-test při velkých četnostech* (Chráska, 2007, s. 96).

### – 3 – 3 – 3 Výsledky I: Deskriptivní statistika

Na základě vyhodnocení výsledků deskriptivní statistiky se nyní pokusíme odpovědět na výzkumnou otázku, která byla položena před realizací výzkumné studie II vzhledem ke stanoveným cílům výzkumu.

#### Výzkumná otázka vztahující se k cíli 4:

*Jaké jsou výsledky žáků v didaktickém testu zjišťujícím úroveň dovedností žáka řešit učební úlohy ve fyzice u žáků s dyskalkulií a bez dyskalkulie?*

Bodové zisky jednotlivých žáků se pohybovaly od 3 do 28 bodů (maximální počet možných bodů byl 28). Nejčastěji žáci dosahovali 14 bodů, nejnižší hodnoty, tj. 1 a 2 body, pak nebyly zastoupeny vůbec. V další části vyhodnocování výsledků didaktického testu byly srovnávány výsledky žáků s dyskalkulií s žáky bez dyskalkulie. Skupinu žáků bez dyskalkulie jsme rozdělili ještě na dvě podskupiny: žáky se specifickými poruchami učení a žáky bez specifické poruchy učení. Bodové zisky u jednotlivých skupin žáků se pohybovaly následovně: u žáků s dyskalkulií od 3 do 14 bodů, u žáků se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie od 3 do 25 bodů a u žáků bez specifické poruchy učení od 4 do 28 bodů. Nejprve byla provedena statistika deskriptivní, kdy byla zjišťována četnost jednotlivých bodů. Tyto četnosti jsme znázornili pomocí histogramu četností pro všechny tři skupiny dohromady (diagram 3.17). Dále byly z výsledků testu vypočítány charakteristiky polohy (aritmetický průměr, medián a modus) a charakteristiky rozptýlení (variační šíře, rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient a kvartilová odchylka). Pro lepší přehlednost jednotlivých hodnot charakteristik jsme tyto hodnoty uspořádali do tabulky 3.29 (vypočítané číselné hodnoty jsou zaokrouhleny na dvě desetinná místa).

Z hodnot vyplývá, že se liší úroveň žáků s dyskalkulií a bez dyskalkulie a dokonce se liší úroveň žáků bez specifické poruchy učení a se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie.

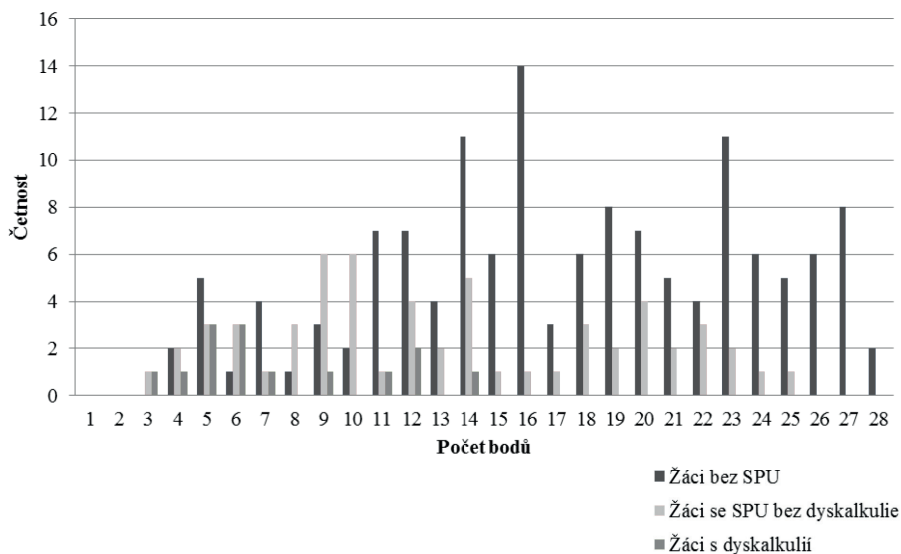


Diagram 3.17 Histogram četností bodů získaných jednotlivými skupinami žáků v testu z fyziky

Tabulka 3.29

Charakteristiky polohy a variability u jednotlivých skupin žáků ve fyzice

Charakteristiky polohy a variability	Žáci bez specifické poruchy učení (n = 138)	Žáci se specifickou poruchou učení, bez dyskalkulie (n = 58)	Žáci s dyskalkulií (n = 14)	Žáci dohromady (n = 210)
Aritmetický průměr	17,37	13,22	7,50	15,57
Medián	17,00	12,00	6,00	15,50
Modus	16,00	vícenásobný	vícenásobný	14,00
Variační šíře	24,00	22,00	11,00	25,00
Rozptyl	39,26	36,49	11,96	44,46
Směrodatná odchylka	6,27	6,04	3,46	6,67
Variační koeficient	36,07	45,68	46,12	42,83
Kvartilová odchylka	5,00	5,00	3,25	4,75

### – 3 – 3 – 4 Výsledky II: Rozbor výsledků

Tato část kapitoly obsahuje přehled úspěšnosti řešení jednotlivých úloh žáky bez dyskalkulie v porovnání s žáky s dyskalkulií a rozbor jednotlivých chyb u těchto žáků. Na základě vyhodnocení výsledků u jednotlivých úloh se nyní pokusíme odpovědět na výzkumné otázky, které byly položeny před realizací výzkumné studie II vzhledem ke stanoveným cílům výzkumu.

## Výzkumné otázky vztahující se k cíli 5:

a) Jakých výsledků dosahují žáci s dyskalkulií a bez dyskalkulie při řešení jednotlivých úloh?

Ve všech úlohách, kromě úlohy 1 b), byla úspěšnost žáků s dyskalkulií horší než u žáků bez dyskalkulie (tabulka 3.30). Zajímavé je zjištění, že i u úloh, ve kterých se nepočítalo (úlohy: 3, 4, 5, 9, 11), žáci s dyskalkulií dosahovali méně bodů než žáci bez dyskalkulie. Tento fakt je patrně způsoben tím, že u všech žáků s dyskalkulií se porucha počítání kombinovala s jinou specifickou poruchou učení. Mohli bychom tedy říci, že skupina žáků s dyskalkulií měla v porovnání s ostatními žáky nejvíce porušeny funkce důležité pro schopnost čtení, psaní a počítání.

Žáci se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie dosahovali ve všech úlohách horších výsledků než žáci bez specifické poruchy učení. Tento fakt je zřejmě způsoben tím, že i tito žáci mají porušené některé funkce důležité pro schopnost čtení, psaní a počítání.

Tabulka 3.30

Úspěšnost žáka v řešení fyzikální úlohy

Číslo úlohy	Obtížnost úlohy $Q$	Procentuální úspěšnost		
		Žáci bez SPU ( $n = 138$ )	Žáci s SPU bez dyskalkulie ( $n = 58$ )	Žáci s dyskalkulií ( $n = 14$ )
1 a)	19,05	83,3	75,9	78,6
1 b)	25,24	76,8	69,0	78,6
2 a)	12,86	90,6	82,8	71,4
2 b)	9,52	93,5	89,7	64,3
3	46,67	54,3	60,3	14,3
4	58,57	48,2	31,9	7,1
5	65,24	41,7	23,3	0,0
6 a)	33,33	74,6	58,6	21,4
6 b)	52,86	55,8	37,9	0,0
7 a)	42,38	65,2	48,3	21,4
7 b)	21,43	84,8	70,7	50,0
7 c)	46,19	57,2	51,7	28,6
7 d)	41,90	65,9	48,3	21,4
8	54,29	53,6	36,2	7,1
9	52,38	57,2	34,5	7,1
10	36,90	68,8	57,8	14,3

Tabulka 3.30 (pokračování)

Číslo úlohy	Obtížnost úlohy $Q$	Procentuální úspěšnost		
		Žáci bez SPU ( $n = 138$ )	Žáci s SPU bez dyskalkulie ( $n = 58$ )	Žáci s dyskalkulií ( $n = 14$ )
11 a)	47,62	63,8	34,5	14,3
11 b)	50,48	58,7	37,9	7,1
12 a)	50,00	58,7	37,9	14,3
12 b)	47,62	62,3	36,2	21,4
13 a)	59,52	44,2	32,8	35,7
13 b)	23,33	84,8	62,1	57,1
14 a)	51,43	55,1	41,4	14,3
14 b)	59,52	47,8	31,0	7,1
15	74,29	31,2	19,0	0,0

b) Které typy úloh byly pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější? Které úlohy se nejvíce liší v obtížnosti u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie? Které úlohy jsou úlohy s nejvyšší obtížností u žáků s dyskalkulií?

Pro stanovení nejobtížnějších úloh byly vypočítány hodnoty obtížnosti  $Q^{17}$  pro každou ze zadávaných úloh. Hodnota obtížnosti udává procento žáků ve vzorku, kteří danou úlohu zodpověděli nesprávně nebo odpověď vynechali. V literatuře (Chráška, 1999, s. 47) se za velmi obtížné považují úlohy, jejichž hodnota obtížnosti  $Q$  je vyšší než 80. Hodnotu obtížnosti větší než 80 měli žáci s dyskalkulií u 13 z 25 úloh (úloha 3, 4, 5, 6b, 8, 9, 10, 11a, 11b, 12a, 14a, 14b, 15).

Pro stanovení rozdílnosti v obtížnosti úloh u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie jsme vypočítali rozdíl obtížnosti  $\Delta Q$ . Rozdíl obtížnosti zjišťuje, do jaké míry úloha rozlišuje žáky s dyskalkulií od žáků bez dyskalkulie.

Pro stanovení úloh s nejvyšší obtížností jsme si určili dvě následující podmínky:

- a) obtížnost  $Q$  úlohy musí být vyšší než 85,
- b) rozdíl obtížnosti  $\Delta Q$  musí být vyšší než 40.

Tyto dvě podmínky současně splňuje 7 z 25 úloh (tabulka 3.31).

<sup>17</sup> Vypočítané hodnoty obtížnosti jsme zaokrouhlili na jedno desetinné místo.

**Tabulka 3.31**

*Obtížnost úloh testu z fyziky u žáků s dyskalkulií (výběr úloh s nejvyšší obtížností)*

Zadání úlohy/typ úlohy (číslo úlohy)	Q – obtížnost úlohy u žáků s dyskalkulií (n = 14)	ΔQ – rozdíl obtížnosti úlohy u žáků s dyskalkulií (n = 14) a u žáků bez dyskalkulie (n = 196)
„výběr jednotky hledané fyzikální veličiny v úloze o elektřině“ (3)	85,7	41,8
„symbolický zápis úlohy na tlak“ (4)	92,9	36,3
„z textu fyzikální úlohy na termiku stanovit, co se má vypočítat“ (5)	100,0	36,2
$6,8 \frac{kg}{m^3} = \frac{g}{cm^3}$ (6b)	100,0	50,5
„vyjádření dráhy ze vztahu pro vztah mechanické práce (práce, síla, dráha)“ (8)	92,9	41,3
„formulace odpovědi na úlohu o polohové energii“ (9)	92,9	43,4
„konstrukce grafu závislosti teploty na čase (denní průběh teploty)“ (10)	85,7	51,3
„porozumění textu o zvuku – odpovědět, čím je zapříčiněna ozvěna“ (11a)	85,7	40,8
„porozumění textu o zvuku – určení vzdálenosti“ (11b)	92,9	45,4
„čtení z jízdního řádu – odpovědět, jak daleko vlakem jsou dvě určené stanice“ (12a)	85,7	38,3
„čtení z grafu časového průběhu střídavého proudu – určení proudu při stanoveném čase“ (14a)	85,7	36,7
„čtení z grafu časového průběhu střídavého proudu – určení času při stanovené velikosti proudu“ (14b)	92,9	35,7
„výběr vhodného fyzikálního vztahu pro výpočet výkonu tahové síly motoru“ (15)	100,0	27,6

Pro seřazení sedmi úloh s nevyšší obtížností jsme všechny hodnoty Q z tabulky 3.31 seřadili od největší po nejmenší a přiřadili jsme jim hodnoty, které odpovídaly jejich pořadí. Stejně jsme postupovali u hodnot ΔQ. Následně jsme u každé úlohy sečetli pořadí u hodnoty Q a u hodnoty ΔQ. Vypočítaný součet nám objasnil seřazení úloh od úlohy s nejvyšší obtížností, a to následovně: 6b, 11b, 9, 10, 8, 3, 11a.

c) Jak řeší úlohy s nejvyšší obtížností žáci s dyskalkulií?

Pro lepší přehlednost, jsme vytvořili tabulku 3.32, která uvádí procento žáků s dyskalkulií a bez dyskalkulie, kteří danou úlohu s nevyšší obtížností vyřešili správně nebo v řešení chybovali nebo úlohu vynechali.

Tabulka 3.32

Úspěšnost žáků při řešení úloh s nejvyšší obtížností (test fyzika)

Úloha	Žáci s dyskalkulií			Žáci bez dyskalkulie		
	(n = 14)			(n = 196)		
	správně řešilo	chybovalo	vynechalo	správně řešilo	chybovalo	vynechalo
6b	0,0 %	50,0 %	50,0 %	50,5 %	31,1 %	18,4 %
11b	7,1 %	57,1 %	35,7 %	52,3 %	32,1 %	15,3 %
9	7,1 %	0,0 %	92,9 %	50,5 %	12,2 %	37,2 %
10	14,3 %	71,4 %	14,3 %	59,7 %	30,1 %	10,2 %
8	7,1 %	42,9 %	50,0 %	48,5 %	41,3 %	10,2 %
3	14,3 %	71,4 %	14,3 %	56,1 %	39,8 %	4,1 %
11a	14,3 %	28,6 %	57,1 %	55,1 %	33,2 %	11,7 %

Z analýzy odpovědí žáků je pracné zpětně rekonstruovat jejich myšlenkové procesy a povahu obtíží. My se i přes tuto skutečnost pokusíme v následujícím textu zaměřit na analýzu úloh<sup>18</sup> s nejvyšší obtížností.

### Úloha 6b

**Převeď na zadané jednotky:**  $6,8 \frac{kg}{m^3} = \frac{g}{cm^3}$ .

Úloha patří do kategorie převodů fyzikálních veličin, které jsou z praxe známy jako úlohy nejobtížněji řešitelné pro žáky s dyskalkulií. Tato úloha byla zadaná spolu s úlohou 6a. Úlohy byly doplněny vztahem pro převody jednotek hustoty. Počáteční číselné hodnoty fyzikálních veličin u obou příkladů byly zadány úmyslně ve stejných rozměrech, jelikož žáci mají tendenci větší číselné hodnoty automaticky zmenšovat a menší zvětšovat. Jak se ukázalo z výsledků didaktického testu, pro žáky s dyskalkulií byla více problematická úloha 6b. V této úloze nebyl úspěšný ani jeden žák s dyskalkulií, a proto se úloha zařadila u žáků s dyskalkulií

<sup>18</sup> Analýzu všech úloh z didaktického testu z fyziky můžete naléznout v disertační práci autorky monografie (Pavličková, 2014, s. 107–124).

jako jedna z nejobtížněji řešitelných. 7 žáků s dyskalkulií úlohu vynechalo (případ 2, 4, 5, 11, 12, 14, 15; všichni tito žáci měli deficit ve sluchové syntéze a v grafomotorice) a 7 žáků s dyskalkulií úlohu řešilo chybně (případ 1, 3, 6, 7, 9, 10, 13; u těchto žáků převládá deficit ve zrakové diferenciaci). U žáků s dyskalkulií i bez dyskalkulie se objevovaly nejčastěji chybné výsledky 6800 (případ 3, 7; oba žáci měli deficit ve sluchové analýze a syntéze, sluchovém rozlišování a ve zrakové diferenciaci) a 0,068 (případ 1, 6; oba žáci měli deficit v paměti). Chyba 6800 byla způsobena chybným porozuměním vztahu pro převody jednotek hustoty,  $1 \frac{kg}{m^3} = 0,001 \frac{g}{cm^3}$ . Žák místo aby číselnou hodnotu o tři desetinná místa zmenšil, tak ji o tři desetinná místa zvětšil. Chyba 0,068 byla způsobena buď chybným posunutím desetinné čárky nebo si žák hned v úvodu myslel, že  $6,8 = 68,0$ , a vycházel tedy ze špatné číselné hodnoty. Chyby, které se objevily jen u žáků s dyskalkulií, byly 0,001 (případ 9; žák měl deficit převážně ve zrakovém vnímání); 6,8 (případ 12; žák měl nejvíce postiženou zrakovou diferenciaci a grafomotoriku) a 0,68 (případ 8; žák měl nejvíce postiženou zrakovou paměť). Chyba 0,001 vznikla tak, že se žák zaměřil pouze na vztah pro převody jednotek hustoty,  $1 \frac{kg}{m^3} = 0,001 \frac{g}{cm^3}$ . Žák sice vybral správný vztah, ale už ho nedokázal aplikovat na uvedenou číselnou hodnotu 6,8. Chyba 6,8 je zřejmá, žák pouze opsal uvedenou číselnou hodnotu. Chyba 0,68 vznikla zřejmě chybným posunutím desetinné čárky. Žák si uvědomoval, že se bude číselná hodnota zmenšovat, ale nedokázal ji zmenšit správně o tři desetinná místa. Tato chyba je u žáků s dyskalkulií velmi častá, protože tito žáci mají velký problém při dělení a násobení čísly 10, 100, 1 000, ... (obecně  $10^k$ , kde  $k \in \mathbb{N}$ ).

## Úloha 11b

**Přečti si pozorně text a jednou stručnou větou odpověz na otázku:**

*V jaké vzdálenosti od stěny musíme být, abychom slyšeli svou vlastní ozvěnu?*

**Text:**

*Setká-li se zvuk, který se šíří vzduchem, s překážkou, zčásti ho překážka pohltí, zčásti se od ní odráží a šíří se vzduchem zpět. Při velkém překážce se šíří i za ni, nastává ohyb. Ozvěna je způsobena odrazem zvuku na pevné překážce. Naše ucho rozezná dva zvukové signály, které po sobě následují odděleně, jestliže mezi nimi uplyne doba nejméně 0,1 s. Chceme-li slyšet ozvěnu zvuku, který sami vysíláme, např. volání, písknutí, musíme být od odrážející stěny aspoň tak daleko, aby se zvuk rozšířil od nás k odrážející stěně a zpět za 0,1 s. Při rychlosti šíření zvuku  $340 \frac{m}{s}$  musí urazit zvuk od zdroje ke stěně a zpět dráhu minimálně 34 m. Naše vzdálenost od stěny nesmí být tedy menší než 17 m. Při menších vzdálenostech slyšíme odražený zvuk jen jako prodloužení původního zvuku, slyšíme dozvuk. Odráží-li se zvuk postupně od několika stěn různě vzdálených od nás, slyšíme několikanásobnou ozvěnu.*

Úloha byla zařazena do kategorie verbální. Žáci posledních ročníků základní školy by se měli umět orientovat v textu a odpovídat s porozuměním textu na zadané otázky. Tuto dovednost považujeme za důležitou nejen k dalšímu studiu, ale i k osobnostnímu rozvoji. Úlohu vynechali 4 žáci s dyskalkulií (případ 5, 12–15; všichni tito žáci měli poruchu sluchové analýzy a syntézy a poruchu grafomotoriky). Chybně řešilo tuto úlohu celkem 8 žáků s dyskalkulií (případ 1–4, 6, 9–11; u těchto žáků se nejvíce objevoval deficit ve sluchové analýze a syntéze, ve zrakové diferenciaci, v paměti a v grafomotorice). Chybné odpovědi žáků s dyskalkulií byly: „1 m“ (případ 8; žák měl největší deficit ve zrakové paměti); „Míň než 17 m“ (případ 2; žák měl deficity především ve sluchovém vnímání); „34 m“ (případ 10; u žáka nejvíce postižena sluchová analýza, sluchové rozlišování a zraková paměť); „Víc jak 12 metrů“ (případ 6; žák měl největší deficit ve zrakové diferenciaci a grafomotorice); „daleko“ (případ 4; žák měl nejvíce deficitů ve sluchovém vnímání); „2 km“ (případ 9; u žáka postižené především zrakové vnímání); „Tak daleko aby se zvuk rozšířil od nás“ (případ 3; u žáka postiženo především sluchové vnímání); „Musíme být od odrážející stěny aspoň tak daleko, aby zvuk rozšířil od nás k odrážející stěně a zpět za 0,1 s.“ (případ 1; žák měl deficity především v kognitivních funkcích). Odpověď „Míň jak 17 m“ se objevovala nejvíce i u ostatních skupin žáků. Tato chybná odpověď vznikla nepochopení věty z textu: „Naše vzdálenost od stěny nesmí být tedy menší než 17 m“. U všech skupin žáků se také nejvíce objevovala chybná odpověď „Musíme být od odrážející stěny aspoň tak daleko, aby se zvuk rozšířil od nás k odrážející stěně a zpět za 0,1 s“. Tato odpověď má sice pravdu, ale v otázce jsme se ptali na vzdálenost, ne na čas. Odpověď „34 m“ se objevila u všech skupin, avšak nebyla vůbec častá. Vznikla pravděpodobně vynásobením  $40 \cdot 0,1$ .

## Úloha 9

### **Formuluj odpověď zadané úlohy:**

*Dominik vyjel výtahem z prvního do druhého poschodí. Vzdálenost mezi poschodími je 3 metry a Dominik má hmotnost 50 kilogramů. Jakou má Dominik polohovou energii? Výpočtem jsme zjistili výsledek úlohy: 1500 J.*

Úlohu jsme zařadili do kategorie verbální. Po žácích jsme chtěli, aby zformulovali odpověď dané úlohy. Při řešení učební úlohy v hodinách často dochází k tomu, že žáci si jen podtrhnou výsledek a už si nenapíší slovní odpověď k dané úloze. Formulace výsledku řešení učební úlohy je přitom jednou z nejdůležitějších etap řešení úlohy, při které si žáci uvědomují fyzikální podstatu dané úlohy. Z analýzy řešení této úlohy bylo patrné, že hodně žáků neporozumělo zadání úlohy, a tak někteří žáci otázku vůbec nevyplnili, jiní se jí snažili řešit a někteří napsali nesmyslné odpovědi. Tuto úlohu měl správně jen jeden žák s dyskalkulií (případ 3), ostatní žáci s dyskalkulií se úlohu nepokusili ani řešit (případ 1, 2, 4–7, 8–15;

u těchto žáků převládá deficit ve sluchové syntéze, ve sluchové analýze, paměti a grafomotorice). I přes tyto skutečnosti byla celková obtížnost úlohy střední.

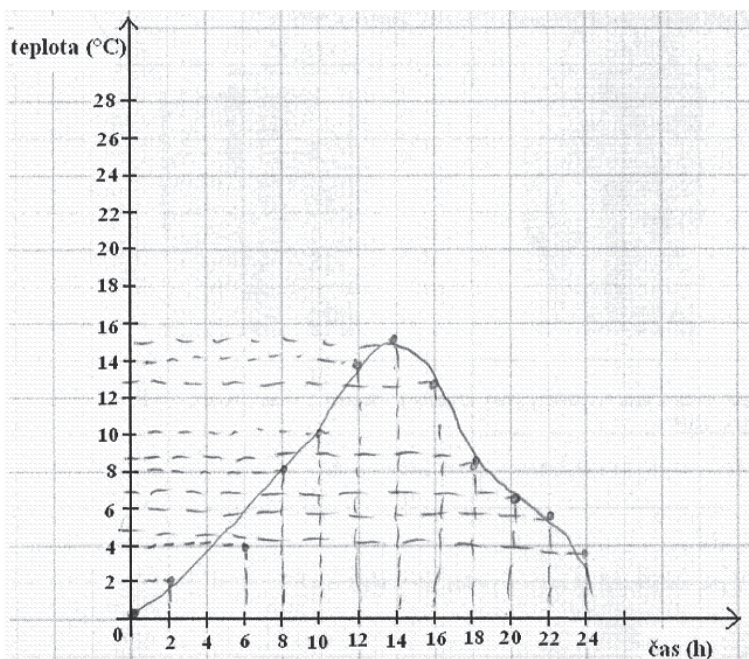
## Úloha 10

*V tabulce je zaznamenán denní průběh teploty vzduchu.*

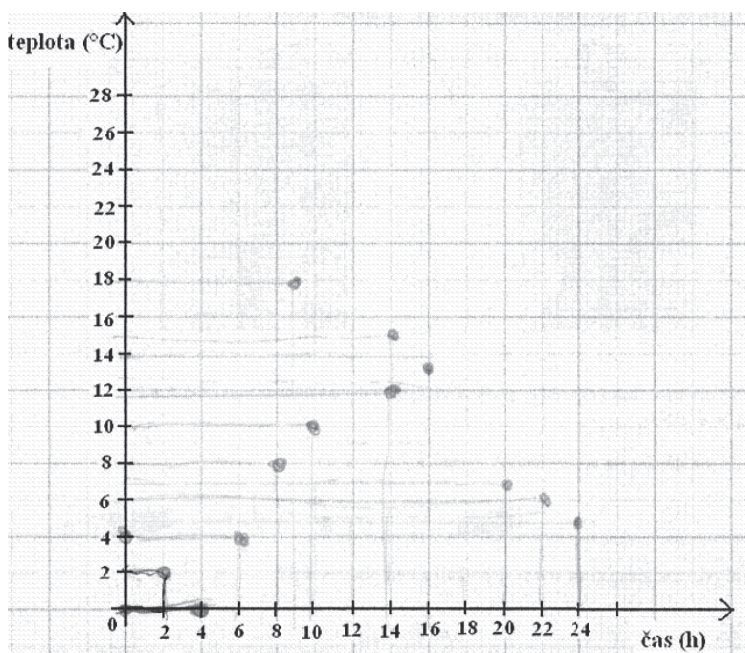
***Doplň do grafu denní průběh teploty.***

$\frac{\text{Čas}}{h}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
$\frac{\text{Teplota}}{^{\circ}\text{C}}$	4	2	0	4	8	10	14	15	13	9	7	6	5

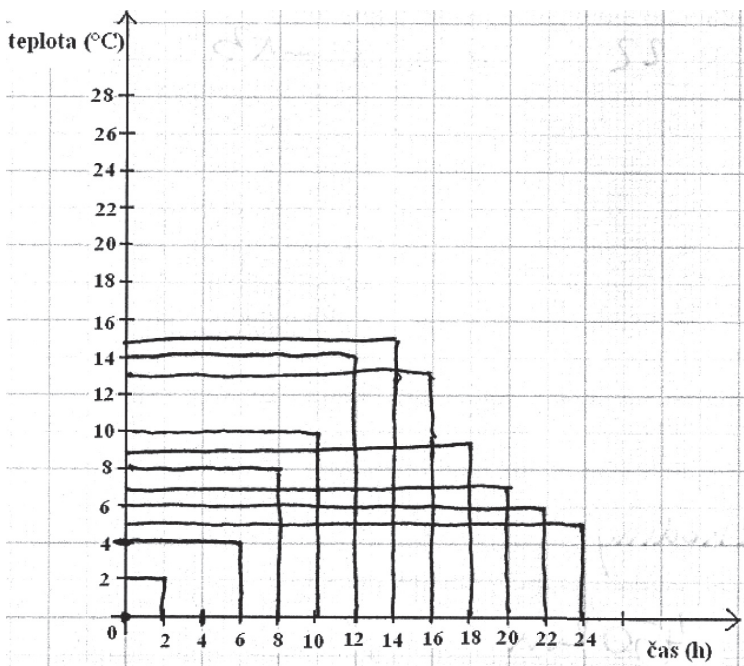
Úlohu jsme zařadili do kategorie práce s daty. Konstrukce grafů je jednou z hlavních dovedností při práci s daty. Tuto úlohu vynechali 2 žáci s dyskalkulií (případ 1, 12; oba případy měly deficit v prostorové orientaci, pozornosti a v hrubé a jemné motorice). Žáci s deficitem v prostorové orientaci mají obtíže při orientaci v souřadnicích (v grafu), možná z tohoto důvodu se do řešení ani nepustili. 10 žáků s dyskalkulií v této úloze chybovalo (případ 2–6, 8–11, 14, u těchto žáků převládá deficit ve sluchové syntéze, zrakové diferenciaci a v grafomotorice). U žáků s dyskalkulií se objevovaly tyto problémy: nevyznačení některých bodů (případ 5, tento žák měl silně porušenou sluchovou analýzu a syntézu, sluchovou diferenciaci, zrakovou diferenciaci a grafomotoriku); problém s vyznačením některých bodů: [14; 15] (případ 4, žák měl silně porušenou sluchovou analýzu a syntézu, zrakovou diferenciaci a grafomotoriku) či [4; 0], [0; 4] (obrázek 3.2; případ 11, 5; oba žáci měli deficit ve sluchové syntéze, sluchové diferenciaci, zrakové diferenciaci, řeči a v grafomotorice); inverze některých souřadnic bodů např. [12; 14], [18; 9] (obrázek 3.3; případ 8; žák měl deficit ve sluchové analýze, zrakové diferenciaci, zrakové paměti, pravolevé orientaci, paměti a vizuomotorické koordinaci); vyznačení přebytečného bodu [0; 0] (případ 5, 8, 11; všechny tři případy měly oslabenou zrakovou diferenciaci). U 7 žáků s dyskalkulií se objevovalo, že nevyznačovali body, ale pomocné čáry k zakreslení jednotlivých bodů (obrázek 3.4; případ 2–4, 6, 9, 10, 14; u všech těchto případů se objevovaly deficity ve sluchové syntéze a v grafomotorice). Všechny uvedené chyby se objevovaly i u žáků bez dyskalkulie.



Obrázek 3.2 Řešení fyzikální úlohy 10 – problém s vyznačením některých bodů



Obrázek 3.3 Řešení fyzikální úlohy 10 – inverze některých souřadnic bodů



Obrázek 3.4 Řešení fyzikální úlohy 10 – pomocné čáry k zakreslení bodů

## Úloha 8

Pro stálou sílu  $F$ , která působí ve směru přímé dráhy  $s$ , určíme práci jako součin velikosti síly a dráhy:  $W = F \cdot s$ .

**Jaký vztah vyplývá z tohoto vzorce pro výpočet přímé dráhy  $s$ ? Vyber:**

a)  $s = W \cdot F$     b)  $s = \frac{W}{F}$     c)  $s = \frac{F}{W}$     d)  $s = W + F$     e)  $s = W - F$

Úlohu jsme zařadili do kategorie algebraické a byla zadána formou testové úlohy s výběrem z pěti možností. Žáci měli z daného vztahu vyjádřit neznámou. Z praxe víme, že vyjádření neznámé je pro žáky s dyskalkulií ale i bez dyskalkulie velký problém. Žáci často využívají tzv. „domečků“, aby si jednotlivé závislosti dokázali představit. Praxe nám také ukázala, že tento problém často přetrvává u žáků (zejména se specifickými poruchami učení) i na střední škole. Tuto úlohu vynechalo celkem 7 žáků s dyskalkulií (případ 3, 4, 6, 11–14; všichni tito žáci měli deficit ve sluchové syntéze a v grafomotorice) a 6 žáků s dyskalkulií v této úloze chybovalo (případ 1, 2, 7–10; všechny případy měly deficit v paměti). Chybné odpovědi u žáků s dyskalkulií byly odpovědi A (případ 2, 9, 10; u všech tří žáků se objevovaly deficity ve sluchové analýze a syntéze, v paměti a v grafomotorice) a C (případ 1, 7, 8; u všech tří případů se objevovaly deficity v paměti). Odpovědi A a C se objevovaly i u žáků bez dyskalkulie. Z uvedených chybných odpovědí

je vidět, že žáci věděli, že dráha a práce a dráha a síla jsou ve vztahu přímé nebo nepřímé úměrnosti, ale už nedokázali správně rozhodnout, který ze vzorců vybrat. Můžeme tedy říct, že tito žáci nedokázali vyjádřit neznámou ze vzorce a neměli jasnou představu o funkčních závislostech jednotlivých proměnných.

### Úloha 3

*Mezi svorkami rezistoru je napětí 220 V. Rezistorem prochází proud 200 mA. Urči proud, který prochází rezistorem, připojíme-li ho ke svorkám zdroje napětí 24 V. Předpokládáme, že odpor rezistoru se nemění s teplotou.*

**Jaká může být jednotka fyzikální veličiny, kterou hledáme?**

*(Použij tabulku na konci testu.) Vyber:*

a)  $W$                       b)  $V$                       c)  $A$                       d)  $J$                       e)  $\Omega$

Úloha zadaná formou testové úlohy s výběrem z pěti možností se jevila jako středně obtížná. Tuto úlohu jsme zařadili do kategorie měření fyzikálních veličin. Úlohu vynechali 2 žáci s dyskalkulií (případ 4, 11; oba případy měly deficity ve sluchové syntéze, sluchové diferenciaci, zrakové diferenciaci, řeči a v grafomotorice) a 10 žáků s dyskalkulií v úloze chybovalo (případ 1–3, 5–9, 12, 14; u těchto žáků převládá deficit ve sluchové analýze a syntéze a ve zrakové diferenciaci). U žáků s dyskalkulií se nejčastěji objevovala chybná odpověď E (případ 1, 2, 6–8; u těchto žáků převládá deficit v paměti). Domníváme se, že tato odpověď vznikla tím, že žáci věnovali hlavní pozornost větě před otázkou, která zní: „Předpokládáme, že odpor rezistoru se nemění s teplotou“. a tak zakroužkovali jednotku odporu. U žáků s dyskalkulií se dále objevovala chybná odpověď B (případ 5, 12, 14; všichni tři žáci měli deficity ve sluchové analýze a syntéze, zrakové diferenciaci, řeči a v grafomotorice), A (případ 3; žák měl oslabené především sluchové vnímání) a D (případ 9; žák měl oslabené především zrakové vnímání). Odpověď B zřejmě vznikla častým výskytem této jednotky v textu a odpověď A a D zřejmě jen bezmyšlenkovým „zaškrtnutím“ odpovědi. U žáků se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie se nejčastěji objevovala odpověď A a B.

### Úloha 11a

**Přečti si pozorně text a jednou stručnou větou odpověz na otázku:**

*Čím je zapříčiněna ozvěna?*

**Text:**

*Setká-li se zvuk, který se šíří vzduchem, s překážkou, zčásti ho překážka pohltí, zčásti se od ní odráží a šíří se vzduchem zpět. Při nevelké překážce se šíří i za ní, nastává ohyb. Ozvěna je způsobena odrazem zvuku na pevné překážce. Naše ucho rozezná dva zvukové signály, které po sobě následují odděleně, jestliže mezi nimi uplyne doba nejméně 0,1 s. Chceme-li slyšet ozvěnu zvuku, který sami vysíláme,*

*např. volání, písknutí, musíme být od odrážející stěny aspoň tak daleko, aby se zvuk rozšířil od nás k odrážející stěně a zpět za 0,1 s. Při rychlosti šíření zvuku  $340 \frac{m}{s}$  musí urazit zvuk od zdroje ke stěně a zpět dráhu minimálně 34 m. Naše vzdálenost od stěny nesmí být tedy menší než 17 m. Při menších vzdálenostech slyšíme odražený zvuk jen jako prodloužení původního zvuku, slyšíme dozvuk. Odráží-li se zvuk postupně od několika stěn různě vzdálených od nás, slyšíme několikanásobnou ozvěnu.*

Úloha byla zařazena spolu s úlohou 11b do kategorie verbální. Úlohu vynechalo 8 žáků s dyskalkulií (případ 4–7; 11–14; všechny případy měly deficit ve sluchové analýze) a 4 žáci s dyskalkulií v úloze chybovali (případ 3, 8–10; všichni žáci měli deficit ve sluchové analýze a zrakové diferenciaci). Chybné odpovědi žáků s dyskalkulií byly: „Místností (stěnami)“ (případ 8; žák měl silně porušenou zrakovou paměť); „Odrazením zvuku“ (případ 10; žák měl silně porušenou sluchovou analýzu, sluchové rozlišování a zrakovou paměť); „No když jsem někde v těsných prostorech“ (případ 9; u žáka postižené především zrakové vnímání); „Setká-li se zvuk, který se šíří vzduchem“ (případ 3; u žáka silně porušeno sluchové vnímání). U žáků bez dyskalkulie se objevovaly podobné odpovědi. Někdy žáci odpověděli, aniž by si text přečetli, a znalostně se snažili odpověď zformulovat. Často se objevovaly nesmyslné či nedokončené odpovědi nebo žákům v odpovědi něco podstatného chybělo.

*d) Jaké obtíže a typické chyby<sup>19</sup> se u žáků s dyskalkulií objevují?*

Žáci si neuvědomují, že fyzikální veličina se nesestává pouze s číselné hodnoty, ale důležitá je i fyzikální jednotka. Tato obtíž se objevovala u měření fyzikálních veličin, u čtení z grafu a u symbolického zápisu. V těchto etapách řešení učební úlohy někteří žáci sice určili číselnou hodnotu správně, ale už neuvedli patřičnou fyzikální jednotku.

Žáci neumí vyčíst z měřidla rozsah měřicí jednotky, nerozumí stupnici na měřidle. U žáků se objevovaly chybné číselné hodnoty při měření. U jednoho žáka s dyskalkulií se objevilo nesmyslné odečtení z teploměru.

Žáci uvádí chybné jednotky u fyzikálních veličin. Tato obtíž se objevovala u čtení z grafu, měření fyzikálních veličin a symbolického zápisu.

Žáci neumí číst text s porozuměním, nedávají pozor na slovní stránku zadání učební úlohy, nezaměřují se na podstatu problému. Tato obtíž se projevovala zejména v:

- nepochopení zadání úlohy, žáci nevěděli, co jednotlivé etapy učební úlohy znamenají (např. v úloze, kde měli žáci uvést symbolický zápis, vypisovali, co znamenají jednotlivé fyzikální veličiny, nebo se pokoušeli úlohu řešit);

<sup>19</sup> Numerické chyby jsou analyzovány ve III. výzkumné studii.

- neschopnosti rozboru učební úlohy (žáci měli ze zadání učební úlohy zjistit, jaké fyzikální veličiny máme vypočítat, a uvedli, že máme vypočítat jen jednu fyzikální veličinu, i když jsme měli vypočítat dvě);
- nedetekování chybné odpovědi z pouhého slovního zadání úlohy (např. na otázku „V jaké vzdálenosti od startu se potkají automobily A a B?“ žák odpověděl „Za 6 hodin“; žáci si možná také neuvědomují, že čas měříme v minutách a vzdálenost v kilometrech);
- zformulování odpovědi na zadanou úlohu (většina žáků s dyskalkulií odpověď ani nenapsala).

Žáci neumí převádět fyzikální jednotky. Tato obtíž se projevovala zejména v:

- práci se schématem pro převody fyzikálních veličin nebo v neporozumění vztahu pro převody fyzikálních veličin;
- dělení a násobení 10, 100, 1000, ... (obecně  $10^k$ , kde  $k \in \mathbb{N}$ );
- chybném posunu desetinné čárky při převodu (žáci nevěděli, zda se číselná hodnota bude zvětšovat, nebo zmenšovat, případně čárku posunuli o nesprávný počet desetinných míst);
- nejasné představě o jednotkách délky (žáci převáděli z  $km$  na  $dm$  tak, že číselnou hodnotu zmenšovali, nebo z  $mm$  na  $cm$  tak, že číselnou hodnotu zvětšovali);
- umístění desetinné čárky do zápisu přirozeného čísla ( $826\text{ mm} = 0,826\text{ mm}$ );
- nepochopení principu převádění; žáci nepracovali s desetinnou čárkou, ale jen přidávali nuly (např.  $12\text{ g} = 12,0\text{ mg}$ ) nebo při převodu měnili číselnou hodnotu ( $2,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ).

Žáci nemají představu o funkčních závislostech jednotlivých proměnných ve vzorci pro výpočet dané fyzikální veličiny.

Žáci mají obtíže při načrtnutí grafu a čtení z grafu. Tato obtíž se projevovala zejména v:

- nevyznačování některých bodů v grafu;
- inverzi souřadnic u některých bodů;
- problémech s vyznačením některých bodů (např.  $[4,0]$ ,  $[0,4]$ );
- označení bodu  $[0,0]$  navíc (žáci si asi mysleli, že graf musí vycházet z tohoto bodu);
- nevyznačování bodů, ale jen pomocných čar k zakreslení jednotlivých bodů;
- neschopnosti číst z grafu;
- problémech při přiřazení jedné souřadnice ke druhé.

Žáci se neumí orientovat a číst z jízdního řádu (mají problémy spočítat si vzdálenost mezi stanicemi a čas, který bude cesta trvat).

U žáků s dyskalkulií se také objevovaly chyby z nepozornosti (nesoustředěnosti). Občas žáci napsali nesmyslné odpovědi, které jsme nebyly schopni interpretovat. Leckdy to vypadalo, že odpověď napsali bezmyšlenkovitě, jen aby „zaplnili volné místo“.

### Výzkumné otázky vztahující se k cíli 7:

*Které kategorie etap řešení úlohy byly pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější?*

V teoretické části práce jsme uvedli etapy řešení učební úlohy ve fyzice podle různých autorů. Z hlediska řešení úlohy žákem s dyskalkulií jsme rozdělili řešení učební úlohy do šesti nejdůležitějších kategorií:

1. verbální (porozumění zadání úlohy a textu; formulace a zápis výsledků),
2. převod fyzikálních jednotek,
3. algebraická (správné symbolické označení fyzikálních veličin; výběr vhodného fyzikálního vztahu; vyjádření neznámé ze vzorce),
4. numerická<sup>20</sup> (výpočet, odhad, zaokrouhlení výsledku),
5. měření fyzikálních veličin (provedení měření; určení fyzikální jednotky výsledku měření),
6. práce s daty (konstrukce a čtení z grafu; čtení z tabulky).

Maximální počet bodů, které mohli žáci získat v jednotlivých etapách řešení učební úlohy, byl od 4 do 8, celkem mohli žáci získat 28 bodů. Výsledky v podobě procentuální úspěšnosti v jednotlivých etapách řešení učební úlohy jsou uvedeny v diagramu 3.18. Procentuální úspěšnost, jak vidíme z diagramů, je u jednotlivých kategorií etap řešení učební úlohy rozdílná. S potřebou srovnat jednotlivé kategorie z hlediska poměrové úspěšnosti jsme sestavili další diagram, 3.19.

— — —

<sup>20</sup> Z pilotních výzkumů (viz kapitola 5.1) vyplývá, že mezi nejobtížnější etapy řešení úloh žáky s dyskalkulií patří numerické řešení úlohy (výpočet, odhad, zaokrouhlení výsledku). Právě na etapu numerické řešení úlohy jsme se zaměřili samostatně v dalším výzkumném šetření (výzkumná studie III).

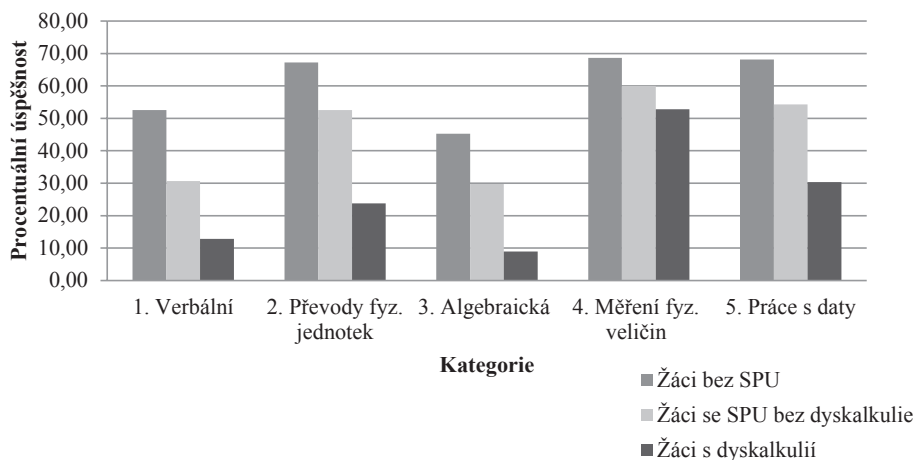


Diagram 3.18 Úspěšnost žáků v jednotlivých částech testu z fyziky

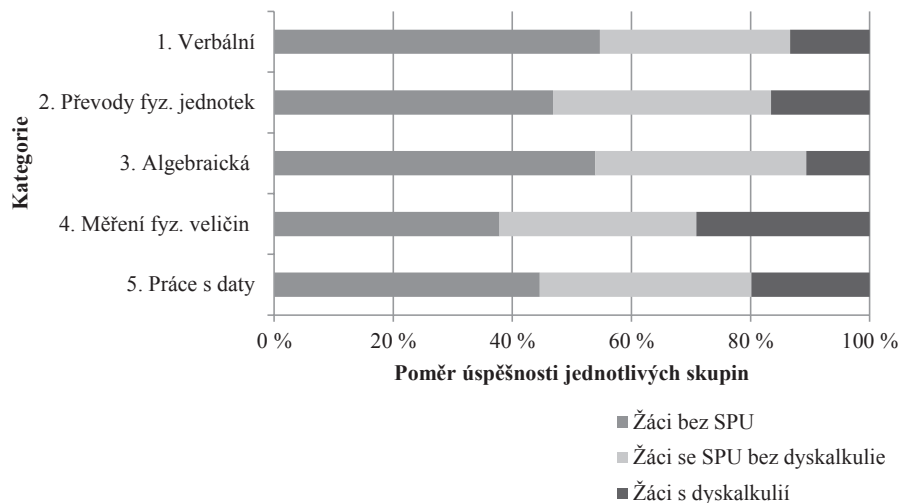


Diagram 3.19 Poměrová úspěšnost žáků v jednotlivých částech testu z fyziky

Ve všech skupinách žáků se jako nejobtížnější kategorie řešení fyzikální úlohy projevovale kategorie algebraická, která v sobě zahrnuje správné symbolické označení fyzikálních veličin, výběr vhodného fyzikálního vztahu a vyjádření neznámé ze vzorce. Druhá nejobtížnější ve všech skupinách byla kategorie verbální, která obsahuje porozumění zadání úlohy a textu; formulaci a zápis výsledků. Převody fyzikálních jednotek byly u všech skupin žáků stanoveny jako třetí nejobtížnější kategorie. Jako nejméně obtížné byly u všech skupin žáků vyhodnoceny kategorie

práce s daty (konstrukce a čtení z grafu; čtení z tabulky) a měření fyzikálních veličin (provedení měření; určení fyzikální jednotky výsledku měření).

### – 3 – 3 – 5 Výsledky III: Testování hypotéz

Na základě vyhodnocení výsledků testování hypotéz se nyní pokusíme odpovědět na výzkumné otázky, které byly položeny před realizací výzkumné studie II vzhledem ke stanoveným cílům výzkumu.

Každou hypotézu jsme doplnili o podhypotézu, která nám má porovnat žáky bez specifické poruchy učení s žáky se specifickou poruchou učení. Důvodem doplnění podhypotézy bylo, že i žáci se specifickými poruchami učení mají porušeny některé dílčí funkce matematické schopnosti a my jsme si chtěli ověřit, zda budou rozdíly v dovednosti řešit fyzikální úlohu v porovnání s žáky bez specifické poruchy učení statisticky významné.

#### Výzkumná otázka vztahující se k cíli 6:

*Liší se úroveň dovedností řešit učební úlohu ve fyzice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie?*

Zda jsou výše uvedené rozdíly mezi průměrnými výsledky skupiny žáků s dyskalkulií ( $\bar{x} \doteq 7,50$ ) a skupiny žáků bez dyskalkulie ( $\bar{x} \doteq 16,14$ ) významné, jsme zkoumali pomocí *U-testu Manna a Whitneyho*. Hypotézy byly testovány na hladině významnosti 0,05. Prokázali jsme rozdílnou úroveň osvojení dovedností u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie v matematice. **Hypotéza  $H_1$ :** *Míra osvojení dovedností (tzn. dosažené výsledky v didaktickém testu) je u žáků s dyskalkulií významně menší než u žáků bez dyskalkulie se potvrdila.*

#### Výzkumná otázka vztahující se k cíli 7:

*Liší se úroveň dovedností v jednotlivých kategoriích etap řešení úlohy u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie?*

V kategorii verbální mohli žáci dosáhnout nejvíce 5 bodů. Skupiny žáků dosahovaly těchto aritmetických průměrů: žáci s dyskalkulií  $\bar{x} \doteq 0,57$ , žáci bez dyskalkulie  $\bar{x} \doteq 2,31$ . V kategorii měření fyzikálních jednotek mohli žáci dosáhnout nejvíce 6 bodů. Skupiny žáků dosahovaly těchto aritmetických průměrů: žáci s dyskalkulií  $\bar{x} \doteq 1,43$ , žáci bez dyskalkulie  $\bar{x} \doteq 3,77$ . V kategorii algebraické mohli žáci dosáhnout nejvíce 4 bodů. Skupiny žáků dosahovaly těchto aritmetických průměrů: žáci s dyskalkulií  $\bar{x} \doteq 0,29$ , žáci bez dyskalkulie  $\bar{x} \doteq 1,62$ . V kategorii měření fyzikálních veličin mohli žáci dosáhnout nejvíce 5 bodů. Skupiny žáků dosahovaly těchto aritmetických průměrů: žáci s dyskalkulií  $\bar{x} \doteq 2,64$ , žáci bez dyskalkulie  $\bar{x} \doteq 3,31$ . V kategorii práce s daty mohli žáci dosáhnout nejvíce 8 bodů. Skupiny

žáků dosahovaly těchto aritmetických průměrů: žáci s dyskalkulií  $\bar{x} \doteq 2,57$ , žáci bez dyskalkulie  $\bar{x} \doteq 5,14$ .

Zda jsou uvedené rozdíly mezi průměrnými výsledky skupiny žáků s dyskalkulií a skupiny žáků bez dyskalkulie v jednotlivých kategoriích statisticky významné, jsme zkoumali pomocí *U-testu Manna a Whitneyho*. Hypotézy byly testovány na hladině významnosti 0,05. Prokázali jsme rozdílnou úroveň osvojení dovedností v jednotlivých kategoriích řešení fyzikální úlohy u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie ve fyzice. Všechny níže uvedené hypotézy se potvrdily.

**Hypotéza  $H_2$ :** *Úroveň dovednosti řešit verbální kategorii etap učební úlohy je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.*

**Hypotéza  $H_3$ :** *Úroveň dovednosti řešit převody fyzikálních jednotek je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.*

**Hypotéza  $H_4$ :** *Úroveň dovednosti řešit algebraickou kategorii etap učební úlohy je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.*

**Hypotéza  $H_5$ :** *Úroveň dovednosti měřit fyzikální veličiny je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.*

**Hypotéza  $H_6$ :** *Úroveň dovednosti pracovat s daty je u žáků s dyskalkulií statisticky významně menší než u žáků bez dyskalkulie.*

### – 3 – 4 Výzkumná studie III

Třetí výzkumná studie se zabývá otázkou vlivu poruch matematických schopností žáka s dyskalkulií na řešení učební úlohy v matematice. Tento vliv ilustrujeme na výsledcích didaktického testu, který zahrnuje základní aritmetické a algebraické výpočty. Smyslem studie je zejména zjistit, jaké typy úloh jsou pro žáka s dyskalkulií nejobtížnější a jaké typické chyby se u těchto žáků objevují.

#### – 3 – 4 – 1 Výzkumné cíle, otázky a hypotézy

Hlavním cílem této výzkumné studie je zjistit, jaký vliv mají poruchy matematických schopností žáka s dyskalkulií na řešení učební úlohy v matematice.

Cíle výzkumné studie jsou:

**Cíl 8:**

Stanovit, jaká je úroveň dovednosti řešit učební úlohu v matematice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie.

**Cíl 9:**

Zjistit, jaké typy úloh v matematice jsou pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější, a stanovit typické chyby u žáků s dyskalkulií.

### Cíl 10:

Určit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi úrovní dovedností řešit učební úlohu v matematice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie.

Tyto cíle jsme specifikovali pomocí výzkumných otázek, které jsme rozdělili do tří základních okruhů:

#### Okruh I: Celkové výsledky žáků s dyskalkulií a žáků bez dyskalkulie.

*Jaké jsou výsledky žáků v didaktickém testu zjišťujícím úroveň dovedností žáka řešit učební úlohu v matematice?*

#### Okruh II: Dílčí výsledky žáků s dyskalkulií a žáků bez dyskalkulie při řešení jednotlivých úloh. Stanovení problémových úloh a typických chyb u žáka s dyskalkulií.

*Jakých výsledků dosahují žáci s dyskalkulií a bez dyskalkulie při řešení jednotlivých úloh? Které typy úloh byly pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější? Které úlohy se nejvíce liší v obtížnosti u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie? Které úlohy jsou úlohy s nejvyšší obtížností u žáků s dyskalkulií? Jak řeší úlohy s nejvyšší obtížností žáci s dyskalkulií? Jaké obtíže a typické chyby se u žáků s dyskalkulií objevují?*

#### Okruh III: Srovnání výsledků žáků s dyskalkulií a žáků bez dyskalkulie.

*Liší se úroveň dovednosti řešit úlohu v matematice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie?*

První dva okruhy jsou deskriptivní povahy. Ve druhém okruhu byly výzkumné otázky doplněny o hypotézy popisující vztah mezi mírou osvojení dovedností u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie:

**Hypotéza  $H_1$ :** *Míra osvojení dovedností (tzn. dosažené výsledky v didaktickém testu) je u žáků s dyskalkulií významně menší než u žáků bez dyskalkulie.*

**Hypotéza  $H_2$ :** *Počet správných odpovědí u velmi snadných úloh v didaktickém testu je u žáků s dyskalkulií významně menší než u žáků bez dyskalkulie.*

### – 3 – 4 – 2 Metodologie výzkumu

Následující text předkládá metodologický postup, který byl použit v rámci výzkumné studie III. Obsahuje popis základního a výzkumného souboru; použitých výzkumných metod a výzkumného nástroje; ověřování a způsobu zpracování získaných dat.

## Výzkumný soubor

Základní soubor tvoří žáci 9. ročníků základních škol. Výběrový soubor byl sestaven dostupným výběrem z 14 tříd, 12 tříd bylo běžných bez specializace a 2 třídy specializované na výuku žáků se specifickými poruchami učení (dále SPU), tzv. dyslektické třídy. Celkem se výzkumu zúčastnilo 231 žáků, přičemž 85 žáků (36,8 %) bylo s jednou nebo více SPU<sup>21</sup>, z tohoto počtu bylo 14 žáků (6,1 %) s dyskalkulií. Detailní popis 14 žáků s dyskalkulií (případ 1–6, 8–15) jsme prezentovali ve výzkumné studii I. U všech těchto žáků se dyskalkulie kombinovala s další specifickou poruchou učení. Kombinaci poruch učení u jednotlivých případů znázorňuje diagram 3.1 (výzkumná studie I). Pro lepší přehled o výzkumném souboru udáváme tabulku 3.33 s počtem žáků zkoumaných tříd základních škol.

Tabulka 3.33

*Charakteristika výběrového souboru výzkumného šetření III*

Škola	Třída	Počet žáků	Počet žáků se SPU	Počet žáků s dyskalkulií
1. Běžná základní škola	9. A	22	5	0
	9. B	19	8	0
	9. C	21	9	2
2. Běžná základní škola	9. A	22	6	1
3. Běžná základní škola	9. A	13	2	0
	9. B	16	5	0
4. Základní škola s dyslektickými třídami	9. A	14	2	0
	9. B	17	3	0
	9. C (dyslektická)	11	11	5
5. Základní škola s dyslektickými třídami	9. A	15	8	4
	9. D (dyslektická)	15	15	2
6. Běžná základní škola	9. A	15	6	0
	9. B	15	1	0
7. Běžná základní škola	9. A	16	4	0
Celkem	14 tříd	231	85	14

<sup>21</sup> U žáků s SPU bez dyskalkulie převládaly tyto specifické poruchy učení: dysortografie (u 57 žáků), dyslexie (u 40 žáků) a dysgrafie (u 38 žáků). 21 žáků z tohoto počtu mělo jen jednu specifickou poruchu učení, u ostatních byly poruchy učení různě kombinovány.

## Výzkumná metoda

Při třetí výzkumné studii bylo použito výzkumné metody testování dovednosti žáka v matematice. Výzkumným nástrojem byl didaktický test. Didaktický test (příloha 3) z matematiky jsme převzali od Chinna (2012, s. 84–87). Test obsahuje 44 jednoduchých otevřených úloh. Patnácti–minutový matematický test zahrnuje řadu aritmetických a algebraických úloh, ale především testuje dovednosti v oblasti aritmetiky. Nejsou zde žádné otázky týkající se geometrie nebo zpracování dat a nejsou zde obsaženy žádné slovní úlohy. Slovní složka je v testu redukována na minimum. Proto pro nás bylo zajímavé i zjištění, jak si v tomto testu povedou žáci se specifickými poruchami učení, jako jsou dyslexie, dysgrafie a dysortografie. I tito žáci mají porušeny některé dílčí funkce matematické schopnosti.

Před samotným užitím didaktického testu pro výzkumné účely jsme provedli jeho ověřování a následně jeho optimalizaci (viz Pavlíčková, 2014, s.155–162). Zjišťovali jsme obtížnost jednotlivých úloh výpočtem hodnoty obtížnosti Q (viz Chráska, 1999, s. 47) a citlivost jednotlivých úloh výpočtem koeficientu citlivosti, tzv. tetrachorického koeficientu citlivosti  $r_{tet}$  (viz Chráska, 2007, s. 120). Reliabilitu didaktického testu jsme kontrolovali pomocí Kuderova–Richardsonova vzorce (viz Chráska, 2007, s. 198–200), který zjišťuje spolehlivost a přesnost didaktického testu. „Tento model výpočtu koeficientu reliability je vhodný pro didaktické testy úrovně“ (Chráska, 2007, s. 199). V rámci analýzy vlastností úloh jsme provedli také analýzu tzv. nenormovaných odpovědí, především rozbor vynechaných odpovědí. Validita testu byla zabezpečena srovnáním obsahu testových úloh s učivem stanoveným v *Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání* a posouzením testu odborníkem. Ověřování didaktického testu z matematiky jsme provedli v březnu školního roku 2012/2013 na základní škole v Brně.

## Zpracování a analýza výsledků

Před samotnou analýzou dat jsme museli získané materiály zpracovat. Didaktický test obsahuje 44 základních úloh. Za každou správně zodpovězenou úlohu mohl žák získat jeden bod, maximální počet dosažených bodů byl tedy 44. Nejdříve jsme jednotlivé testy ohodnotili a čárkovací metodou jsme pomocí čárek zaznamenávali výskyt jednotlivých hodnot. Abychom rozlišili žáky s dyskalkulií a žáky bez dyskalkulie, používali jsme různé barvy čárek. Výsledky jsem zaznamenali do tabulky četností dosažených bodů. Dále jsme pomocí čárkovací metody zaznamenávali četnosti špatných odpovědí a žádných odpovědí u jednotlivých úloh didaktického testu. K rozlišení žáků s dyskalkulií a bez dyskalkulie jsme využili opět odlišné barvy čárek. Po zpracování jsme dostali dvě hlavní tabulky. První tabulku s četnostmi celkově získaných bodů z didaktického testu a druhou tabulku s četnostmi špatných odpovědí a nezodpovězených úloh testu. Tyto dvě tabulky jsme porovnali, abychom si ověřili správnost postupu.

K analýze dat byla využita statistika deskriptivní (popis výsledků dosažených žáky). Využili jsme charakteristik polohy (střední hodnoty): *aritmetický průměr*, *modus*, *medián*, a charakteristik variability: *variační šíře*, *rozptyl*, *směrodatná odchylka*, *variační koeficient* a *kvartilová odchylka* (Chráska, 2007, s. 46–55). Dále byla využita statistika induktivní (vztahy mezi proměnnými), pomocí níž byly testovány stanovené hypotézy. I v tomto případě jsme významné rozdíly mezi průměrnými výsledky skupiny žáků s dyskalkulií a skupiny žáků bez dyskalkulie nezkoumali pomocí *Studentova t-testu* (Chráska, 2007, s. 122–127), jelikož jsme výpočtem zjistili, že výsledky testování (výsledky didaktického testu z matematiky a výsledky z úloh, které byly vyhodnoceny jako velmi snadné) nemají normální rozdělení pomocí *Shapiro-Wilkova W testu*. P-hodnota vypočtená na základě tohoto testu byla menší než hladina významnosti alfa (0,05), zamítli jsme nulovou hypotézu a přijali hypotézu alternativní. Výsledky testování nemají normální rozdělení. K ověření hypotéz jsme použili neparametrickou alternativu Studentova t-testu, a to *U-test Manna a Whitneyho*. Aplikovali jsme *U-test pro větší skupiny* (Chráska, 2007, s. 94) a *U-test při velkých četnostech* (Chráska, 2007, s. 96).

### – 3 – 4 – 3 Výsledky I: Deskriptivní statistika

Na základě vyhodnocení výsledků deskriptivní statistiky se nyní pokusíme odpovědět na výzkumnou otázku, která byla položena před realizací výzkumné studie II vzhledem ke stanoveným cílům výzkumu.

#### Výzkumná otázka vztahující se k cíli 8:

*Jaké jsou výsledky žáků v didaktickém testu zjišťujícím úroveň dovedností žáka řešit učební úlohu v matematice u žáků s dyskalkulií a bez dyskalkulie?*

Bodové zisky jednotlivých žáků se pohybovaly od 9 do 44 bodů (maximální počet možných bodů byl 44). Nejčastěji žáci dosahovali 40 bodů, nejnižší hodnoty, tj. 1 až 8 bodů, pak nebyly zastoupeny vůbec. V další části vyhodnocování výsledků didaktického testu byly srovnávány výsledky žáků s dyskalkulií s žáky bez dyskalkulie. Skupinu žáků bez dyskalkulie jsme rozdělili ještě na dvě podskupiny: žáky se specifickými poruchami učení a žáky bez specifické poruchy učení. Bodové zisky u jednotlivých skupin žáků se pohybovaly následovně: u žáků s dyskalkulií od 9 do 40 bodů, u žáků se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie od 9 do 43 bodů a u žáků bez specifické poruchy učení od 11 do 44 bodů. Nejprve byla provedena statistika deskriptivní, kdy byla zjišťována četnost jednotlivých bodů. Tyto četnosti jsme znázornili pomocí histogramu četností pro všechny tři skupiny dohromady (diagram 3.20). Dále byly z výsledků testu vypočítány charakteristiky polohy (aritmetický průměr, medián a modus) a charakteristiky rozptýlení (variační šíře, rozptyl, směrodatná odchylka, variační koeficient

a kvartilová odchylka). Pro lepší přehlednost jednotlivých hodnot charakteristik jsme tyto hodnoty uspořádali do tabulky 3.34 (vypočítané číselné hodnoty jsou zaokrouhleny na dvě desetinná místa).

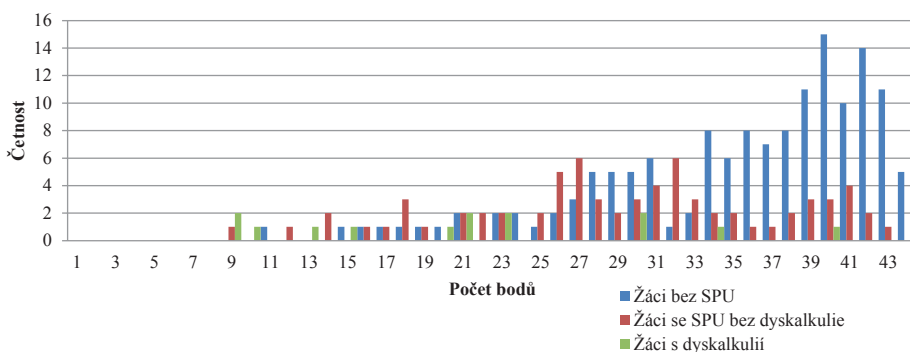


Diagram 3.20 Histogram četností bodů získaných jednotlivými skupinami žáků v testu z matematiky

Tabulka 3.34

Charakteristiky polohy a variability u jednotlivých skupin žáků v matematice

Charakteristiky polohy a variability	Žáci bez specifické poruchy učení (n = 146)	Žáci se specifickou poruchou učení, bez dyskalkulie (n = 71)	Žáci s dyskalkulií (n = 14)	Žáci dohromady (n = 231)
Aritmetický průměr	35,49	29,45	21,29	32,77
Medián	38,00	30,00	21,00	34,00
Modus	40,00	vícenásobný	vícenásobný	40,00
Variační šíře	33,00	34,00	31,00	35,00
Rozptyl	50,05	65,62	92,99	72,92
<b>Směrodatná odchylka</b>	<b>7,07</b>	<b>8,10</b>	<b>9,64</b>	<b>8,54</b>
Variační koeficient	19,93	27,51	45,30	26,06
Kvartilová odchylka	5,00	5,00	8,50	6,50

### – 3 – 4 – 4 Výsledky II: Rozbor výsledků

Tato část kapitoly obsahuje přehled úspěšnosti řešení jednotlivých úloh žáky bez dyskalkulie v porovnání s žáky s dyskalkulií a rozbor jednotlivých chyb u žáků

s dyskalkulií. Na základě vyhodnocení výsledků jednotlivých úloh se nyní pokusíme odpovědět na výzkumné otázky, které byly položeny před realizací výzkumné studie III vzhledem ke stanoveným cílům výzkumu.

### Výzkumné otázky vztahující se k cíli 9:

a) *Jakých výsledků dosahují žáci s dyskalkulií a bez dyskalkulie při řešení jednotlivých úloh?*

Úspěšnost žáka v řešení matematické úlohy ilustruje tabulka 3.35. V prvních třech úlohách testu dosahovali žáci s dyskalkulií lepší úspěšnosti než žáci bez dyskalkulie. V ostatních úlohách (i u těch, které byly stanoveny jako velmi snadné<sup>22</sup>: úlohy 4–15, 17–19, 22, 23) však úspěšnost žáků s dyskalkulií byla podstatně horší než u žáků bez dyskalkulie.

Zajímavé je zjištění, že i žáci se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie dosahovali ve všech úlohách kromě dvou úloh (2, 16) horších výsledků než žáci bez specifické poruchy učení. Tento fakt může být způsoben tím, že i tito žáci mají porušenou některou dílčí funkci matematické schopnosti, a tak v úlohách dosahovali horších výsledků.

Tabulka 3.35

*Úspěšnost žáka v řešení matematické úlohy*

Číslo úlohy	Obtížnost úlohy Q	Procentuální úspěšnost		
		Žáci bez SPU (n = 146)	Žáci s SPU bez dyskalkulie (n = 71)	Žáci s dyskalkulií (n = 14)
1	0,87	100,0	97,2	100,0
2	0,87	98,6	100,0	100,0
3	0,87	100,0	97,2	100,0
4	0,87	100,0	98,6	92,9
5	4,76	96,6	94,4	85,7
6	7,36	95,2	94,4	57,1
7	6,06	97,3	91,5	71,4
8	2,60	100,0	95,8	78,6
9	8,23	93,8	91,5	71,4
10	13,85	89,0	81,7	78,6
11	12,55	92,5	81,7	64,3
12	14,29	89,0	83,1	64,3

<sup>22</sup> Hodnota obtížnosti úlohy je menší než 20 (Chráska, 1999, s. 47).

Tabulka 3.35 (pokračování)

Číslo úlohy	Obtížnost úlohy Q	Procentuální úspěšnost		
		Žáci bez SPU (n = 146)	Žáci s SPU bez dyskalkulie (n = 71)	Žáci s dyskalkulií (n = 14)
13	18,18	88,4	74,6	50,0
14	13,42	89,0	84,5	71,4
15	6,49	94,5	94,4	78,6
16	22,08	79,5	80,3	50,0
17	15,15	92,5	78,9	35,7
18	13,85	92,5	78,9	57,1
19	13,42	90,4	84,5	57,1
20	22,94	84,9	69,0	35,7
21	25,97	80,8	69,0	28,6
22	10,39	93,2	88,7	57,1
23	15,58	89,0	83,1	42,9
24	36,80	71,2	54,9	21,4
25	34,63	74,7	53,5	28,6
26	36,80	73,3	49,3	28,6
27	26,84	77,4	69,0	50,0
28	44,16	67,1	40,8	14,3
29	45,89	67,1	33,8	21,4
30	24,68	84,9	60,6	50,0
31	27,71	82,2	56,3	50,0
32	36,80	74,0	49,3	21,4
33	39,39	65,8	52,1	50,0
34	40,69	68,5	47,9	21,4
35	46,32	65,1	38,0	14,3
36	59,74	48,6	23,9	35,7
37	35,93	74,0	52,1	21,4
38	54,11	56,8	26,8	28,6
39	40,26	67,8	47,9	35,7
40	47,62	58,9	43,7	28,6
41	41,56	69,2	43,7	21,4
42	73,16	33,6	18,3	0,0
43	42,42	67,8	42,3	28,6
44	36,36	74,7	47,9	28,6

b) *Které typy úloh byly pro žáky s dyskalkulií nejobtížnější? Které úlohy se nejvíce liší v obtížnosti u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie? Které úlohy jsou úlohy s nejvyšší obtížností u žáků s dyskalkulií?*

Pro stanovení nejobtížnějších úloh byly vypočítány hodnoty obtížnosti  $Q^{23}$  pro každou ze zadávaných úloh. Hodnota obtížnosti udává procento žáků ve vzorku, kteří danou úlohu zodpověděli nesprávně nebo odpověď vynechali. V literatuře (Chráska, 1999, s. 47) se za velmi obtížné považují úlohy, jejichž hodnota obtížnosti  $Q$  je vyšší než 80. Hodnotu obtížnosti větší než 80 měli žáci s dyskalkulií u 3 ze 44 úloh (úloha 28, 35, 42). Pro stanovení rozdílnosti v obtížnosti úloh u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie jsme vypočítali rozdíl obtížnosti  $\Delta Q$ . Rozdíl obtížnosti zjišťuje, do jaké míry úloha rozlišuje žáky s dyskalkulií od žáků bez dyskalkulie.

Pro stanovení úloh s nejvyšší obtížností jsme si určili dvě následující podmínky:

- a) obtížnost  $Q$  úlohy musí být vyšší než 70,
- b) rozdíl obtížnosti  $\Delta Q$  musí být vyšší než 35.

Tyto dvě podmínky současně splňuje 10 ze 44 úloh (tabulka 3.36).

Tabulka 3.36

*Obtížnost úloh testu z matematiky u žáků s dyskalkulií (výběr úloh s nejvyšší obtížností)*

Zadání úlohy/typ úlohy (číslo úlohy)	$Q$ – obtížnost úlohy u žáků s dyskalkulií ( $n = 14$ )	$\Delta Q$ – rozdíl obtížnosti úlohy u žáků s dyskalkulií ( $n = 14$ ) a u žáků bez dyskalkulie ( $n = 217$ )
$534 + 185 = 185 + \underline{\quad}$ (21)	71,4	48,4
$2\frac{1}{4}$ hodiny = $\underline{\quad}$ minut (24)	78,6	44,5
$\frac{1}{4} = \frac{\quad}{12}$ (25)	71,4	39,2
1 km : 5 = $\underline{\quad}$ metrů (26)	71,4	36,9
$4,8 + 5,21 + 6 = \underline{\quad}$ (28)	85,7	44,2
20% ze 140 je $\underline{\quad}$ (29)	78,6	34,8
$23 : 1000 = \underline{\quad}$ (32)	78,6	44,5
$4,98 \text{ €} + 2,99 \text{ €} + 9,98 \text{ €} = \underline{\quad} \text{ €}$ (34)	78,6	40,3
150% z 64,- Kč je $\underline{\quad}$ Kč (35)	85,7	41,9
$5,67 \text{ km} = \underline{\quad}$ metrů (37)	78,6	45,4
$2y + 5 = 31; y = \underline{\quad}$ (41)	78,6	39,4
$(x + 15) + (x - 23) = 44; x = \underline{\quad}$ (42)	100,0	28,6

<sup>23</sup> Vypočítané hodnoty obtížnosti jsme zaokrouhlili na jedno desetinné místo.

Pro seřazení deseti úloh s nevyšší obtížností jsme všechny hodnoty Q z tabulky 3.36 seřadili od největší po nejmenší a přiřadili jsme jim hodnoty, které odpovídaly jejich pořadí. Stejně jsme postupovali u hodnot  $\Delta Q$ . Následně jsme u každé úlohy sečetli pořadí u hodnoty Q a u hodnoty  $\Delta Q$ . Vypočítaný součet nám objasnil seřazení úloh od úlohy s nejvyšší obtížností a to následovně: 21, 37, 24, 32, 28, 35, 34, 41, 25, 26.

c) *Jak řeší úlohy s nejvyšší obtížností žáci s dyskalkulií?*

Pro lepší přehlednost, jsme vytvořili tabulku 3.37, která nám uvádí procento žáků s dyskalkulií a bez dyskalkulie, kteří danou úlohu s nevyšší obtížností vyřešili správně nebo v řešení chybovali nebo úlohu vynechali.

**Tabulka 3.37**

*Úspěšnost žáků při řešení úloh s nejvyšší obtížností (test matematika)*

Úloha	Žáci s dyskalkulií (n = 14)			Žáci bez dyskalkulie (n = 217)		
	správně řešilo	chybovalo	vynechalo	správně řešilo	chybovalo	vynechalo
21	28,6%	28,6%	42,9%	77,0%	7,8%	15,2%
37	21,4%	14,3%	64,3%	66,8%	13,8%	19,4%
24	21,4%	21,4%	57,1%	65,9%	17,5%	16,6%
32	21,4%	28,6%	50,0%	65,9%	12,0%	22,1%
28	14,3%	28,6%	57,1%	58,5%	29,0%	12,4%
35	14,3%	7,1%	78,6%	56,2%	6,9%	36,9%
34	21,4%	7,1%	71,4%	61,8%	16,6%	21,7%
41	21,4%	21,4%	57,1%	60,8%	13,4%	25,8%
25	28,6%	14,3%	57,1%	67,7%	8,8%	23,5%
26	28,6%	14,3%	57,1%	65,4%	13,8%	20,7%

Z analýzy odpovědí žáků je pracné zpětně rekonstruovat jejich myšlenkové procesy a povahu obtíží. My se i přes tuto skutečnost pokusíme v následujícím textu zaměřit na analýzu úloh<sup>24</sup> s nejvyšší obtížností.

— — —

<sup>24</sup> Analýzu všech úloh z didaktického testu z matematiky můžete nalézt v disertační práci autorky monografie (Pavličková, 2014, s. 168–187).

### Úloha 21:

$$534 + 185 = 185 + \underline{\hspace{2cm}}$$

Tuto úlohu můžeme vypočítat dvěma způsoby. První způsob, který si zvolili téměř všichni žáci, je zdlouhavý a často vede k chybným výsledkům. Žáci napřed sečetli 534 a 185 a následně od součtu odečetli 185. Druhý způsob využívá při řešení komutativnosti sčítání. Při tomto řešení nemusí žák počítat a výsledek je patrný na první pohled. Jen několik žáků úlohu neřešilo a využilo této vlastnosti, avšak většina z nich úlohu počítala. Tuto úlohu vynechalo celkem 6 žáků s dyskalkulií (případ 2–5, 10, 12; všichni tito žáci měli deficity ve sluchové syntéze a v grafo-motorice; převládaly deficity ve sluchovém vnímání) a 4 žáci s dyskalkulií (případ 1, 9, 14, 15; všichni žáci měli deficit v paměti; převládaly deficity kognitivních funkcí) v této úloze chybovali. U dvou žáků s dyskalkulií (případ 14, 15; u obou případů se objevovaly deficity ve všech dílčích funkcích matematické schopnosti; obrázek 3.5) se vyskytl nesprávný výsledek 904. Tito žáci zaměnili znaky „=“ a „+“ a vyřešili tento příklad správně následujícím způsobem:  $534 + 185 + 185 = 904$ . Další chybný výsledek, který se objevil u žáků s dyskalkulií, byl výsledek 719 (případ 1; žák měl postiženy především kognitivní funkce). Žák k výsledku přišel následujícím způsobem:  $534 + 185 = 719$ . Tyto chybné výsledky se vyskytovaly i u žáků bez dyskalkulie. Poslední chybný výsledek u žáků s dyskalkulií byl 796 (případ 9; žák měl porušený především dílčí funkce zrakového vnímání).

$$\begin{array}{r} 534 \\ + 185 \\ \hline 904 \end{array} + 185$$

Obrázek 3.5 Řešení matematické úlohy 21 případem 15

### Úloha 37:

$$5,67 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ metrů}$$

Úloha patří do kategorie převody fyzikálních veličin, které jsou z praxe známy jako úlohy nejobtížněji řešitelné pro žáky s dyskalkulií. V testu byly úlohy na převody jednotek ještě dvě (úloha 24, 26) a obě byly vyhodnoceny také jako nejobtížněji řešitelné pro žáky s dyskalkulií. Tato úloha nebyla doplněna vztahem pro

$$152 +$$

převod fyzikálních veličin. Žák si musel nejdříve vybavit vztah pro převod jednotek délky,  $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ , a následně ho správně použít, tzn. posunout desetinnou čárku o tři pozice doprava. Úloha tedy vyžadovala porozumění pozici číslice v čísle. Mnoho žáků používá mnemotechnické pomůcky typu „posuň desetinnou čárku o tři pozice doprava, když násobíš 1000“ nebo „přidej nulu, když násobíš 10“. Rozsah chyb u tohoto příkladu byl veliký a mohl být důsledkem užívání mnemotechniky. Úlohu vynechalo celkem 9 žáků s dyskalkulií (případ 1–5, 10, 12, 14, 15; u všech žáků byly zjištěny deficity ve sluchové syntéze a v grafomotorice; převládaly deficity ve sluchovém vnímání) a 2 žáci s dyskalkulií v této úloze chybovali (případ 9, 13; oba případy měly deficity ve sluchové analýze, zrakové diferenciaci, zrakové paměti, pravolevé orientaci a vizuomotorické koordinaci). U žáků s dyskalkulií se vyskytly dvě chyby: 56,7 (případ 9; porušení především zrakové vnímání) a 56700 (případ 13; porušení především zrakové vnímání a motorické funkce). Z těchto chyb není zcela patrné, zda žáci neznali vztah pro převod jednotek nebo číselné hodnoty převedli chybně. Zajímavé bylo u této úlohy také zjištění, že u žáků se specifickými poruchami učení se tyto chyby sice nevyskytly, ale často se u nich vyskytovala chyba 5067. Tuto chybu uvádí Chinn (2012, s. 111) jako nejméně frekventovanější. Bylo vidět, že tito žáci věděli, že jeden kilometr má tisíc metrů, ale nevěděli, kam mají poslední nulu umístit. Tato chyba může být důsledkem mnemotechnické pomůcky „přidej nulu, když násobíš 10“.

#### Úloha 24:

$$2\frac{1}{4} \text{ hodiny} = \text{_____ minut}$$

Tato úloha patří také do kategorie převody fyzikálních veličin, navíc se zde jako číselná hodnota objevuje smíšené číslo. Úloha nebyla doplněna vztahem pro převod fyzikálních veličin. Žák si tedy musel napřed vybavit vztah pro převod jednotek času,  $1 \text{ hodina} = 60 \text{ minut}$ , a potom ho správně použít, přičemž pracoval navíc se smíšeným číslem. Úlohu vynechalo celkem 8 žáků s dyskalkulií (případ 2–5, 9, 10, 14, 15; všichni žáci měli deficit ve sluchové analýze; byly porušeny funkce především ve sluchovém vnímání) a 3 žáci s dyskalkulií (případ 1, 6, 11; všechny případy měly deficit v paměti) v této úloze chybovali. Mezi špatnými výsledky u žáků s dyskalkulií se vyskytlo 140 minut (případ 6, u žáka byla nejvíce postižena zraková diferenciaci a grafomotorika), 30 minut (případ 1; žák měl postižené především kognitivní funkce) a 75 minut (případ 11, žák měl deficity nejvíce ve sluchové syntéze a grafomotorice). Výsledek 30 minut se vyskytnul i u žáků bez dyskalkulie, výsledek byl způsoben tím, že žáci řešili úlohu jako dvakrát čtvrt hodiny, tedy 30 minut. U žáků bez SPU se nejčastěji objevovala špatná odpověď 145 minut. Tito žáci počítali čtvrt hodinu jako čtvrtinu ze 100 minut ( $\frac{1}{4} \cdot 100 = 25$ ,  $120 + 25 = 145$ ). Chybu 145 minut uvádí Chinn (2012, s. 107) jako nejméně frekventovanější u tohoto příkladu a vysvětluje ji stejným způsobem.

### Úloha 32:

$$23 : 1000 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Násobení a dělení čísla číslem 10, 100, 1 000... (obecně  $10^k$ , kde  $k \in \mathbb{N}$ ) je jednou ze základních dovedností důležitých k pochopení poziční desítkové soustavy. Tato dovednost je také potřebná při převodu fyzikálních jednotek. Z praxe víme, že žáci s dyskalkulií mají v této oblasti velké obtíže. Po vyhodnocení této úlohy se ukázalo, že i žáci se SPU bez dyskalkulie mají v této oblasti problém. Úlohu vynechalo celkem 7 žáků s dyskalkulií (případ 1–5, 10, 15; nejvíc bylo u těchto žáků postiženo sluchové vnímání, především sluchová analýza a syntéza a grafomotorika) a 4 žáci s dyskalkulií (případ 6, 9, 11, 13; u všech žáků byl deficit ve zrakové diferenciaci, převažovaly deficity ve zrakovém vnímání) v této úloze chybovali. U žáků s dyskalkulií se vyskytovaly tyto chyby: 0,0023 (případ 6, 11; oba případy měly deficity ve sluchové syntéze, zrakové diferenciaci, paměti a grafomotorice) a 23000 (případ 9; u žáka nejvíce porušeno zrakové vnímání). Tyto chyby se vyskytovaly i u žáků bez dyskalkulie. Chyba – 0,023 (případ 13, u žáka porušeny všechny funkce zrakového vnímání) se vyskytla jen u žáka s dyskalkulií. Tyto chyby částečně prokázaly nevhodnost používání pouček typu „přesuň desetinnou čárku“ nebo „přidej nějaké nuly“.

### Úloha 28:

$$4,8 + 5,21 + 6 = \underline{\hspace{2cm}}$$

Úlohu vynechalo celkem 8 žáků s dyskalkulií (případ 1, 3 – 6, 10, 14, 15; nejvíc bylo u těchto žáků postiženo sluchové vnímání, především sluchová syntéza a grafomotorika) a 4 žáci s dyskalkulií (případ 2, 8, 9, 13; všichni žáci měli deficit ve sluchové analýze) v této úloze chybovali. Sčítání desetinných a celých čísel může způsobit řadu obtíží, pokud žák nechápe koncept desetinných čísel. Chyby v této úloze vznikly nejčastěji sečtením číslic na různých pozicích čísla. Žáci mixovali jednotky, desetiny a setiny a neuvědomovali si pozici číslic v desetinném čísle. Chinn (2012, s. 108) uvádí nejčastěji tyto chybné výsledky: 15,29; 9,35 a 10,61. U žáků s dyskalkulií, ale i u těch bez dyskalkulie, se nejčastěji vyskytla chyba 15,29 (případ 2, 8; oba případy měly deficit ve sluchové analýze a v paměti). Tato chyba mohla vzniknout následovně: žáci nejdříve sečetli správně  $4,8 + 6 = 10,8$  a potom chybně  $10,8 + 5,21 = 15,29$  nebo žáci sečetli  $4,08 + 5,21 + 6 = 15,29$ . Žáci si tedy buď příklad „zjednodušili“ (což se u žáků s dyskalkulií objevuje) nebo si neuvědomili, jak důležitá je pozice číslic v čísle a místo s 4,8 počítali s 4,08. Stejně frekventovaná chyba u dyskalkuliků byl výsledek 10,07 (případ 9, 13; oba žáci měli deficit ve sluchové analýze, zrakové diferenciaci, zrakové paměti, pravolevé orientaci a ve vizuomotorické koordinaci); způsob řešení můžeme vidět na obrázku 3.6. V řešení je patrné, že žáci si nevěděli rady s umístěním desetinné čárky v čísle 6. U tohoto řešení je zjevné, jak důležité je provést ověření výsledku.

Stačilo u příkladu sečíst jednotky a žáci by hned odhalili, že výsledek musí být větší než 15. Výsledek 10,07 se u žáků bez dyskalkulie nevyskytl.

$$4,8 + 5,21 + 6 = 10,07$$
$$\begin{array}{r} 5,21 \\ \hline 10,01 \\ 6 \end{array}$$

Obrázek 3.6 Řešení matematické úlohy 28 případem 10

### Úloha 35:

150% z 64,- Kč je \_\_\_\_\_ Kč

Tato úloha sice nebyla vyhodnocena jako nejobtížnější, ale má své prvenství za počet vynechaných odpovědí u žáků s dyskalkulií. Je to zajímavé, jelikož úlohy na procenta jsou úlohy, se kterými se žáci setkávají v životě téměř každodenně a žáci je mohou počítat několika způsoby. Může to být způsobeno faktem, že někteří žáci si nedokáží představit, že můžeme uvést více než 100%. Úlohu vynechalo 11 žáků s dyskalkulií (případ 1–6, 9–11, 13, 15; u žáků byla nejvíce postižena sluchová analýza a syntéza, zraková diferenciacie a grafomotorika; převládaly deficity ve sluchovém vnímání) a 1 žák s dyskalkulií (případ 14; u žáka byla nejvíce postižena grafomotorika) v této úloze chyboval. Chybný výsledek, který se vyskytl jen u žáka s dyskalkulií, byl 46 (případ 14). V testu se objevila ještě jedna úloha na procenta (úloha 29). V této úloze byli žáci s dyskalkulií úspěšnější jak co do počtu správných odpovědí, tak co do počtu vynechaných odpovědí. Úloha 35 byla navíc doplněna o základ v korunách, takže by měla být pro žáky s dyskalkulií jednodušší.

### Úloha 34:

4,98 € + 2,99 € + 9,98 € = \_\_\_\_\_ €

Tuto úlohu můžeme počítat buď tak, jak je napsaná, nebo si čísla zapsat pod sebe nebo můžeme sečíst sčítance zaokrouhlené na jednotky:  $5 + 3 + 10 = 18$  a od součtu odečíst 0,05, tedy  $18 - 0,05 = 17,95$ . Úlohu vynechalo celkem 10 žáků s dyskalkulií (případ 2–6, 9, 10, 12, 13, 15; u těchto žáků se objevovaly nejvíce deficity ve sluchové syntéze, zrakové diferenciaci a grafomotorice, nejvíce bylo postiženo sluchové vnímání) a 1 žák s dyskalkulií (případ 1; u žáka postižené hlavně kognitivní funkce a to pozornost, paměť a myšlení) v této úloze chyboval. Z výsledků

vidíme, že více než dvě třetiny žáků s dyskalkulií se úlohu nepokusilo ani řešit, i když je to úloha z reálného života. Žáci tuto úlohu mohli řešit několika způsoby, aby došli ke správnému výpočtu. U tohoto příkladu je také patrné, jak je důležité výsledek ověřit. Pokud by žáci zaokrouhlili všechny sčítance na jednotky a ty pak sečetli, tzn.  $5 + 3 + 10 = 18$ , věděli by, že výsledek musí být číslo menší než 18. U žáků s dyskalkulií chyboval pouze jeden žák, který napsal výsledek 15, (případ 1). Žák sečetl pouze jednotky u desetinných čísel, tzn.  $4 + 2 + 9 = 15$ , a potom se chystal pod sebou sečíst setiny, tzn.  $98 + 98 + 99$ . Výsledek tedy nebyl konečný.

### Úloha 41:

$$2y + 5 = 31$$

Úloha patří mezi algebraické úlohy, jelikož se v zápisu objevuje neznámá. Jedná se o velmi jednoduchou algebraickou úlohu, v testu byly algebraické úlohy celkem tři (úloha 41, 42<sup>25</sup>, 44). Úlohu vynechalo celkem 8 žáků s dyskalkulií (případ 1, 2, 4, 5, 12–15; u žáků se nejvíce objevoval deficit ve sluchové syntéze a v grafomotorice; nejvíce postiženo bylo sluchové vnímání) a 3 žáci s dyskalkulií (případ 3, 9, 10; všichni žáci měli deficity ve sluchové analýze, zrakové diferenciaci a vizuomotorické koordinaci) v této úloze chybovali. U žáků s dyskalkulií se objevily celkem tři chyby:  $38, 31 + 5 + 2 = 38$  (případ 10; u žáka bylo nejvíce porušeno sluchové vnímání);  $7, 2 + 5 = 7$  (případ 9; u žáka bylo nejvíce porušeno zrakové vnímání) a  $18$  (případ 3; u žáka bylo nejvíce porušeno sluchové vnímání). Chyba 38 se vyskytla i u žáků bez dyskalkulie. Další chyby vznikly především užitím špatného postupu při řešení tohoto příkladu (např.  $26 + 5 = 31$ , tzn.  $y = 6$ ) a základními chybami (např.  $26 : 2 = 18$ ).

### Úloha 25:

$$\frac{1}{4} = \frac{\quad}{12}$$

Tato úloha, stejně jako úloha 24, využívá ve svém zápisu zlomek  $\frac{1}{4}$ . Úloha testuje důležitý koncept ekvivalentního zlomku. Úlohu vynechalo celkem 8 žáků s dyskalkulií (případ 2–5, 9, 10, 14, 15; všichni žáci měli deficit ve sluchové analýze, byly porušeny funkce především ve sluchovém vnímání) a 2 žáci s dyskalkulií (případ 1, 6; oba žáci měli deficit v paměti) v této úloze chybovali. Mezi dvěma chybnými odpověďmi u žáků s dyskalkulií se vyskytlo číslo  $\frac{1}{12}$  (případ 1; u žáka porušeny především kognitivní funkce) a  $\frac{2}{12}$  (případ 6; u žáka postiženo především

<sup>25</sup> Úloha patřila mezi nejobtížnější u všech žáků. Nerozlišovala však žáky s dyskalkulií a bez dyskalkulie, proto jsme ji nezařadili do úloh s nejvyšší obtížností u žáků s dyskalkulií.

zraková diferenciace a grafomotorika). Tyto výsledky se vyskytly i u žáků bez dyskalkulie. Z chyb je patrné, že žáci nemají jasnou představu o zlomku a neuvědomují si, že když se zvětší jmenovatel, musí se zvětšit i čítec.

### Úloha 26:

$$1 \text{ km} : 5 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ metrů}$$

Úlohu vynechalo celkem 8 žáků s dyskalkulií (případ 2–6, 10, 14, 15; všichni žáci měli deficit ve sluchové syntéze a grafomotorice; nejvíce bylo postiženo sluchové vnímání) a 2 žáci s dyskalkulií (případ 9, 13; oba žáci měli deficity hlavně ve zrakovém vnímání) v této úloze chybovali. Chyby v této úloze plynuly buď z neznalosti, kolik metrů má jeden kilometr, nebo žáci neuměli dělit pěti nebo žáci zkombinovali obě dvě neznalosti. U žáků s dyskalkulií se vyskytly dva chybné výsledky 500 (případ 9) a 1000 (případ 13; nejvíce byla u žáka porušena pozornost a hrubá a jemná motorika). Výsledek 500 zřejmě vznikl takto:  $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ ,  $1000 \text{ m} : 5 = 500 \text{ m}$ ; chyba vznikla nesprávným dělením. Výsledek 1000 zřejmě jen tím, že žák si uvědomoval, že  $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ , a tak to zapsal jako výsledek. Oba chybné výsledky se objevily i u ostatních skupin.

#### d) Jaké obtíže a typické chyby se u žáků s dyskalkulií objevují?

Typické chyby žáků s dyskalkulií vycházely ze základních číselných představ. Tito žáci nemají jasnou představu o přirozeném, záporném a desetinném čísle a zlomku. Žáci nerozumí poziční desítkové soustavě, není jim jasná pozice číslice v desetinném čísle. Mají obtíže při umístění desetinné čárky do zápisu přirozeného čísla. Žáci zaměňují čitatele a jmenovatele ve zlomku, dochází k inverzi číslic. Nechápejí vztah mezi zápisem desetinného čísla a zápisem desetinného zlomku. Všechny ostatní chyby při provádění operací, které se u žáků vyskytly, plynuly z výše uvedených obtíží.

- Žáci nerozumí algoritmu pro odčítání, násobení a dělení, nechápejí princip operací sčítání, odčítání, násobení a dělení. Při počítání často docházelo k inverzím číslic v čísle a k inverzím v oblasti znamének. Žáci často operace zaměňovali, zjednodušovali si počítání užitím jednodušších operací (sčítání za odčítání, násobení za dělení, násobení za umocňování), občas si při počítání zjednodušovali i čísla. Žákům chybí konkrétní představa operací, neumí si užití operací představit v reálném životě.
- U operace sčítání se nejvíce objevovaly chyby při sčítání zlomků a desetinných čísel.
- U operace odčítání se nejvíce objevovaly tyto chyby: u písemného odčítání inverze v oblasti jednotek a desítek, žáci chtěli „od většího čísla odečíst menší“, chyby při odčítání s přechodem přes desítku, chyby při odčítání desetinných čísel.

- Chyby při operacích sčítání a odčítání desetinných čísel nejčastěji vycházely z nepochopení řádů v desetinném čísle a z obtíží při umístění desetinné čárky.
- U operace násobení se nejvíce objevovala obtíž s pochopením algoritmu písemného násobení. Tato obtíž byla zřejmě způsobena i nepochopením práce s čísly různých řádů.
- U operace dělení se nejvíce objevovaly tyto obtíže: nejasná podstata dělení (užití chybného algoritmu), žáci nechápou písemný algoritmus pro dělení, obtíže při dělení přirozeného nebo desetinného čísla číslem 1000 (žáci nevěděli kam umístit desetinnou čárku nebo o kolik číslic posunout desetinnou čárku v desetinném čísle).
- Žáci dále nechápali princip číselné řady, neměli jasnou představu o pojmu druhá mocnina, nebyla jim jasná šedesátková soustava u jednotek času (převádění hodin na minuty), neměli jasnou představu o jednotkách délky a vztahem mezi kilometry a metry, nebyl jasný princip řešení rovnic a práce s nimi.
- U žáků s dyskalkulií se objevovaly i chyby z nepozornosti nebo nepřesného počítání. Několikrát žáci bez počítání napsali nějaký výsledek, který jsme nedokázali logicky vysvětlit. Složitější příklady z testu se někteří žáci s dyskalkulií ani nepokusili řešit.

### – 3 – 4 – 5 Výsledky III: Testování hypotéz

Na základě vyhodnocení výsledků testování hypotéz se nyní pokusíme odpovědět na výzkumnou otázku, která byla položena před realizací výzkumné studie III vzhledem ke stanoveným cílům výzkumu. Ke každé hypotéze jsme přidali podhypotézu, která má porovnat žáky bez specifické poruchy učení a žáky s poruchou učení. Toto doplnění o podhypotézu jsme provedli ze stejných důvodů jako u výzkumné studie II.

#### Výzkumná otázka vztahující se k cíli 10:

*Liší se úroveň dovedností řešit úlohu v matematice u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie?*

K detailnímu porovnání výsledků jsme tuto výzkumnou otázku doplnili o podotázku, která se zaměřila na úroveň dovedností řešit snadné úlohy u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie. Mnohem více signalizuje poruchu matematických schopností selhání ve snazších úkolech než v úkolech, které se právě ve škole probírají. Z analýzy obtížnosti jednotlivých úloh v didaktickém testu jsme v předvýzkumu shledali 24 úloh, které jsou velmi snadno řešitelné (tzn. s koeficientem obtížnosti menším než 20). Tyto úlohy jsme v didaktickém testu ponechali. Po analýze obtížnosti jednotlivých úloh v hlavním výzkumu jsme zjistili, že pouze 20 úloh je vzhledem k daným výsledkům velmi snadných. U každého žáka jsme

určili dosažený počet bodů z těchto velmi snadných úloh (maximální počet 20) a výsledky podrobili dalšímu testování. Jako velmi snadné úlohy byly shledány úlohy 1–15, 17–19, 22 a 23. Tyto úlohy by se obtížností daly zařadit na 1. stupeň základní školy.

V didaktickém testu z matematiky dosahovala skupina žáků s dyskalkulií výsledku  $\bar{x} \doteq 21,29$  a skupiny žáků bez dyskalkulie výsledku  $\bar{x} \doteq 33,52$ . Při řešení skupiny úloh, které byly shledány jako velmi snadné, dosahovala skupina žáků s dyskalkulií výsledku  $\bar{x} \doteq 14,14$  a skupiny žáků bez dyskalkulie výsledku  $\bar{x} \doteq 18,47$ . Zda jsou rozdíly mezi průměrnými výsledky skupiny žáků s dyskalkulií a skupiny žáků bez dyskalkulie statisticky významné, jsme zkoumali pomocí *U-testu Manna a Whitneyho*. Hypotézy byly testovány na hladině významnosti 0,05. Prokázali jsme rozdílnou úroveň osvojení dovedností u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie v matematice. **Hypotéza  $H_7$** , *Míra osvojení dovedností (tzn. dosažené výsledky v didaktickém testu) je u žáků s dyskalkulií významně menší než u žáků bez dyskalkulie* a **Hypotéza  $H_8$** , *Počet správných odpovědí u velmi snadných úloh v didaktickém testu je u žáků s dyskalkulií významně menší než u žáků bez dyskalkulie* se potvrdily.

Ve výzkumném šetření vyšly statisticky významné rozdíly v úrovni dovedností řešit úlohu v matematice u žáků bez specifické poruchy učení a u žáků se specifickou poruchou učení. Porucha matematických schopností je podmíněna mnoha deficity v různých oblastech, které jsou důležité pro schopnost naučit se číst, psát a počítat (viz kapitola 2.1.1). Pokud nemá žák rozvinuty funkce, které umožňují, aby se naučil číst a psát, problémy mu může dělat i počítání. Můžeme si všimnout, že i žáci s poruchou učení dosahovali nižší úspěšnosti, i když v didaktickém testu nebylo užito mnoho zápisu.



Publikace je věnována poruchám matematických schopností u žáků základních škol a jejich dopadu na řešení úloh ve fyzice a v matematice. Matematickou schopnost si autorka rozdělila na dílčí funkce a zkoumala deficity těchto dílčích funkcí, jelikož porucha matematických schopností je podmíněna mnoha deficity v různých oblastech, které jsou důležité pro schopnost naučit se číst, psát a počítat. Pokud nemá žák rozvinuty funkce, které umožňují, aby se naučil číst a psát, problémy mu může dělat i počítání. V teoretické části publikace je zpracován přehled projevů jednotlivých deficitů matematické schopnosti. Tyto informace mohou pomoci zvláště učitelům matematiky při vyhodnocování zpráv z pedagogicko-psychologické poradny. Učitelé by se neměli orientovat jen na to, zda dané dítě má či nemá dyskalkulii, ale především na porušené dílčí funkce a způsob jakým tyto deficity mohou ovlivnit učení se v matematice. Diagnostika konkrétního deficitu dílčí funkce může pomoci i k účelnější reedukaci. Pokud například o žákovi víme, že má špatné zrakové rozlišování, můžeme použít řadu cvičení, která se zaměří na rozvoj zrakového rozlišování a pomohou odstranit tento dílčí deficit. Z projevu tohoto deficitu, pak můžeme usoudit, v jakých částech učiva matematiky bude mít žák obtíže a zvolit vhodné výukové postupy a kompenzační pomůcky.

Těžiště publikace tvoří výzkumná část, které se zúčastnilo celkem 243 žáků devátých ročníků základních škol, 15 z těchto žáků byli žáci s dyskalkulií. Zastoupení dyskalkulie v našem výzkumném vzorku tedy tvořilo 6,2%. Ve studiích se zastoupení poruchy matematické schopnosti odhaduje mezi 0,95–6,5% populace.

### Závěry výzkumné studie I

U žáků s dyskalkulií, kteří se zúčastnili výzkumu, se objevují následující zátěže, které vyplývají z analýzy jednotlivých případů (viz kapitola 3.2). U 47% dyskalkulíků se objevuje mírná hereditární zátěž ze strany rodičů dítěte (tito žáci mají sourozence, u kterého se také vyskytovala porucha učení). 47% matek dyskalkulíků mělo mírné odchylky od normálního průběhu těhotenství. Mírné odchylky od průběhu porodu se vyskytly u 33% matek žáků s dyskalkulií. U 47% žáků s dyskalkulií se v průběhu základní školy objevily mírné nebo závažné zdravotní potíže. Všechny popisované zátěže se objevovaly zároveň u 20% žáků s dyskalkulií a u 27% žáků s dyskalkulií se neobjevila ani jedna výše uvedená zátěž. U 73% žáků s dyskalkulií se objevovaly problémy v průběhu praceschopnosti, kde nejzávažnějším

problémem bylo pomalé pracovní tempo. Ve výzkumu se potvrdilo, že u žáků s dyskalkulií jsou poškozeny některé funkce percepční, kognitivní a motorické. U žáků s dyskalkulií byla nejvíce poškozena dílčí funkce kognitivní funkce, oblast předčíselných a číselných představ. Dále byla z kognitivních funkcí nejvíce porušena paměť a pozornost. Z percepčních funkcí bylo oslabeno více sluchové než zrakové vnímání. Ze sluchového vnímání byla nejvíce porušena sluchová analýza a syntéza a ze zrakového vnímání byla nejvíce porušena zraková diferenciacie a optická paměť a zapamatování si tvarů. Z motorických funkcí byla nejvíce postižena oblast grafomotoriky a vizuomotorické koordinace. Každý žák s dyskalkulií, který se výzkumného šetření zúčastnil, měl porušeny jiné funkce, v odlišné intenzitě a v rozdílné kombinaci. Průměrný věk, kdy byla žákovi diagnostikována porucha matematických schopností, byl 10,0 let. U více než 40 % žáků s poruchou matematických schopností se objevovaly tyto matematické obtíže (hlavní projevy deficitu v oblasti předčíselných a číselných představ): problémy v základních číselných operacích, obtíže při přechodu mezi jednotlivými řády, obtíže s orientací v číselných řadách (např. potíže orientovat se ve vzestupných či sestupných řadách), obtíže se zápisy víceciferných čísel (hlavně pokud se v zápisu čísla objevují nuly), počítání po jedné (při sčítání nebo odčítání) a obtíže při vnímání prostorových vztahů a při manipulaci s prostorem. Vývoj matematických obtíží byl u každého žáka v průběhu základní školy jiný. Matematické obtíže byly částečně kompenzovány nebo došlo k mírnému zlepšení u 13 % žáků s dyskalkulií. U ostatních žáků (87 %) se stav matematických obtíží téměř nezměnil.

## Závěry výzkumné studie II

Úroveň dovednosti žáka řešit učební úlohu ve fyzice byla ilustrována na výsledcích didaktického testu z fyziky. Celkem se výzkumu zúčastnilo 210 žáků navštěvujících devátý ročník základní školy, ze kterých bylo 14 žáků s dyskalkulií. Nejlepších výsledků dosahovali v tomto testu žáci bez specifické poruchy učení (průměrná úspěšnost u nich činila 62 %) a nejhorších žáci s dyskalkulií (průměrná úspěšnost u nich činila 27 %). Pomocí testování hypotéz jsme dospěli k závěru, že výsledky didaktického testu se liší u žáků bez specifické poruchy učení v porovnání s žáky se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie a liší se také u žáků se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie v porovnání s žáky s dyskalkulií. Z výsledků vyplývá, že nejen žáci s dyskalkulií, ale i žáci s jinými specifickými poruchami učení mají ve fyzice problémy. Téměř ve všech úlohách v testu z fyziky byla úspěšnost žáků s dyskalkulií horší než u žáků bez dyskalkulie. Zajímavé je zjištění, že i u úloh, ve kterých se nepočítalo, žáci s dyskalkulií dosahovali méně bodů než žáci bez dyskalkulie. Další zajímavé zjištění je, že žáci se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie dosahovali ve všech úlohách horších výsledků než žáci bez specifické poruchy učení. U žáků s dyskalkulií se objevovaly následující obtíže a problémy. Žáci si neuvědomují, že fyzikální veličina se neskládá pouze

s číselné hodnoty, ale důležitá je i fyzikální jednotka. Žáci neumí vyčíst z měřidla rozsah měřící jednotky, nerozumí stupnici na měřidle. Žáci uvádějí chybné jednotky u fyzikálních veličin. Žáci neumí číst text s porozuměním, nedávají pozor na slovní stránku zadání učební úlohy, nezaměří se na podstatu problému. Žáci neumí převádět fyzikální jednotky. Žáci nemají představu o funkčních závislostech jednotlivých proměnných ve vzorci pro výpočet dané fyzikální veličiny. Žáci mají obtíže při načrtnutí grafu a čtení z grafu. Žáci se neumí orientovat a číst z jízdního řádu. Typické byly u žáků s dyskalkulií nesmyslné odpovědi, které jsme nebyli schopni interpretovat. Leckdy to vypadalo, že odpověď napsali bezmyšlenkovitě, jen aby „zaplnili volné místo“. Ve všech skupinách žáků se jako nejobtížnější kategorie řešení fyzikální úlohy projevovala kategorie algebraická, která v sobě zahrnuje správné symbolické označení fyzikálních veličin, výběr vhodného fyzikálního vztahu a vyjádření neznámé ze vzorce. Druhá nejobtížnější ve všech skupinách byla kategorie verbální, která obsahuje porozumění zadání úlohy a textu; formule a zápis výsledků. Převody fyzikálních jednotek byly u všech skupin žáků stanoveny jako třetí nejobtížnější kategorie. Jako snadnější byly u všech skupin žáků vyhodnoceny kategorie práce s daty (konstrukce a čtení z grafu; čtení z tabulky) a měření fyzikálních veličin (provedení měření; určení fyzikální jednotky výsledku měření). Pomocí testování hypotéz jsme prokázali rozdílnou úroveň osvojení dovedností v jednotlivých kategoriích řešení fyzikální úlohy u žáků s dyskalkulií a u žáků bez dyskalkulie ve fyzice.

### Závěry výzkumné studie III

Úroveň dovednosti žáka řešit učební úlohu v matematice byla ilustrována na výsledcích didaktického testu z matematiky. Celkem se výzkumu zúčastnilo 231 žáků navštěvujících devátý ročník základní školy, ze kterých bylo 14 žáků s dyskalkulií. V porovnání s výsledky, které prezentuje ve své publikaci pro tento didaktický test Chinn (2012, s. 92), žáci dosahovali srovnatelných hodnot. Nejlepších výsledků dosahovali v tomto testu žáci bez specifické poruchy učení (průměrná úspěšnost u nich činila 81 %) a nejhorších žáci s dyskalkulií (průměrná úspěšnost u nich činila 48 %). Pomocí testování hypotéz jsme dospěli k závěru, že výsledky didaktického testu se liší u žáků bez dyskalkulie v porovnání s žáky s dyskalkulií. Z výsledků vyplývá, že nejen žáci s dyskalkulií, ale i žáci s jinými specifickými poruchami učení mají v matematice problémy. Žáci s dyskalkulií v porovnání s žáky bez dyskalkulie dosahovali horších výsledků i u úloh, které byly shledány jako velmi snadné. Téměř ve všech úlohách (i u těch, které byly stanoveny jako velmi snadné) v testu z matematiky byla úspěšnost žáků s dyskalkulií horší než u žáků bez dyskalkulie. Zajímavé je zjištění, že i žáci se specifickou poruchou učení bez dyskalkulie dosahovali téměř ve všech úlohách horších výsledků než žáci bez specifické poruchy učení. Typické chyby žáků s dyskalkulií vycházely ze základních číselných představ. Tito žáci nemají jasnou představu o přirozeném,

záporném a desetinném čísle a zlomku. Žáci nerozumí poziční desítkové soustavě, není jim jasná pozice číslice v desetinném čísle. Mají obtíže při umístění desetinné čárky do zápisu přirozeného čísla. Žáci zaměňují čitatele a jmenovatele ve zlomku, dochází k inverzi číslic. Nechápují vztah mezi zápisem desetinného čísla jako desetinného zlomku. Všechny ostatní chyby při provádění operací, které se u žáků vyskytly, plynuly z výše uvedených obtíží. Vzhledem k omezenému rozsahu výzkumného souboru však nelze výsledky výzkumu zevšeobecnit na celou populaci.

## Doporučení pro praxi

Z výsledků výzkumných studií, zabývajících se problematikou poruch matematických schopností u žáků s dyskalkulií a jejich vlivem na řešení úloh, plynou určité důsledky pro praxi. Tyto důsledky podáváme v podobě možných doporučení pro (budoucí) učitele (tabulka 4.1).

Tabulka 4.1

*Hlavní výzkumná zjištění a návrhy na opatření pro praxi*

Hlavní výzkumná zjištění	Možná opatření a návrhy na zlepšení
Každý žák s dyskalkulií má porušeny některé funkce percepční, kognitivní nebo motorické.	Učitelé matematiky a fyziky by se neměli orientovat jen na to, zda daný žák má či nemá dyskalkulií (nebo další specifické poruchy učení), ale především na porušené dílčí funkce a způsob jakým tyto deficity mohou ovlivnit učení se v matematice a ve fyzice. Diagnostika konkrétního deficitu dílčí funkce může pomoci i k účelnější reedukaci. Pokud například o žákovi víme, že má špatné zrakové rozlišování, můžeme použít řadu cvičení, která se zaměří na rozvoj zrakového rozlišování a pomohou odstranit tento dílčí deficit. Z projevu tohoto deficitu pak můžeme usoudit, v jakých částech učiva matematiky a fyziky bude mít žák obtíže, a zvolit vhodné výukové postupy a kompenzační pomůcky. Nejdůležitější je tedy včasná a důkladná diagnostika žáka v pedagogicko-psychologickém poradně.
U žáků s dyskalkulií převládalo pomalé pracovní tempo.	Tato skutečnost je známým faktem, který provází vzdělávání žáků s poruchami učení. Učitel si musí uvědomit, že každý žák má jiné problémy a obtíže ve vzdělávání a pokud potřebuje pracovat pomalu, tak mu to umožnit, na žáka nespěchat a vytvořit mu adekvátní prostředí pro vzdělávání.
Žáci s dyskalkulií a s dalšími SPU chyběli ve všech kategoriích řešení fyzikální úlohy.	Při řešení učební úlohy ve fyzice věnovat patřičnou pozornost všem etapám řešení učební úlohy. S žáky úlohu nejdříve přečteme, ujistíme se, zda pochopili fyzikální obsah úlohy, zapíšeme fyzikální veličiny. Pokud je potřeba načrtneme situaci. Provedeme návrh postupu řešení a rozměrovou zkoušku. Úlohu numericky vyřešíme (popř. zkonstruujeme graf). Diskutujeme o řešení úlohy a na úlohu odpovíme. Nepředpokládat, že žák s dyskalkulií bude mít problémy pouze s etapami, které využívají znalosti a dovednosti z matematiky.
Žáci s dyskalkulií chybovali při výběru vhodného fyzikálního vztahu a při vyjádření neznámé ze vzorce.	Do výuky zahrnout úlohy, které se budou zaměřovat jen na výběr vhodného fyzikálního vztahu. Tyto úlohy volit například po probrání většího učebního celku z fyziky. Orientovat se nejen na znalost fyzikálních vztahů ale zejména na dovednost aplikovat vhodný fyzikální vztah do konkrétní učební úlohy. Podporovat představu o funkčních závislostech jednotlivých proměnných ve vzorcích pro výpočet dané fyzikální veličiny užitím prekonceptů žáků.

Tabulka 4.1 (pokračování)

Hlavní výzkumná zjištění	Možná opatření a návrhy na zlepšení
Žáci s dyskalkulií měli velké obtíže při porozumění zadání úlohy a textu, při formulaci a zápisu výsledků.	U všech žáků podporovat verbální kategorii řešení fyzikální úlohy. S žáky důkladně přečíst zadání učební úlohy. Diskutovat s žáky o zadání úlohy. Přílehlými otázkami zjišťovat, zda žáci pochopili zadání a zda se v textu orientují. Velkou pozornost věnovat formulaci a zápisu výsledku. Výsledky jen nepodtrhávat, ale po žácích chtít přesnou formulaci odpovědi. Podporovat úlohy, kde žáci například nic nepočítají, ale podstatou je porozumění textu nebo formulace odpovědi na zadané otázky. Při výuce využít naučně vzdělávacích pořadů, kdy žáci v průběhu sledování mají odpovědět na předem stanovené otázky. Podporovat samostatnou práci s textem, s učebnicí.
Žáci s dyskalkulií chybovali při převodu fyzikální jednotek.	Chybné odpovědi poukazují na problém, že žáci si nedokáží představit míry, které v běžném životě používají. Ve vyučování je potřeba nezaměřovat se pouze na procvičování převodů jednotek, ale také na podporování správného odhadu žáků. Učitel by měli žákům umožnit srovnávat a porovnávat velikost jednotek přímo na konkrétních předmětech, se kterými se setkávají v běžném životě, aby si žáci rozmysleli rozměr jednotky a dokázali si daný rozměrálně představit. To by mohlo přispět k tomu, aby žáci nepřeváděli fyzikální jednotky tak, že jejich výsledky budou naprosto nereálné.
Žáci s dyskalkulií chybovali při řešení velmi snadných úloh z matematiky.	Žák s dyskalkulií má obtíže zejména v ovládnání základních početních úkonů, jako je sčítání, odčítání, násobení a dělení. Z testu se potvrdilo, že žáka s dyskalkulií v deváté třídě základní školy můžeme diagnostikovat na základě jednoduchých matematických úloh, které svou obtížností spadají na první stupeň základní školy. Tyto chyby se dají odstranit užitím vhodných kompenzačních pomůcek, jako je například tabulka s čísly nebo kalkulačka. Učitel však musí umět sám diagnostikovat, jaká pomůcka bude pro žáka optimální a která mu nejvíce prospěje.
Typické chyby žáků s dyskalkulií vycházely ze základních číselných představ.	U žáků s dyskalkulií se důsledně zaměřit na budování přirozeného čísla, celého čísla, zlomku, desetinného čísla a podobně. K těmto částem výuky přistupovat zodpovědně, pojmy budovat na konkrétních představách žáka. Zaměřit se na numeraci, jelikož pozdější problémy v operacích vyplývají z nekonkrétní představy žáka.
Žáci s dyskalkulií mají výrazné problémy v základních číselných operacích.	Dbát na metodickou výstavbu výuky matematiky. Snažit se žákům vysvětlit princip jednotlivých operací, využívat manipulativní činnosti žáka a jeho konkrétních představ. Pedagogové by neměli zapomínat na některé důležité kroky při výuce jednotlivých operací (například rozklady čísel atd.) a se všemi žáky je pořádně procvičit. V nápravné péči sice žákům může být dovysvětleno učivo, které jim není jasné, ale už nikdy s učivem nebudou ztotožnění tak, jak kdyby jim bylo jasné objasněno právě v době, kdy se z vývojového hlediska dané učivo měli šanci naučit.
Žáci se specifickou poruchou učení dosahovali horších výsledků v testu z matematiky než žáci bez specifické poruchy učení.	Tento fakt poukazuje na nutnost zaměřit pozornost ve výuce matematiky nejen na žáky s dyskalkulií, ale i na žáky s jinými poruchami učení. Tito žáci mají také porušeny některé dílčí funkce matematické schopnosti, které se projevují deficitem v těchto funkcích a mají neblahý vliv na vzdělávání těchto žáků ve výuce všech předmětů. Zde platí stejné doporučení jako u žáků s dyskalkulií, a to zejména včasná a důkladná diagnostika dílčích funkcí.

Závěrem můžeme říci, že pro redukaci poruch matematických schopností je nejdůležitějším krokem včasná a kompletní diagnostika. Volba vhodných výukových

postupů, cvičení a kompenzačních pomůcek pro reedukaci poruch matematických schopností se řídí podle oblastí, v nichž žák selhává. Z těchto důvodů autorka práce vytvořila přehled (tabulka 2.8) s odkazy na publikace, které se věnují reedukaci předčíselných a číselných představ, rozvoji zrakového a sluchového vnímání a rozvoji funkcí kognitivních a motorických. Pro přehledovou studii využila publikace psané česky, které mohou pro reedukaci použít rodiče, učitelé nebo speciální pedagogové. V těchto publikacích je řada námětů, které mohou přispět ke zmírnění nebo odstranění matematických obtíží. Uvedené poznatky, náměty a rady vycházejí z dlouholetých zkušeností s výukou těchto žáků a představují soubor pro praktické využití v učebním procesu. Mníme, že včasnou diagnostikou poruch matematických schopností a následnou volbou vhodných výukových postupů a cvičení, u kterých budou dodrženy didaktické zásady přiměřenosti, individuálního přístupu, názornosti, systematickosti a zpětné vazby, lze tuto poruchu kompenzovat či dokonce překonat.

Mathematical disabilities of pupils with dyscalculia and their impact on the solving of learning tasks in physics was the topic of this monograph. Issues connected with dyscalculia are nowadays more and more frequently discussed. Difficulties arising from this disability influence not only the teaching of mathematics, but also the teaching of other subjects, mainly the sciences, where mathematics is used, which has impact especially on the success of the pupils in physics or chemistry. For these reasons, our work focuses on solving learning tasks in mathematics and physics by pupils with dyscalculia. The research combines two research methodologies: case studies and didactic tests in mathematics and physics.

Using the case studies, we examined pupils with mathematical disabilities who took the didactic test in physics or in mathematics. The research confirmed that pupils with dyscalculia have some perception, cognitive, and motor skills deficiency, while each pupil with dyscalculia who took part in the research had deficiency of a different kinds of skills, in different intensity, and in different combination. Most often, pupils with dyscalculia had disabilities in the partial area of cognitive skills related to pre-number and number notions.

Through the didactic tests in physics and mathematics, we judged the level of ability to solve a learning task in physics and in mathematics for pupils with dyscalculia as well as for pupils without dyscalculia. Pupils without specific learning disability achieved the best results, while pupils with dyscalculia achieved the worst results. It is obvious from the results that not only pupils with dyscalculia, but also pupils with specific learning disabilities encounter significant problems in physics and in mathematics.

Our research results show the need to change approaches to pupils with dyscalculia and with specific learning difficulties in the teaching of mathematics and physics and the need for changes in diagnostic and re-education care.



- Adler, B. (2001). *What is dyscalculia?* Dostupné z <http://www.dyscalculiainfo.org/What%20is%20dyscalculia%20-%20B%20Adler.pdf>
- Allen, K. E., & Marotz, L. R. (2002). *Přehled vývoje dítěte: od prenatálního období do 8 let*. Praha: Portál.
- Auerbach, J. G., Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. S. (2008). Emotional and behavioral characteristics over a six-year period in youths with persistent and non-persistent dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities, 41*, 263–273.
- Bakwin, H. (1965). Learning problems and school phobia. In H. Medow (Eds.), *School Health Problems* (s. 995–1014). Pediatric Clinics of N. America.
- Balharová, K., & Bubeníčková, P. (2011). *Vzděláváme děti se specifickými poruchami učení na I. St. Š. Nápravná cvičení – SPU*. Praha: Dr. Josef Raabe, s.r.o.
- Balharová, K., Suchoňová, M., & Svobodová, Z. (2014). *Vzděláváme děti se specifickými poruchami učení na I. St. ZŠ. Nápravná cvičení II. – SPU*. Praha: Dr. Josef Raabe, s.r.o.
- Bartoňová, M. (2005a). *Kapitoly ze specifických poruch učení I. Výmezení současné problematiky*. Brno: Masarykova univerzita.
- Bartoňová, M. (2005b). *Kapitoly ze specifických poruch učení II. Reedukace specifických poruch učení*. Brno: Masarykova univerzita.
- Bartoňová, M. (2007). *Specifické poruchy učení v kontextu vzdělávacích oblastí RVP ZV*. Brno: Paido.
- Bednářová, J. (2003). *Zrakové rozlišování*. Brno: Pedagogicko-psychologická poradna Zachova 1.
- Bednářová, J. (2004a). *Předčíselné představy*. Brno: Pedagogicko-psychologická poradna Zachova 1.
- Bednářová, J. (2004b). *Prostorová orientace*. Brno: Pedagogicko-psychologická poradna Zachova 1.
- Berger, E. (1980). Teilleistungsschwächen. In W. Spiel (Eds.), *Die Psychologie des 20. Jahrhunderts. Band XII* (s. 223–254). Zürich: Kintle.
- Birkholz, J., Dinges, E., & Worm, H. L. (2002). *Förderpädagogik Mathematik*. Horneburg: Person.
- Blažková, R., Matoušková, K., & Vaňurová M. (1992). *Texty k didaktice matematiky pro učitelství I. stupně základní školy (2. část)*. Brno: Masarykova univerzita.
- Blažková, R. (1998). *Slovní úlohy I. Algebra*. Brno: PdF MU.
- Blažková, R., Matoušková, K., Vaňurová, M., & Blažek, M. (2000). *Poruchy učení v matematice a možnosti jejich nápravy*. Praha: Paido.
- Blažková, R., Matoušková, K., & Vaňurová, M. (2001). *Kapitoly z didaktiky matematiky (slovní úlohy, projekty)*. Brno: Masarykova univerzita.
- Blažková, R. (2007). Postavení dyskalkulií na základní škole. In M. Vítková (Eds.), *Přístupy ke vzdělávání žáků se specifickými poruchami učení na základní škole* (s. 66–68). Brno: Paido.
- Blažková, R. (2009). *Dyskalkulie a další specifické poruchy učení v matematice*. Brno: PdF MU.

- Blažková, R., & Šíroková, L. (2009). Vliv dyskalkulie na profesní orientaci žáka. In M. Vítková & V. Vojtová (Eds.), *Vzdělávání žáků se sociálním znevýhodněním. Education of Socially Disadvantaged Students* (11 s.). Brno: PdF MU.
- Blažková, R. (2010). *Dyskalkulie II – poruchy učení v matematice na 2. stupni ZŠ*. Brno: PdF MU.
- Blažková, R., & Pavlíčková, L. (2010a). Problematika dyskalkulie v rámci inkuzivního vzdělávání na základních školách. In M. Vítková & J. Havel (Eds.), *Inkuzivní vzdělávání v primární škole. Vzdělávání žáků se speciálními vzdělávacími potřebami* (22 s.). Brno: Paido.
- Blažková, R., & Pavlíčková, L. (2010b). Inkuzivní vzdělávání dětí s poruchami učení v matematice na základních školách. In H. Filová & J. Havel (Eds.), *Inkuzivní vzdělávání v primární škole* (s. 249–258). Brno: Paido.
- Blažková, R. (2012). *Dyskalkulie III. Vliv dyskalkulie na profesní zařazení jedinců v dospělosti*. Brno: Masarykova univerzita.
- Blažková, R. (2013). *Matematická cvičení pro dyskalkuliky. Soubor ověřených pracovních listů pro práci se žáky s dyskalkulií na I. stupni ZŠ*. Stařeč: INFRA, s.r.o.
- Blažková, R. (2014). *Matematická cvičení pro dyskalkuliky II. Soubor ověřených pracovních listů pro práci se žáky s dyskalkulií na II. stupni ZŠ*. Stařeč: INFRA, s.r.o.
- Blažková, R. (2017). *Didaktika matematiky se zaměřením na specifické poruchy učení*. Brno: Masarykova univerzita.
- Bohuněk, J. (2000). *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. Praha: Prometheus.
- Budínová, I. (2010). *Vazba mezi systémem vzdělávacích cílů a reálných výukových výstupů na příkladu učiva o funkcích na ZŠ* (Disertační práce.) Brno: Masarykova univerzita.
- Butterworth, B., & Yeo, D. (2004). *Dyscalculia Guidance*. London: David Fulton.
- Butterworth B., & Yeo, D. (2007): *Dyscalculia Guidance: Helping pupils with specific learning difficulties in maths*. Abingdon: nferNelson Publishing Company Limited.
- Butterworth, B., & Laurillard, D. (2010). Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention. *ZDM Mathematics Education*, 42, 527–539.
- Cohn, R. (1968). *Developmental dyscalculia*. Pediatric Clinics of N. America.
- Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L., & Wilson, A. (2004), Arithmetic and the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 218–224.
- Denburg, N. L., & Tanel, D. (2012). Acalculia and disturbances of the body schema. In K. M.
- Ebhardt, A., & Ebhardt, F. (2004). *Neue fröhliche Wege aus der Dyskalkulie*. Dortmund: Verlag Modernes Lernen Borgmann KG.
- Ebhardt, A. (2005). *Fröhliche Wege aus der Dyskalkulie*. Dortmund: Verlag Modernes Lernen Borgmann KG.
- Fenclová, J. (1984). *Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Fridman, L. M. (1977). *Logiko-psychologičeskij analiz školnych učebnych zadač*. Moskva: Pedagogika.
- Fridman, L. M., & Tureckij, E. N. (1984). *Kak naučit'sja rešit' zadači*. Moskva: Prosvetšeniye.
- Gaidoschik, M. (2003). *Rechnenschwäche – Dyskalkulie*. Vídeň.
- Gavora, P. (2000). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido.
- Graichen, J. (1979). Zum Begriff der Teilleistungsstörungen. In R. Lempp (Eds.), *Teilleistungsstörungen im Kindesalter* (s. 43–60). Wien: Huber–Bern Stuttgart.
- Grissemann, H. (1996). *Dyskalkulie heute*. Bern: Hans Huber.
- Hartl, P., & Hartlová, H. (2004). *Psychologický slovník*. Praha: Portál.

- Havas, H. (2005). *Trénink inteligence*. Praha: Ikar.
- Havas, H. (2006). *Využijte svých schopností na 100%: trénink myšlení, paměti, kreativity*. Praha: Grada.
- Heilman, K. M., & Valenstein, E. (Eds.), *Clinical Neuropsychology* (s. 169–197). Oxford: Oxford University Press.
- Helus, Z., Kulič, V., & Mareš, J. (1979). *Psychologie školní úspěšnosti žáků*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Hendl, J. (2005). *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál.
- Holoušová, D. (1983). Teorie učebních úloh. In *Studijní text pro přípravu učitelů pedagogiky na nové pojetí výchovně vzdělávací práce na SPgŠ*. Praha: UÚFPP.
- Chinn, S. (2004). *The trouble with maths. A practical guide to helping learners with numeracy difficulties*. Abingdon: RoutledgeFalmer.
- Chinn, S. (2012). *More trouble with maths. A complete guide to identifying and diagnosing mathematical difficulties*. Abingdon: Routledge.
- Chráška, M. (1999). *Didaktické testy*. Brno: Paido.
- Chráška, M. (2007). *Metody pedagogického výzkumu. Základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada.
- Chvalinová, E. (2003). *Specifická intervence v oblasti výchovy a vzdělávání žáků s dyskalkulií na základních školách* (disertační práce). Brno: PdF MU.
- Ingeborg, M. (2004). *Rechenchwächen erkennen und behandeln*. Dortmund: Verlag Modernes Lernen Borgmann KG.
- Janečková, D. (2004). *Hry pro pravo–levou orientaci (a pro radost)*. Havlíčkův Brod: TOBIÁŠ.
- Janás, J. (1996). *Kapitoly z didaktiky fyziky*. Brno: Masarykova univerzita.
- Jirotková, D. (2010). *Cesty ke zkvalitňování výuky geometrie: výzkumný záměr Učitelská profese v měnících se požadavcích na vzdělávání*. Praha: Univerzita Karlova.
- Jucovičová, D., Žáčková, H., & Sovová, H. (2001). *Specifické poruchy učení na 2. stupni základních škol (použitelné i pro střední školství)*. Praha: D+H.
- Jucovičová, D., & Žáčková, H. (2008). *Reedukace specifických poruch učení u dětí*. Praha: Portál.
- Kalhous, Z., & Obst, O. et al. (2002). *Školní didaktika*. Praha: Portál.
- Kárová, V. (1996). *Počítání bez obav: (jak pomáhat dětem s matematikou)*. Praha: Portál.
- Kaslová, M. (2010). *Předmatematické činnosti v předškolním vzdělávání*. Praha: Josef Raabe, s.r.o.
- Kašpar, E., et al. (1978). *Didaktika fyziky. Obecné otázky*. Praha: SPN.
- Katz, M. (2007). *IQ testy: praktická cvičení, rady a typy pro rozvoj verbálního, numerického a prostorového myšlení*. Praha: Grada.
- Kolářová, R., & Bohuněk, J. (1999). *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. Praha: Prometheus.
- Kolářová, R., Bohuněk, J., Štoll, I., Svoboda, M., & Wolf, M. (2000). *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. Praha: Prometheus.
- Kolářová, R., & Bohuněk, J. (2002). *Fyzika pro 6. ročník základní školy*. Praha: Prometheus.
- Kolářová, R., & Bohuněk, J. (2003). *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. Praha: Prometheus.
- Kolářová, R., Hejnová, E., Lišáková, E., & Kamarádová, Z. (2006). *Příručka učitele fyziky na základní škole s náměty pro tvorbu ŠVP*. Praha: Prometheus.

- Košč, L. (1971/72). *Vývinová dyskalkúlia ako porucha matematických schopností v detskom veku*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Košč, L. (1972). *Psychológia matematických schopností*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo.
- Koukolík, F. (2000). *Lidský mozek: funkční systémy: normy a poruchy*. Praha: Portál.
- Krüll, K. E. (2000). *Rechnenschwäche – was tun?* München: E. Reinhardt.
- Kumorovitzová, M., & Novák, J. (1994). *Nauč mě počítat*. Litomyšl: Augusta.
- Kuřina, F. (1989). *Umění vidět v matematice*. Praha: SPN.
- Lempp, R. (1979). Einführung. In R. Lempp (Eds.), *Teilleistungsstörungen im Kindesalter* (s. 9–11). Wien: Huber-Bern Stuttgart.
- Lucchelli, F., & De Renzi, E. (1993). Primary dyscalculia after a medial frontal lesion of the left hemisphere. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 56(3), 304–307.
- Lynch, Ch., & Kidd, J. (2002). *Cvičení pro rozvoj řeči: prevence a náprava poruch komunikace u mladších dětí*. Praha: Portál.
- Makydová, L., & Pavlíčková, L. (2012). Řešení fyzikálních úloh žáky s poruchou učení. In I. Budínová (Eds.), *Vzdělávání žáků se specifickými vzdělávacími potřebami. Matematika a řešení úloh* (s. 39–46). Brno: Masarykova univerzita.
- Matějček, Z., & Žlab, Z. (1972). *Zkouška laterality*. Bratislava: Psychodiagnostika.
- Matějček, Z., Šturma, J., Vágnerová, J., & Žlab, Z. (1987). *Zkouška čtení*. Bratislava: Psychodiagnostika.
- Matějček, Z. (1993). *Dyslexie – specifické poruchy čtení*. Praha: H&H.
- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44(1–2), 107–157.
- Medková, I. (2013). *Dovednosti žáků ve výuce fyziky na základní škole*. Brno: Masarykova univerzita.
- Metzler, B. (2002). *Hilfe bei Dyskalkulie*. Dortmund: Verlag Modernes Lernen Borgmann KG.
- Michalová, Z. (2001). *Specifické poruchy učení na druhém stupni ZŠ a na školách středních*. Havlíčkův Brod: TOBIÁŠ.
- Milz, I. (1980). *Emotionale Störungen in ihren Beziehungen zu Teilleistungsschwächen. Darstellung, Erfassung und Behandlung im Rahmen der Schule*. Berlin: Marhold Verlagsbuchhandlung.
- Miovský, M. (2006). *Kvalitativní přístup a metod v psychologickém výzkumu*. Praha: Grada.
- Novák, J. (1994). *Nauč mě počítat (Metodika korekce vývojových dyskalkulií)*. Litomyšl: AUGUSTA.
- Novák, J. (1997). *Výšetření matematických schopností u dětí*. Brno: Psychodiagnostika.
- Novák, J. (2000). *Dyskalkulie – specifická porucha počítání. Metodika rozvíjení početních dovedností s přílohou Pracovní listy*. Havlíčkův Brod: TOBIÁŠ.
- Novák, J. (2002). *Diagnostika specifických poruch učení*. Brno: Psychodiagnostika.
- Novák, J. (2004). *Dyskalkulie (Metodika rozvíjení početních dovedností)*. Havlíčkův Brod: TOBIÁŠ.
- Nováková, E. (2016). *Analýza úloh ze soutěže Matematický klokan a jejich řešení žáky primární školy: shrnutí výsledků výzkumného šetření*. Brno: Masarykova univerzita.
- Novotná, J. (2000). *Analýza řešení slovních úloh*. Univerzita Karlova v Praze: Pedagogická fakulta.
- Odvárko, O. (1995). *Tvorba a řešení aplikačních úloh v matematice pro 11–15 leté žáky. Vzdělávací program Iniciativa, Cyklus Jak tvořit se žáky v matematice*. Praha: PedF UK.
- Otevřelová, H. (2016). *Školní zralost a připravenost*. Praha: Portál.

- Pavličková, L. (2012). Řešení učebních úloh žáky s vývojovou dyskalkulií ve výuce fyziky a matematiky: postup a výsledky pilotních výzkumů. In T. Janík & K. Pešková, et al. (Eds.), *Školní vzdělávání: podmínky, kurikulum, aktéři, procesy, výsledky* (s. 247–264). Brno: Masarykova univerzita.
- Pavličková, L. (2013). Dovednosti v matematice u žáků s dyskalkulií – ověření výzkumného nástroje a výsledky výzkumu. In T. Janík & K. Pešková, et al. (Eds.), *Školní vzdělávání: od podmínek k výsledkům* (s. 187–207). Brno: Masarykova univerzita.
- Pavličková, L., & Trna, J. (2014). Hands-on Activities as a Support of Re-education of Students with Specific Learning Disabilities in Science and Mathematics Education. In M. Costa, P. Pombo, & J. Dorrio (Eds.), *11th International Conference on Hands-on Science. Science Communication with and for Society* (s. 103–108). Braga: The Hands-on Science Network.
- Pavličková, L. (2014). *Poruchy matematických schopností žáků s dyskalkulií a jejich vliv na řešení učebních úloh ve fyzice a v matematice* (Disertační práce). Brno: Masarykova univerzita.
- Peard, R. (2010). Dyscalculia: What is its prevalence? Research evidence from case studies. *Procedia Social and Behavioral Science*, 8, 106–113.
- Piaget, J. (1997). *Psychologie dítěte*. Praha: Portál.
- Pokorná, V., & Boháčová, Š. (1994). *Jak poznáme sklony dítěte k dyslexii, dysgrafii, dyskalkulií: porovnej, dokresli, spojuj, rozlišuj, skládej: soubor volných pracovních listů k rozvoji zrakového vnímání: rodičům, poradnám školám*. Praha: Blug.
- Pokorná, V. (1997). *Teorie, diagnostika a náprava specifických poruch učení*. Praha: Portál.
- Pokorná, V. (2000). *Rozvoj vnímání a poznávání I*. Praha: Portál.
- Pokorná, V. (2001). *Teorie a náprava vývojových poruch učení a chování*. Praha: Portál.
- Pokorná, V. (2010a). *Vývojové poruchy učení v dětství a dospělosti*. Praha: Portál.
- Pokorná, V. (2010b). *Cvičení pro děti se specifickými poruchami učení*. Praha: Portál.
- Polya, G. (1962). *Mathematical Discovery*. John Wiley & Sons.
- Preiss, M., & Příkrylová Kučerová, H. (2006). *Neuropsychologie v psychiatrii*. Praha: Grada.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2009). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání*. (2017). Dostupné z [www.msmt.cz](http://www.msmt.cz)
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. (2017). Dostupné z [www.msmt.cz](http://www.msmt.cz)
- Shalev, R. S., Auerbach, J., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (2000). Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. In J. K. Buitelaar (Eds.), *European child + adolescent psychiatry 9* (s. 58–64). Dresden: Steinkopff Verlag.
- Simon, H. (2006). *Dyskalkulie*. Praha: Portál.
- Spiel, G. (1977). Vorwort und Einleitung. In E. Berger (Eds.), *Teilleistungsschwächen bei Kinder* (s. 7–11). Wien: Huber.
- Svoboda, M. (2015). *Psychodiagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Portál.
- Šířoká, L. (2008). Problematika dyskalkulie na základní a střední škole. In I. Sýtařová (Eds.), *Setkání učitelů matematiky* (s. 91–106). Brno: Masarykova univerzita.
- Šířoká, L. (2009). Využití didaktických her pro reedukaci specifických poruch učení. In *Setkání učitelů matematiky II – Matematika a hry* (s. 108–120). Brno: Masarykova univerzita.
- Šířoká, L. (2010). Problematika dyskalkulie na střední škole. In P. Horváth, T. Lengyelfalussy, & M. Záborský (Eds.), *7. žilinská didaktická konference s mezinárodní účastí*. [CD-ROM] Žilina: Žilinská univerzita v Žilině.
- Školský zákon*. (2017). Dostupné z [www.msmt.cz](http://www.msmt.cz)
- Švaříček, R., & Šed'ová, K., et al. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál.

- Švec, V., Filová, H., & Šimoník, O. (1996). *Praktikum didaktických dovedností*. Brno: Masarykova univerzita.
- Tollingerová, D. (1970/1971). Úvod do teorie a praxe programované výuky a výcviku. *Odborná výchova*, (21), 77–78.
- Treuová, H. (1995). *Pracovní sešit pro rozvoj početní představivosti a dovednosti*. Havlíčkův Brod: Tobiáš.
- Trna, J., Makydova, L., & Pavlickova, L. (2011). ICT support of science learning task solving by students with dyscalculia and gifted students. In S. Divjak (Eds.), *Proceedings book of the joint international conference MPTL'16 - HSCi 2011* (s. 81–87). Ljubljana: University of Ljubljana.
- Vágnerová, M. (2008). *Poradenská psychologická diagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Karolinum.
- Vágnerová, M. (2012). *Vývojová psychologie: dětství a dospívání*. Praha: Univerzita Karlova.
- Volf, I. (1996). *Několik úvah o výuce fyziky*. Hradec Králové: MAFY.
- Výhláška č. 73/2005 Sb.* (2016). Dostupné z [www.msmt.cz](http://www.msmt.cz)
- Wilson, A. (2007/08). *What are the symptoms of dyscalculia?* Dostupné z <http://www.aboutdyscalculia.org/symptoms.html>
- Zelinková, O. (1994). *Poruchy učení*. Praha: Portál.
- Zelinková, O. (1996). *Cvičení pravo-levé orientace*. Praha: Nakladatelství „DYS“.
- Zelinková, O. (2001). *Pedagogická diagnostika a individuální vzdělávací program*. Praha: Portál.
- Zelinková, O. (2003). *Poruchy učení: specifické vývojové poruchy čtení, psaní a dalších školních dovedností*. Praha: Portál.
- Zelinová, O. (2009). *Poruchy učení: dyslexie, dysgrafie, dysortografie, dyskalkulie, dyspraxie, ADHD*. Praha: Portál.
- Žáčková, H., & Jucovičová, D. (2007). *Metody reedukace specifických poruch učení. Smyslové vnímání*. Praha: D+H.
- Žlab, Z. (1990). *Vývojové poruchy čtení a psaní*. UNIS.

## Seznam tabulek

1/	Tabulka 2.2	<i>Projevy deficitů dílčích funkcí zrakového vnímání</i> . . . . .	12
2/	Tabulka 2.3	<i>Projevy deficitů dílčích funkcí sluchového vnímání</i> . . . . .	14
3/	Tabulka 2.4	<i>Projevy deficitů dílčích funkcí kognitivní funkce</i> . . . . .	15
4/	Tabulka 2.5	<i>Projevy deficitů dílčích funkcí motorické funkce</i> . . . . .	16
5/	Tabulka 2.6	<i>Manipulace s konkrétními předměty (Otevřelová, 2016, s. 100–101)</i> . . . . .	17
6/	Tabulka 2.7	<i>Vývojová norma vývoje matematické schopnosti u dítěte</i> . . . . .	20
7/	Tabulka 2.8	<i>Reedukace poruch matematických schopností</i> . . . . .	36
8/	Tabulka 2.9	<i>Klasifikace učebních úloh podle náročnosti poznávacích operací nutných k jejich řešení (Kalhous &amp; Obst et al., 2002, s. 331–332)</i> . . . . .	42
9/	Tabulka 2.10	<i>Bloomova taxonomie kognitivních cílů (Kolářová et al., 2006, s. 6)</i> . . . . .	43
10/	Tabulka 2.11	<i>Dovednosti po ZŠ – 1. stupeň</i> . . . . .	55
11/	Tabulka 2.12	<i>Dovednosti po ZŠ – 2. stupeň</i> . . . . .	57
12/	Tabulka 3.1	<i>Počet žáků se specifickou poruchou učení a s dyskalkulií na školách</i> . . . . .	63
13/	Tabulka 3.2	<i>Zastoupení žáků se specifickou poruchou učení a s dyskalkulií na školách</i> . . . . .	64
14/	Tabulka 3.3	<i>Test A: Počty správně zodpovězených otázek</i> . . . . .	67
15/	Tabulka 3.4	<i>Test B: Počty správně vyřešených úloh</i> . . . . .	68
16/	Tabulka 3.5	<i>Selhávání žáků v jednotlivých etapách řešení fyzikálních úloh (n = 57)</i> . . . . .	68
17/	Tabulka 3.6	<i>Charakteristika výzkumného souboru</i> . . . . .	70
18/	Tabulka 3.7	<i>Charakteristika jednotlivých případů</i> . . . . .	75
19/	Tabulka 3.8	<i>Kategoriální systém pro zpracování případu</i> . . . . .	76
20/	Tabulka 3.9	<i>Třístupňová posuzovací škála pro některé podkategorie kategorie osobní anamnéza</i> . . . . .	77
21/	Tabulka 3.10	<i>Čtyřstupňová posuzovací škála pro kategorii diagnostika</i> . . . . .	78
22/	Tabulka 3.11	<i>Škála pro podkategorii vývoj poruch</i> . . . . .	78
23/	Tabulka 3.12	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 1</i> . . . . .	79
24/	Tabulka 3.13	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 2</i> . . . . .	81
25/	Tabulka 3.14	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 3</i> . . . . .	82
26/	Tabulka 3.15	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 4</i> . . . . .	84
27/	Tabulka 3.16	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 5</i> . . . . .	88
28/	Tabulka 3.17	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 6</i> . . . . .	91
29/	Tabulka 3.18	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 7</i> . . . . .	92
30/	Tabulka 3.19	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 8</i> . . . . .	95
31/	Tabulka 3.20	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 9</i> . . . . .	97
32/	Tabulka 3.21	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 10</i> . . . . .	100

33/	Tabulka 3.22	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 11</i>	102
34/	Tabulka 3.23	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 12</i>	105
35/	Tabulka 3.24	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 13</i>	107
36/	Tabulka 3.25	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 14</i>	110
37/	Tabulka 3.26	<i>Matematické obtíže a jejich vývoj u případu 15</i>	113
38/	Tabulka 3.27	<i>Charakteristika výběrového souboru výzkumného šetření II</i>	122
39/	Tabulka 3.28	<i>Specifikační tabulka testu z fyziky</i>	123
40/	Tabulka 3.29	<i>Charakteristiky polohy a variability u jednotlivých skupin žáků ve fyzice</i>	126
41/	Tabulka 3.30	<i>Úspěšnost žáka v řešení fyzikální úlohy</i>	127
42/	Tabulka 3.31	<i>Obtížnost úloh testu z fyziky u žáků s dyskalkulií (výběr úloh s nejvyšší obtížností)</i>	129
43/	Tabulka 3.32	<i>Úspěšnost žáků při řešení úloh s nejvyšší obtížností (test fyzika)</i>	130
44/	Tabulka 3.33	<i>Charakteristika výběrového souboru výzkumného šetření III</i>	144
45/	Tabulka 3.34	<i>Charakteristiky polohy a variability u jednotlivých skupin žáků v matematice</i>	147
46/	Tabulka 3.35	<i>Úspěšnost žáka v řešení matematické úlohy</i>	148
47/	Tabulka 3.36	<i>Obtížnost úloh testu z matematiky u žáků s dyskalkulií (výběr úloh s nejvyšší obtížností)</i>	150
48/	Tabulka 3.37	<i>Úspěšnost žáků při řešení úloh s nejvyšší obtížností (test matematika)</i>	151
49/	Tabulka 4.1	<i>Hlavní výzkumná zjištění a návrhy na opatření pro praxi</i>	164

## Seznam diagramů

1/	Diagram 3.1	<i>Kombinace poruch učení u jednotlivých případech</i>	74
2/	Diagram 3.2	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 1</i>	80
3/	Diagram 3.3	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 2</i>	81
4/	Diagram 3.4	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 3</i>	83
5/	Diagram 3.5	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 4</i>	86
6/	Diagram 3.6	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 5</i>	90
7/	Diagram 3.7	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 6</i>	91
8/	Diagram 3.8	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 7</i>	94
9/	Diagram 3.9	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 8</i>	96
10/	Diagram 3.10	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 9</i>	98
11/	Diagram 3.11	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 10</i>	101
12/	Diagram 3.12	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 11</i>	103
13/	Diagram 3.13	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 12</i>	106
14/	Diagram 3.14	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 13</i>	109
15/	Diagram 3.15	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 14</i>	111
16/	Diagram 3.16	<i>Deficity dílčích funkcí matematické schopnosti u případu 15</i>	115
17/	Diagram 3.17	<i>Histogram četností bodů získaných jednotlivými skupinami žáků v testu z fyziky</i>	126
18/	Diagram 3.18	<i>Úspěšnost žáků v jednotlivých částech testu z fyziky</i>	140
19/	Diagram 3.19	<i>Poměrová úspěšnost žáků v jednotlivých částech testu z fyziky</i>	140
20/	Diagram 3.20	<i>Histogram četností bodů získaných jednotlivými skupinami žáků v testu z matematiky</i>	147

## Seznam obrázků

1/	Obrázek 2.1	<i>Rozdělení vývojových dyskalkulií se zřetelem na vývojová období dítěte . . . . .</i>	27
2/	Obrázek 2.2	<i>Schéma diagnostiky poruch a narušení matematických schopností . . . . .</i>	35
3/	Obrázek 3.1	<i>Schéma výzkumného designu. . . . .</i>	72
4/	Obrázek 3.2	<i>Řešení fyzikální úlohy 10 – problém s vyznačením některých bodů . . . . .</i>	134
5/	Obrázek 3.3	<i>Řešení fyzikální úlohy 10 – inverze některých souřadnic bodů . . . . .</i>	134
6/	Obrázek 3.4	<i>Řešení fyzikální úlohy 10 – pomocné čáry k zakreslení bodů . . . . .</i>	135
7/	Obrázek 3.5	<i>Řešení matematické úlohy 21 případem 15 . . . . .</i>	152
8/	Obrázek 3.6	<i>Řešení matematické úlohy 28 případem 10 . . . . .</i>	155

## Seznam zkratek

ISCED 1	primární vzdělávání (1. stupeň základní školy)
ISCED 2	nižší sekundární vzdělávání (2. stupeň základní či 1.–4. ročník 8-letých středních škol)
I-S-T 2000 R	test struktury inteligence
PDW	Pražský dětský Wechslerův test
PPP	pedagogicko-psychologická poradna
PPZ	pedagogicko-psychologická zpráva
PZ	psychologická zpráva
SPU	specifické poruchy učení
SVPU	specifické vývojové poruchy učení
ŠD	školní dokument
WISC-III	Weschlerova inteligenční škála pro děti
ZŠ	základní škola



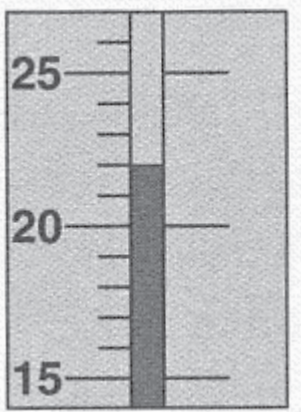
PŘÍLOHA 1 Test pro žáky 9. tříd z fyziky

Napiš svoje jméno: \_\_\_\_\_

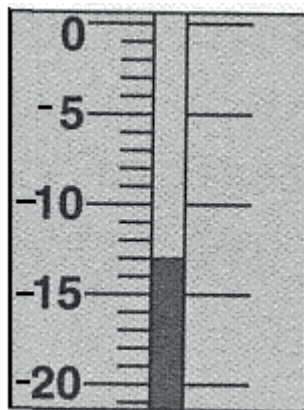
Napiš známku, jakou jsi měl z fyziky na pololetní vysvědčení: \_\_\_\_\_

1. Zapiš teploty naměřené podle obrázků. Teploměr měří ve °C.

a) \_\_\_\_\_



b) \_\_\_\_\_



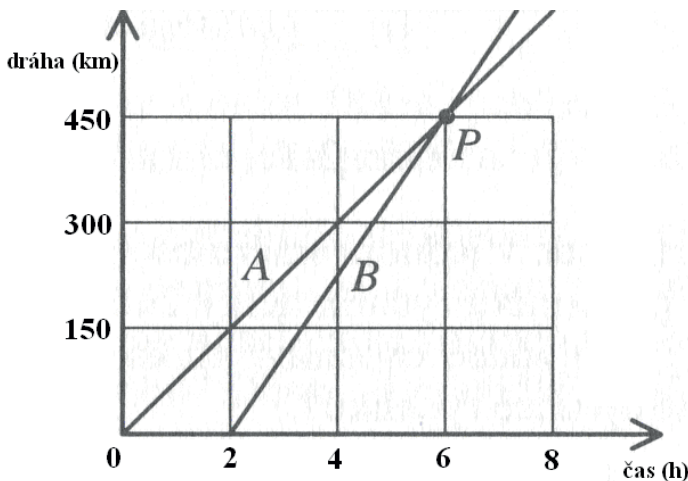
2. Na obrázku jsou nakresleny grafy závislosti dráhy na čase automobilů A a B. Z grafu urči:

a) Za jak dlouho po automobilu A vyrazil automobil B?

\_\_\_\_\_

b) V jaké vzdálenosti od startu se potkají automobily A a B?

\_\_\_\_\_



**3. Zadání úlohy zní:**

Mezi svorkami rezistoru je napětí 220 V. Rezistorem prochází proud 200 mA. Urči proud, který prochází rezistorem, připojíme-li ho ke svorkám zdroje napětí 24 V. Předpokládáme, že odpor rezistoru se nemění s teplotou.

**Jaká může být jednotka fyzikální veličiny, kterou hledáme?** (Použij tabulku na konci testu.) Vyber:

- a)  $W$       b)  $V$       c)  $A$       d)  $J$       e)  $\Omega$

**4. Užitím tabulky (na konci testu) doplň symbolický zápis dané úlohy:**

Hmotnost lyžaře s lyžemi je 60 kg. Obsah podrážek jeho bot je  $0,040 \text{ m}^2$ . Vypočítejte, jaký tlak vyvolává lyžař na sníh? (Nezapomeň uvést jednotku hledané fyzikální veličiny.)

$S =$  \_\_\_\_\_

$m =$  \_\_\_\_\_

$p =$  \_\_\_\_\_

**5. Větou odpověz, co máme z dané úlohy zjistit:**

Do rychlovarné konvice nalijeme vodu o hmotnosti 0,2 kg a teplotě  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  a konvici zapneme. Jaké teplo přijme voda, zvýší-li se její teplota na  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Za jakou dobu se tak stane, má-li konvice příkon 2000 W, tzn. že každou sekundu odevzdá teplo 2000 J? Předpokládáme, že tepelná výměna nastala jen mezi topnou spirálou konvice a vodou?

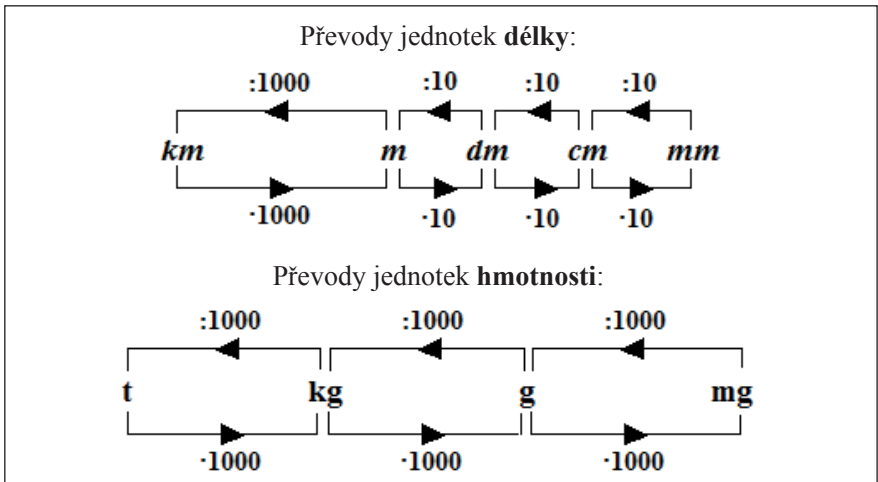
6. U jednotek hustoty platí vztahy:  $1 \frac{g}{cm^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$ ,  
 $1 \frac{kg}{m^3} = 0,001 \frac{g}{cm^3}$ .

**Převed' na zadané jednotky:**

- a)  $2,3 \frac{g}{cm^3} = \frac{kg}{m^3}$   
 b)  $6,8 \frac{kg}{m^3} = \frac{g}{cm^3}$

7. Převed' na zadané jednotky (k převodu můžeš využít vztahy mezi převody):

- a)  $7,25 km = dm$   
 b)  $826 mm = cm$   
 c)  $12 g = mg$   
 d)  $0,5 kg = t$



8. Pro stálou sílu  $F$ , která působí ve směru přímé dráhy  $s$ , určíme práci jako součin velikosti síly a dráhy:  $W = F \cdot s$ . Jaký vztah vyplývá z tohoto vzorce pro výpočet přímé dráhy  $s$ ? Vyber:

a)  $s = W \cdot F$     b)  $s = \frac{W}{F}$     c)  $s = \frac{F}{W}$     d)  $s = W + F$     e)  $s = W - F$

9. Formuluj odpověď zadané úlohy:

Dominik vyjel výtahem z prvního do druhého poschodí. Vzdálenost mezi poschodími je 3 metry a Dominik má hmotnost 50 kilogramů. Jakou má Dominik polohovou energii? Výpočtem jsme zjistili výsledek úlohy: 1500 J.

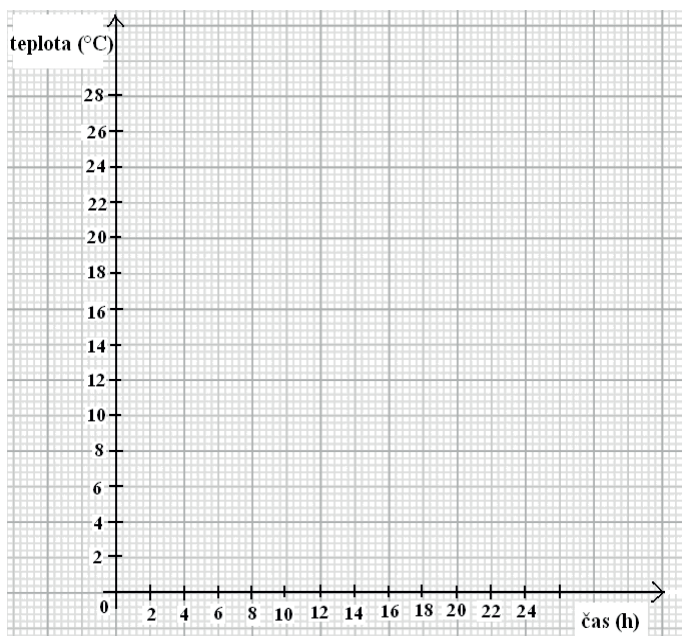
---



---

10. V tabulce je zaznamenán denní průběh teploty vzduchu. **Doplň do grafu denní průběh teploty.**

$\frac{\text{Čas}}{h}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
$\frac{\text{Teplota}}{^{\circ}C}$	4	2	0	4	8	10	14	15	13	9	7	6	5



## 11. Přečti si pozorně text a jednou stručnou větou odpověz na otázky:

a) Čím je zapříčiněna ozvěna?

---

b) V jaké vzdálenosti od stěny musíme být, abychom slyšeli svou vlastní ozvěnu?

---

### Text:

Setká-li se zvuk, který se šíří vzduchem, s překážkou, zčásti ho překážka pohltí, zčásti se od ní odráží a šíří se vzduchem zpět. Při nevelké překážce se šíří i za ni, nastává ohyb. Ozvěna je způsobena odrazem zvuku na pevné překážce. Naše ucho rozezná dva zvukové signály, které po sobě následují odděleně, jestliže mezi nimi uplyne doba nejméně 0,1 s. Chceme-li slyšet ozvěnu zvuku, který sami vysíláme, např. volání, písknutí, musíme být od odrážející stěny aspoň tak daleko, aby se zvuk rozšířil od nás k odrážející stěně a zpět za 0,1 s. Při rychlosti šíření zvuku  $340 \frac{m}{s}$  musí urazit zvuk od zdroje ke stěně a zpět dráhu minimálně 34 m. Naše vzdálenost od stěny nesmí být tedy menší než 17 m. Při menších vzdálenostech slyšíme odražený zvuk jen jako prodloužení původního zvuku, slyšíme dozvuk. Odráží-li se zvuk postupně od několika stěn různě vzdálených od nás, slyšíme několikanásobnou ozvěnu.

## 12. Z jízdního řádu vyčti:

a) Jak daleko je to vlakem z Dolního Bolíkova do Slaviboře?

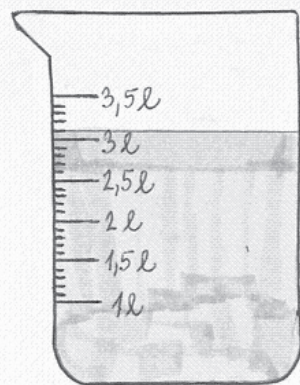
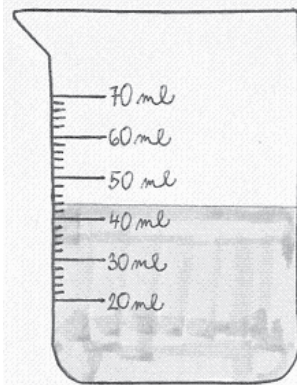
b) Jak dlouho trvá cesta vlakem číslo 28308 ze Slavonic do Dačic?

km	Číslo vlaku	28306	28308	28310
0	Slavonice ..... odj.	5.54	7.11	10.41
5	Mutišov .....	6.01	7.18	10.48
7	Dolní Bolíkov .....	6.05	7.22	10.52
10	Peč .....	6.10	7.26	10.56
13	Urbaneč .....	6.14	7.31	11.01
17	Dačice město .....	6.22	7.38	11.08
18	Dačice .....	6.47	7.53	11.11
21	Malý Pečín .....	6.51	7.57	11.15
22	Velký Pečín .....	6.55	8.00	11.18
24	Slaviboř .....	6.59	8.03	11.21
26	Radkov .....	7.03	8.07	11.25
30	Telč ..... {příj. odj.	7.10	8.14	11.32
		7.19		11.40

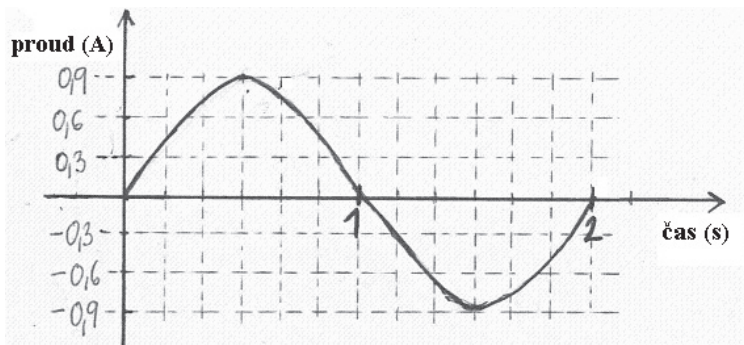
## 13. Urči objem kapaliny v odměrných válcích (nezapomeň uvést jednotku)

a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_



14. Z grafu časového průběhu střídavého proudu urči:



a) Jaká je hodnota střídavého proudu v čase 2 s? Nezapomeň uvést jednotku.

---

b) V jakém čase je hodnota proudu 0,9 A? Nezapomeň uvést jednotku.

---

15. Vyberte vztah, který nám umožní okamžitý výpočet této úlohy:

Auto jede po vodorovné přímé silnici stálou rychlostí  $72 \frac{km}{h}$ . Jaký je při tomto pohybu výkon tahové síly motoru, když proti pohybu automobilu působí třecí síla 1200 N?

a)  $P = F \cdot \frac{s}{t}$     b)  $P = \frac{W}{t}$     c)  $P = \frac{F \cdot s}{t}$     d)  $P = F \cdot v$     e)  $P = W : t$

Příloha: Označení a jednotka fyzikálních veličin

Fyzikální veličina	Značka veličiny	Základní jednotka	Značka jednotky
délka	$d(l)$	metr	$m$
dráha	$s$	metr	$m$
objem	$V$	metr krychlový	$m^3$
hustota	$\rho$	kilogram na metr krychlový	$\frac{kg}{m^3}$
čas	$t$	sekunda	$s$
obsah	$S$	metr čtvereční	$m^2$
rychlost	$v$	metr za sekundu	$\frac{m}{s}$
síla	$F$	newton	$N$
tlak	$p$	pascal	$Pa$
práce	$W$	joule	$J$
výkon	$P$	watt	$W$
energie	$E$	joule	$J$
teplo	$Q$	joule	$J$
napětí	$U$	volt	$V$
odpor	$R$	ohm	$\Omega$
proud	$I$	ampér	$A$

**PŘÍLOHA 2      Test pro žáky 9. tříd z matematiky**

**Napiš svoje jméno:** \_\_\_\_\_

Napiš známku, jakou jsi měl z **fyziky** na pololetní vysvědčení: \_\_\_\_\_

1.  $2 + 5 =$  \_\_\_\_\_

2.  $7 + 8 =$  \_\_\_\_\_

3.  $19 - 4 =$  \_\_\_\_\_

4.  $5 + 4 + 3 =$  \_\_\_\_\_

5.  $34 = 4 +$  \_\_\_\_\_

6.  $400 + 600 =$  \_\_\_\_\_

7.  $100 - 58 =$  \_\_\_\_\_

8.  $16 - 8 =$  \_\_\_\_\_

9. 
$$\begin{array}{r} 36 \\ + 54 \\ \hline \end{array}$$

10. 
$$\begin{array}{r} 827 \\ - 705 \\ \hline \end{array}$$

11.  $9 =$  \_\_\_\_\_  $- 4$

12. 
$$\begin{array}{r} 33 \\ - 16 \\ \hline \end{array}$$

13. Zaokrouhli číslo 551 na stovky: \_\_\_\_\_

14. Doplň chybějící číslo: 81, 72, \_\_\_\_\_, 54, 45

15.  $60 - 17 =$  \_\_\_\_\_

16. 
$$\begin{array}{r} 37 \\ 42 \\ 73 \\ + 68 \\ \hline \end{array}$$

17.  $38,6 - 4 =$  \_\_\_\_\_

18. 
$$\begin{array}{r} 103 \\ - 96 \\ \hline \end{array}$$

19.  $38 : 2 =$  \_\_\_\_\_

20.  $6030 : 10 =$  \_\_\_\_\_

21.  $534 + 185 = 185 +$  \_\_\_\_\_

22.  $-3 + 13 =$  \_\_\_\_\_

23. Napiš číslo „čtyřicet tisíc sedmdesát“: \_\_\_\_\_

24.  $2\frac{1}{4}$  hodiny = \_\_\_\_\_ minut

25.  $\frac{1}{4} = \frac{\quad}{12}$

26.  $1 \text{ km} : 5 =$  \_\_\_\_\_ metrů

27. 
$$\begin{array}{r} 472 \\ 526 \\ + 178 \\ \hline \end{array}$$

28.  $4,8 + 5,21 + 6 =$  \_\_\_\_\_

29. 20% ze 140 je \_\_\_\_\_

---

30.  $2^3 =$  \_\_\_\_\_

31.  $\frac{4}{7} + \frac{2}{7} =$  \_\_\_\_\_

32.  $23 : 1000 =$  \_\_\_\_\_

33. 
$$\begin{array}{r} 541 \\ \times 203 \\ \hline \end{array}$$

34.  $4,98 \text{ €} + 2,99 \text{ €} + 9,98 \text{ €} =$  \_\_\_\_\_ €

35. 150% z 64,- Kč je \_\_\_\_\_ Kč

36. Napiš 0,125 jako zlomek \_\_\_\_\_

---

37.  $5,67 \text{ km} =$  \_\_\_\_\_ metru

38.  $\frac{2}{5} + \frac{3}{8} =$

39.  $927 : 9 =$  \_\_\_\_\_

40.  $6 : 0,5 =$  \_\_\_\_\_

41.  $2y + 5 = 31; y =$  \_\_\_\_\_

42.  $(x + 15) + (x - 23) = 44$ ;  $x =$  \_\_\_\_\_

43.  $-13 - (-7) =$  \_\_\_\_\_

44.  $60 = 5a$ ;  $a =$  \_\_\_\_\_

Vědecká redakce Masarykovy univerzity

prof. Ing. Petr Dvořák, CSc.; PhDr. Jan Cacek, Ph.D.; Mgr. Tereza Fojtová;  
Mgr. Michaela Hanousková; prof. MUDr. Lydie Izakovičová Hollá, Ph.D.; doc. RNDr. Petr Holub,  
Ph.D.; doc. Mgr. Jana Horáková, Ph.D.; doc. PhDr. Mgr. Tomáš Janík, Ph.D.  
doc. JUDr. Josef Kotásek, Ph.D.; prof. PhDr. Tomáš Kubíček, Ph.D.  
doc. RNDr. Jaromír Leichmann, Dr.; PhDr. Alena Mizerová; doc. Ing. Petr Pirožek, Ph.D.  
doc. RNDr. Lubomír Popelínský, Ph.D.; Mgr. Kateřina Sedláčková, Ph.D.  
doc. RNDr. Ondřej Slabý, Ph.D.; prof. PhDr. Jiří Trávníček, M.A.  
doc. PhDr. Martin Vaculík, Ph.D.

# **PORUCHY MATEMATICKÝCH SCHOPNOSTÍ ŽÁKŮ S DYSKALKULIÍ A JEJICH VLIV NA ŘEŠENÍ UČEBNÍCH ÚLOH VE FYZICE A V MATEMATICE**

**SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMNÉHO ŠETŘENÍ**

**Mgr. Lenka Paulíčková, Ph.D.**

Ediční řada: Matematika a didaktika matematiky  
Svazek 3

Vydala Masarykova univerzita, Žerotínovo nám. 617/9, 601 77 Brno  
Jazykové korektury Mgr. Ondřej Pechník  
Grafický návrh Mgr. Jana Nedomová  
1..elektronické vydání, 2018

ISBN 978-80-210-9091-0



-----

Publikace je věnována poruchám matematických schopností žáků s dyskalkulií a jejich vlivu na řešení učebních úloh ve fyzice a v matematice. Specifická porucha počítání se rozvíjí na základě kombinace deficitů různých dílčích funkcí, které se určitým způsobem podílejí na rozvoji matematických schopností a jsou potřebné pro učení se nejen počítání, ale i čtení a psaní. Monografie je rozdělena na dvě části: teoretickou a výzkumnou. V teoretické části publikace jsou vymezena základní teoretická východiska, která nejsou pouze souhrnem poznatků, ale mají i teoretický přínos. Těžiště knihy tvoří výzkumná část, která se skládá ze tří výzkumných studií, jež mají osvětlit tuto problematiku. Ambicí publikace je přinést souhrn poznatků o poruchách matematických schopností, jejich dílčích funkcích a o jejich dopadu při řešení úloh žákem ve fyzice a v matematice. Z těchto důvodů je předkládaná monografie určena širokému spektru potenciálních čtenářů: učitelům základních škol, speciálním pedagogům; studentům učitelství, primární pedagogiky a speciální pedagogiky v prezenčním, kombinovaném i doktorském studiu, ale také rodičům dětí školního věku.

