

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Pedagogická fakulta**

**MOŽNOSTI TRÉNINKU PRACOVNÍ PAMĚTI A JEHO  
VLIV NA KOGNITIVNÍ FUNKCE**

**Anna Páchová**

**Katedra psychologie**

**Školitel: PhDr. Miroslav Rendl, CSc.**

**Studijní program: Psychologie**

**Studijní obor: Pedagogická psychologie**

**2014**

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma *Možnosti tréninku pracovní paměti a jeho vliv na kognitivní funkce* vypracovala samostatně ve spolupráci se školitelem s využitím uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato disertační práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 6. 4. 2014

.....  
Anna Páchová

Poděkování patří zejména mému školiteli PhDr. Miroslavu Rendlovi, CSc. za odborné vedení, konzultace i podporu po celou dobu mého vysokoškolského studia a především pak při psaní této disertační práce.

Dále děkuji paní Aleně Škaloudové, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracováním dat. Poděkování patří rovněž mým blízkým za morální i finanční podporu při studiu a v neposlední řadě pak děkuji panu Kopýtkovi, který se zasloužil o část sběru dat.

V Praze dne 6. 4. 2014

.....  
Anna Páchová

**NÁZEV: Možnosti tréninku pracovní paměti a jeho vliv na kognitivní funkce**

**AUTOR: Anna Páchová**

**KATEDRA: Psychologie**

**ŠKOLITEL: PhDr. Miroslav Rendl, CSc.**

**ABSTRAKT:**

Tématem této disertační práce je studium možností rozvoje vyšších poznávacích funkcí pomocí tréninku funkcí bazálnějších. Z analýzy stávající literatury vyplynulo, že (1) funkcí, která bývá nejčastěji spojována (na neurální i behaviorální úrovni) s vyššími poznávacími procesy, je pracovní paměť (WM), (2) kapacitu WM lze rozvíjet pomocí jádrového tréninku a zlepšení v této oblasti má efekt i na další paměťové funkce. V otázce transferu do oblasti poznávacích funkcí (inteligence) jsou však zatím výsledky nejednoznačné. Tréninkové programy byly evaluovány s různými skupinami osob, avšak pozornost nebyla věnována tréninku WM v kontextu sociokulturního znevýhodnění. A to i navzdory tomu, že korelační i neuropsychologické studie ukazují, že WM bývá u dětí z rodin s nižším socioekonomickým statusem (SES) oslabena.

Cílem této práce je tedy ověření možností tréninku WM a jeho vliv na rozvoj kognitivních funkcí se zvláštním důrazem na efekt u dětí z rodin s nižším SES. Za tímto účelem byl navržen 400 minutový PC program zaměřený na trénink WM. Trénování se zúčastnily dvě skupiny dětí, které se lišily v parametru SES (střední či vysoký SES - české děti, nízký SES - romské děti).

Trénink prokázal u obou skupin významné zlepšení v řešení paměťových úloh blízkého i vzdáleného transferu. Oproti tomu transfer do oblasti intelektových schopností byl nalezen pouze u dětí s nižším SES.

Experimentálně tedy byla ověřena efektivita tréninku WM a to i u skupiny dětí s nižším SES. Současně se navíc ukázalo, že tréninkové benefity jsou u těchto dětí dokonce vyšší, než u dětí z rodin se středním či vyšším SES. Na teoretické úrovni lze vysvětlit toto zjištění pomocí konceptu zóny nejbližšího vývoje, respektive pomocí míry nerealizovaného potenciálu v zóně nejbližšího vývoje, která je podle našich předpokladů u dětí z rodin s nižším SES vyšší.

**KLÍČOVÁ SLOVA:**

trénink pracovní paměti, sociokulturní znevýhodnění, romské děti, rozvoj vyšších poznávacích procesů, zóna nejbližšího vývoje

**TITLE: The possibilities of working memory training and the influence on cognitive functions**

**AUTHOR: Anna Páchová**

**DEPARTMENT: Psychology**

**SUPERVISOR: PhDr. Miroslav Rendl, CSc.**

**ABSTRACT:**

The topic of the PhD thesis was to explore the possibilities of the cognitive development using the training of the basal functions. The analysis of literature showed that (1) working memory (WM) is considered to be the function, which is frequently associated with higher cognitive processes and (2) core training can improve the WM capacity and this improvement seems to be transferred to other types of memory. The transfer to higher cognitive functions (intelligence) was not confirmed unanimously. Training programs were evaluated usually in different groups of individuals but none of these studies considered the possibility of WM training in context of the socio-cultural handicap, even if low SES children achieve poorer performance in cognitive tests including tests of WM.

Therefore the aim of this study was to verify the possibilities of WM training on cognitive development with special interest in low SES children. We designed a 400-minutes WM training PC program, which was applied on two groups of children with different SES (low SES – Roma children, middle/high SES – Czech children).

The results showed that both groups improved significantly their performance in memory tasks (including non-trained tasks), however only the low SES children improved their performance in intelligence test.

We concluded that WM training has benefit effects not only in middle/high but also in low SES children, respectively. In addition, the benefits in the low SES group was higher than in the middle/high SES children. This fact can be explained by the concept of the zone of the proximal development. We suppose the higher benefits reached in the case of Roma children were due to higher level of unrealized potential in the zone of the proximal development.

**KEY WORDS:**

working memory training, socio-cultural handicap, Roma children, development of higher cognitive processes, zone of the proximal development

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>2. VZTAH BAZÁLNÍCH KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ A INTELIGENCE .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. INTELIGENCE, PAMĚŤ A EXEKUTIVNÍ FUNKCE.....</b>	<b>11</b>
2.1.1. <i>Exekutivní funkce.....</i>	<i>11</i>
2.1.2. <i>Paměť.....</i>	<i>13</i>
2.1.3. <i>Updating, exekutivní pozornost a pracovní paměť.....</i>	<i>18</i>
<b>2.2. NEUROKORELÁTY PRACOVNÍ PAMĚTI A INTELIGENCE.....</b>	<b>19</b>
<b>3. TRÉNINK PRACOVNÍ PAMĚTI A TRANSFER DO OBLASTI INTELIGENCE.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1. FYZIOLOGICKÝ VÝVOJ WM.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. JÁDROVÝ TRÉNINK PRACOVNÍ PAMĚTI.....</b>	<b>27</b>
3.2.1. <i>Popis vybraných studií užívající jádrový trénink pracovní paměti .....</i>	<i>29</i>
3.2.2. <i>Komparace využívaných diagnostických nástrojů .....</i>	<i>46</i>
3.2.3. <i>Vybrané charakteristiky jednotlivých studií.....</i>	<i>51</i>
3.2.4. <i>Efektivita tréninku pracovní paměti a související proměnné.....</i>	<i>54</i>
<b>3.3. ZMĚNY MOZKU A JEHO AKTIVITY SPOJENÉ S TRÉNOVÁNÍM KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ.....</b>	<b>60</b>
<b>4. VZTAH SOCIOKULTURNÍHO PROSTŘEDÍ A KOGNITIVNÍHO VÝVOJE.....</b>	<b>67</b>
<b>4.1. NASTÍNĚNÍ PROBLEMATIKY SOCIOKULTURNÍHO HANDICAPU ROMSKÝCH DĚTÍ.....</b>	<b>73</b>
<b>5. SHRUTÍ TEORETICKÝCH VÝCHODISEK .....</b>	<b>75</b>
<b>6. CÍL.....</b>	<b>78</b>
<b>7. METODY.....</b>	<b>79</b>
<b>7.1. TRÉNINKOVÝ PROGRAM.....</b>	<b>80</b>
7.1.1. <i>Pilotní verze tréninkového programu – n-back-memory-matrix .....</i>	<i>80</i>
7.1.2. <i>Obecné charakteristiky druhé verze tréninkového programu - Memory Campaign .....</i>	<i>85</i>
7.1.3. <i>ZOO Memory Campaign v našem výzkumu.....</i>	<i>93</i>
7.1.3.1. <i>Změny nastavení v průběhu tréninku.....</i>	<i>97</i>
7.1.4. <i>Shrnutí charakteristik tréninkové programu ZOO Memory Campaign.....</i>	<i>98</i>
7.1.5. <i>Vlastní paměťové trénování.....</i>	<i>99</i>
<b>7.2. TESTOVÁ BATERIE.....</b>	<b>100</b>
<b>7.3. DALŠÍ NESTANDARDIZOVANÉ TESTOVÉ METODY.....</b>	<b>101</b>
<b>7.4. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ .....</b>	<b>102</b>
<b>7.5. VÝZKUMNÝ VZOREK .....</b>	<b>103</b>
<b>8. VÝSLEDKY.....</b>	<b>107</b>
<b>8.1. VZTAH MEZI PAMĚŤOVÝM SYSTÉMEM A INTELIGENCÍ .....</b>	<b>107</b>
8.1.1. <i>Paměť a inteligence.....</i>	<i>108</i>
8.1.2. <i>Typy paměti.....</i>	<i>110</i>
8.1.3. <i>Paměť a SES.....</i>	<i>112</i>
8.1.5. <i>Shrnutí výsledků analýzy vztahů mezi paměťovým systémem a inteligencí.....</i>	<i>117</i>
<b>8.2. EFEKTIVITA TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU – ROZDÍLY MEZI PRETESTEM A RETESTEM.....</b>	<b>117</b>
8.2.1. <i>Efekt tréninkového programu - rozdíly mezi počítačovým pretestem a retestem v rámci experimentální skupiny .....</i>	<i>118</i>
8.2.2. <i>Transferová zlepšení ve sledovaných oblastech - rozdíly mezi kontrolní a experimentální skupinou v pretestu a v retestu .....</i>	<i>119</i>
8.2.3. <i>Efektivita tréninku u romských dětí – srovnání rozdílů mezi pretestem a retestem v rámci jednotlivých skupin.....</i>	<i>122</i>
8.2.4. <i>Efektivita tréninkového programu v oblasti rozvoje matematických dovedností.....</i>	<i>125</i>
8.2.5. <i>Shrnutí výsledků v oblasti efektivity tréninkového programu .....</i>	<i>126</i>
<b>8.3. SOUVISLOSTI MEZI RETESTOVÝM ZLEPŠENÍM A DALŠÍMI CHARAKTERISTIKAMI DĚTÍ V RÁMCI EXPERIMENTÁLNÍCH SKUPIN.....</b>	<b>127</b>
8.3.1. <i>Popis vybraných charakteristik .....</i>	<i>127</i>
8.3.2. <i>Vztahy mezi vybranými charakteristikami.....</i>	<i>130</i>
8.3.3. <i>Shrnutí povahy vztahu mezi kognitivními, motivačními a socioekonomickými charakteristikami hráčů.....</i>	<i>146</i>
<b>8.4. SHRUTÍ VÝSLEDKŮ VÝZKUMU .....</b>	<b>147</b>

<b>9. DISKUZE.....</b>	<b>150</b>
<b>9.1. VZTAH PRACOVNÍ PAMĚTI A INTELIGENCE .....</b>	<b>151</b>
9.1.1. <i>Struktura paměti.....</i>	151
9.1.2. <i>Paměť a inteligence.....</i>	157
<b>9.2. EFEKTIVITA JÁDROVÉHO TRÉNINKU PRACOVNÍ PAMĚTI.....</b>	<b>159</b>
9.2.1. <i>Typy tréninku bazálních funkcí .....</i>	159
9.2.2. <i>Jádrový trénink pracovní paměti a možnosti transferového zlepšení.....</i>	162
<b>9.3. MOŽNOSTI KOGNITIVNÍHO ROZVOJE U DĚTÍ Z RODIN S NIŽŠÍM SES.....</b>	<b>165</b>
9.3.1. <i>Kognitivní funkce u dětí z rodin s nižším SES.....</i>	165
9.3.2. <i>Efektivita tréninku WM u dětí z rodin s nižším SES.....</i>	167
<b>10. ZÁVĚR.....</b>	<b>168</b>
<b>11. SEZNAM LITERATURY.....</b>	<b>170</b>
<b>12. PŘÍLOHY.....</b>	<b>184</b>
<b>PŘÍLOHA 1: SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>184</b>
<b>PŘÍLOHA 2: SEZNAM TESTŮ.....</b>	<b>186</b>
<b>PŘÍLOHA 3: DOTAZNÍK PRO DĚTI .....</b>	<b>189</b>
<b>PŘÍLOHA 4: TEST POROZUMĚNÍ ÚLOHÁM TYPU N-BACK TASK .....</b>	<b>189</b>
<b>PŘÍLOHA 5: ANAMNESTICKÝ DOTAZNÍK PRO RODIČE.....</b>	<b>190</b>
<b>PŘÍLOHA 6: KOEFICIENTY VZDĚLÁNÍ A POVOLÁNÍ .....</b>	<b>190</b>
<b>PŘÍLOHA 7: UKÁZKOVÉ ROZHOVORY S DĚTMI.....</b>	<b>191</b>
<b>PŘÍLOHA 8: UKÁZKA DIDAKTICKÉHO TESTU Z MATEMATIKY.....</b>	<b>199</b>

# 1. Úvod

Problematika možností kognitivního rozvoje není zdaleka novým tématem, mnoho autorů se jí zabývalo již v minulosti. Přesto lze říci, že v poslední době roste počet studií zaměřených tímto směrem. Příčinu je třeba zřejmě hledat v tom, že se toto téma dostalo do oblasti zájmu neurovědně orientovaných autorů. Stalo se tak možná proto, že byla výzkumně naznačena možnost tréninku dílčích kognitivních funkcí se známými mozkovými lokalizacemi. Trénink se rovněž více posouvá od nácviku strategií k tréninku jádrovému, u něhož je častěji dokazován transfer do dalších oblastí. Tento fakt je pak neuropsychologicky velmi zajímavý.

Díky prolnutí oblasti zájmů dochází k interakci mezi neurovědním a pedagogicko-psychologickým výzkumem, což je skutečnost zajisté velmi pozitivní. Neurovědně orientovaní autoři si navzájem s pedagogickými psychology i s didaktiky rozšiřují svůj úhel pohledu. Často se publikují studie zaměřené na mozkovou aktivitu při řešení různých inteligenčních či matematických úloh. Na tuto klíčící interakci poukazují i tématicky zaměřené konference (např. Cognitive Neuroscience Meets Mathematics Education - 2009, Brugge, Belgie), nově vznikající instituce (Centres of Educational Neuroscience at the universities of Cambridge and London) i obory (Graduate Program in Mind, Brain and Education at the Graduate School of Education at Harvard University). Začíná se tedy více hovořit o vztahu mezi inteligencí či schopností řešit školní problémy a jednotlivými kognitivními funkcemi. Přesto, že jsou tyto snahy teprve v začátcích, některé výsledky jsou už teď velmi zajímavé.

Nárůst výzkumu v oblasti možností kognitivního rozvoje s sebou však přináší i negativní aspekt. Tím je nárůst komerčních programů i organizací, které zákazníkům poměrně draze slibují všemožná zlepšení různých kognitivních schopností. Při přesvědčování potenciálních zákazníků si pak vypomáhají z kontextu vytrženými a slibně znějícími výroky některých světových studií.

Tématika možností rozvoje kognitivních funkcí je zpracovávána i v této disertační práci. Již v diplomové práci jsme se zabývali jistými možnostmi trénování logických principů (Páchová, 2010; Páchová & Rendl, 2013), ale náš tehdejší přístup by bylo možné spíše přirovnat k tréninku strategií. Na teoretické úrovni jsme pak vycházeli z pedagogicko-psychologického přístupu. Na základě studia současné literatury se tato práce zaměřuje na jádrový trénink kognitivních funkcí (*core training*) a teoretická východiska jsou rozšířena do oblasti neurovědní.



V teoretické části se tedy nejprve věnujeme základnímu východisku možnosti tréninku vyšších funkcí pomocí funkcí bazálnějších, jímž je vztah mezi oběma koncepty. Snahou této analýzy, která vychází jak ze studií korelačních, tak ze studií využívajících mozkové zobrazovací metody, je vytipování dílčích kognitivních funkcí, které souvisí s vyššími poznávacími procesy.

V následující části práce jsou pak analyzovány studie zaměřené přímo na trénink konkrétní kognitivní funkce a to především s ohledem na aspekty, důležité pro návrh vlastního programu. Jedním z hlavních cílů této analýzy je zjištění potřebných vlastností programu, které zaručují jeho efektivitu. Jedná se zejména o zvolené tréninkové metody a délku tréninku včetně jeho organizace. Mimo to jsme sledovali, na jakých skupinách osob jsou tréninkové programy evaluovány. Nejvyšší úsilí jsme věnovali, vzhledem k našemu dlouhodobějšímu zájmu a dřívějším zjištěním (viz Páchová & Rendl, 2013), pátrání po studiích zaměřených na trénink u dětí ze sociokulturně znevýhodněného prostředí. Takovou studii jsme ale nenalezli a proto jsme se rozhodli problematiku vztahu sociokulturního handicapu k dílčím funkcím prozkoumat hlouběji. Výsledky našeho bádání jsou uvedeny v následující kapitole. Cílem byla především snaha zjistit, jaké jsou současné poznatky o kognitivní oblasti dětí ze sociokulturně znevýhodněného prostředí a zjistit, zda by pro ně mohl být tréninkový program přínosný.

V empirické části práce je pak prvotní snahou formulace vlastních výzkumných otázek, které vycházejí ze zjištění nalezených v literatuře. Dále je popsán návrh a vznik tréninkového programu a další metodické aspekty práce. Ve výsledkové části pak přinášíme přehled našich zjištění, které v diskuzi konfrontujeme s literaturou. Závěrečná kapitola je pak shrnutím našich zjištění.

Pro větší přehlednost v příloze uvádíme seznam všech zkratk užívaných v textu (příloha 1) a seznam diagnostických nástrojů včetně stručného popisku (příloha 2).

## 2. VZTAH BAZÁLNÍCH KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ A INTELIGENCE

Před započítím analýzy studií zaměřených cíleně na možnosti kognitivního rozvoje bylo nejprve potřeba vytipovat kognitivní funkce, které souvisí s inteligencí, či s řešením školních i neškolních problémů a které by bylo možné trénovat. Obtíž však spočívá v tom, že zatímco inteligence je pojem spíše psychologický, kognitivní funkce spadají více do oblasti neurověd.

I přes začínající (interdisciplinární) spolupráci mezi neurovědním a pedagogicko-psychologickým výzkumem se ukazuje, že situace ještě není zdaleka ideální. S některými pojmy je totiž větší obtíž, nežli s pojmy jinými. Neuropsychologicky orientovaní autoři odmítají koncept IQ vzhledem k přílišné obecnosti a malé vypovídající hodnotě v oblasti rozlišování jednotlivých kognitivních poruch. Již v roce 1988 naznačila neuropsycholožka Muriel Lezak svou nespokojenost s takovýmto pojetím v článku IQ: R.I.P. (Lezak, 1988). Podobně Das (1989) ukázal, že IQ je nikoli chybný, nýbrž archaický koncept. Neuropsychologové namísto o inteligenci hovoří spíše o jednotlivých kognitivních funkcích. Naproti tomu někteří psychologové, ať již působí na poli teoretickém či praktickém, nedají na pojem IQ dopustit (např. Lynn & Meisenberg, 2010). Obecně stále platí, že psychologové nevyužívají v plné míře neurofyziologická zjištění a neurovědně orientovaní autoři stále příliš často nevyužívají psychologické studie ke korekci svých výsledků a interpretací (Eysenck & Keane, 2008).

Vraťme se ale k pojmům inteligence a kognitivní funkce. Samozřejmě je nutné brát v potaz vhodnost jednotlivých přístupů vzhledem k cílům výzkumníka, tím se však nyní zabývat nebudeme. Naším zájmem bude v tuto chvíli nalézt souvislosti mezi oběma koncepty.

Zatímco u kognitivních funkcí je mnohem častěji známá jejich mozková lokalizace, s inteligencí je to složitější. Je to způsobeno tím, že inteligence je tvořena větším počtem funkcí, které ale v jednotlivých skórech IQ testů většinou nebývají správně zdůrazněny.

Orientace v problematice vztahu mezi inteligencí a kognitivními funkcemi je však ještě komplikovanější. Diverzita definic inteligence není žádným překvapením. Při hlubším studiu literatury se ale ukázalo, že i v oblastech jednotlivých kognitivních funkcí panují výrazné neshody. Autoři zabývající se touto problematikou se mohou sice částečně opírat o mozkové lokalizace a hovořit tak o funkcích spojených s daným regionem (např. frontální funkce). Mozkové oblasti však nejsou spjaty vždy s jednou funkcí a proto takovéto označení nebývá vždy příliš platné. Nejasnost panuje i v konceptualizaci a v definicích jednotlivých funkcí. Analýza literatury ukázala, že pojem kognitivní funkce je velmi flexibilní a u různých

autorů nezahrnuje vždy stejné procesy. Nejčastěji se mluví o exekutivních funkcích, pracovní paměti (WM) a dalších paměťových funkcích, pozornosti a jazykové fluenci. Funkce spjaté s frontálním lalokem bývají často označovány jako funkce exekutivní (Carlson, 2005; Salthouse, Atkinson, & Berish, 2003; Stuss & Knight, 2002). Tím ale nastává problém s konceptem WM, který také bývá často spojován s frontální oblastí. Z tohoto důvodu někteří autoři zahrnují WM do skupiny exekutivních funkcí (např. Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries, & Hewitt, 2006). Někdy do této skupiny bývá řazena i pozornost, podobně jako u paměti se jedná o její aktivnější složku<sup>1</sup>, často nazývanou jako exekutivní pozornost (McCabe et al., 2010).

Naštěstí poměrně velká shoda nastává v otázce souvislosti kognitivních funkcí a inteligence. Nejčastěji se mluví o paměťových funkcích (např. Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Friedman et al., 2006; Kane, Hambrick, Tuholski, Wilhelm, Payne, & Engle, 2004; Shelton, Elliott, Hill, Calamia, & Gouvier, 2009) a o funkcích exekutivních (např. Engle, Tuholski, Laughlin, & Conway, 1999; Miyake, Friedman, Rettinger, Shah, & Hegarty, 2001; Salthouse et al., 2003; Salthouse, Fristoe, McGuthry, & Hambrick, 1998). Ostatní funkce tedy pro účely této práce pomineme a dále se budeme věnovat pouze paměti a exekutivním funkcím. Při zjišťování konkrétní podoby vztahu mezi těmito funkcemi a inteligencí se pak pokusíme objasnit i konceptuální pojetí těchto funkcí. Budeme vycházet především ze studií opírajících se o korelační výzkumy, které usuzují na vnitřní souvislosti z vnějších výkonů (většinou výkonů v testových úlohách), dále pak ze studií opírajících se o práci s jedinci s mozkovými změnami a ze studií využívajících funkční zobrazovací metody. Tyto studie využijeme při snaze objasnit vztah kognitivních funkcí a inteligence.

## **2.1. INTELIGENCE, PAMĚŤ A EXEKUTIVNÍ FUNKCE**

### **2.1.1. EXEKUTIVNÍ FUNKCE**

Jak již bylo řečeno výše, problematika exekutivních funkcí je velmi komplexní. Jedná se o funkce, které souvisí s regulací a kontrolou myšlení a činnosti. Neurálně jsou spojeny s frontální mozkovou oblastí. Přesto, že někteří autoři ukazují na vztah exekutivních funkcí a inteligence (např. Engle et al., 1999; Miyake et al., 2001; Salthouse et al., 2003; Salthouse, et al., 1998), neuropsychologové popisují klinické kazuistiky osob, u kterých i přes vážné porušení frontálního laloku nedošlo k narušení inteligence (Damasio & Anderson, 1993; Milner, 1982). Někteří autoři se dříve domnívali, že toto dvojí zjištění může souviset

<sup>1</sup> Pracovní paměť jako aktivnější složka je míněna ve srovnání s pamětí krátkodobou. V následujícím textu bude daná problematika rozvedena hlouběji.

s dělením inteligence na fluidní a krystalickou. Předpokládali, že s frontálním lalokem je spojena jen fluidní inteligence, a tudíž krystalická inteligence zůstane nezasazena. Nicméně se ukázalo, že nezasazeny zůstaly obě složky inteligence (Duncan, Burgess, & Emslie, 1995). Miyake a kolegové (2001) poukázali na to, že exekutivní funkce jsou tvořeny třemi na sobě závislými, přesto však oddělenými složkami.

Pojmem *inhibice* je míněna schopnost přerušit dominantní nebo automatickou odpověď. V českém prostředí je rozšířený *Stroopův test*<sup>2</sup>, který je užíván k měření této funkce. Další možnost měření je např. pomocí testu *stop signal*. Participantovi je prezentována série 24 slov na obrazovce počítače. Úkolem je u každého slova rozhodnout, zda se jedná o zvíře či nikoli. Následuje prezentace 48 slov se shodným úkolem, ale s jednou výjimkou. Participant nemá reagovat ve chvíli, kdy dostane „stop“ signál (slovo je zobrazeno společně se třemi hvězdičkami).

Funkce *updating* představuje schopnost průběžně obnovovat obsah pracovní paměti. Způsob měření je podobný úkolům měřícím pracovní paměť (WM). Např. v *letter span testu* jsou testované osobě postupně na obrazovce PC zobrazována písmena (počet písmen variuje od 5 do 11). Úkolem je následně po prezentaci písmen (participant dopředu neví, kdy prezentace skončí) zopakovat poslední 4 prezentovaná písmena.

Pojmem *shifting* je označována schopnost rychlého přepínání pozornosti mezi dvěma úkony. Jeden z testů užívaných k měření této funkce je test s názvem *plus-minus*. Participantovi jsou prezentovány 3 seznamy 30 dvoumístných čísel. V prvním seznamu je úkolem ke každému číslu přičíst číslo 3 (během dvou minut musí testovaná osoba splnit co nejvíce položek). Ve druhém seznamu je úkolem číslo 3 odečíst a konečně ve třetím seznamu je úkolem sčítání a odečítání střídat. Hodnota *shifting* je následně počítána jakožto rozdíl mezi počtem správných odpovědí ve 3. listu a průměrným počtem správných odpovědí v listu 1. a 2.

Vysvětlením paradoxu závislosti exekutivních funkcí a inteligence by tedy mohl být fakt, že s inteligencí je vázána pouze jedna část exekutivních funkcí.

V souvislosti vztahu exekutivních funkcí a inteligence je nejčastěji skloňována funkce *updating* (Friedman et al., 2006; Miyake et al., 2001). Agostino a kolegové (2010) se zabývali vztahem těchto tří exekutivních funkcí a řešením slovních vícekových problémů (*multiple-step problems*). Stejně jako předchozí autoři našel nejvyšší korelace mezi schopností řešit problémy a položkami měřícími *updating*.

---

<sup>2</sup> Z důvodu přehlednosti píšeme názvy testů s velkým písmenem pouze v případě, že je test pojmenován podle vlastního jménem autora.

Z definice pojmu *updating* bychom mohli usuzovat na jeho přímou souvislost s WM. Tato souvislost byla opravdu experimentálně dokázána. Vysoké korelace mezi oběma koncepty byly nalezeny např. ve studii autorů Clair-Thompson a Gathercole (2006). Schmiedek a kolegové (2009) poukazují na to, že úlohy měřící WM (*complex span test*<sup>3</sup>) a úlohy měřící *updating* (*updating test*) měří v podstatě to samé. McCabe a kolegové (2010) našli mezi testy WM a testy exekutivních funkcí korelaci 0,96. Hovoří o pojmu *exekutivní pozornost*, který považují za prostředníka mezi WM a exekutivními funkcemi.

Zdá se tedy, že koncept *updating*, a možná rovněž koncept *exekutivní pozornosti*, stojí na pomezí mezi exekutivními funkcemi a WM a právě to je činí jedinečnými ve vztahu k vyšším poznávacím procesům.

### 2.1.2. PAMĚŤ

Další, možná nejvíce zmiňovanou funkcí související s vyššími poznávacími procesy, je paměť. Büchel (2006) vidí v obtížích s pamětí hlavní příčinu selhávání v testech měřících analogické myšlení, které je základem inteligence. Buchel a kolegové vytvořili test analogického myšlení (*analogical reasoning learning test - ARLT*) a zjistil, že pouze třetina studentů s podprůměrným IQ je schopna řešit složitější úlohy. Kvalitativní analýza však ukázala, že horší výsledky byly způsobeny přetížením paměti, nikoli neschopností analogicky myslet. Autoři tedy vytvořili nový test analogického myšlení (*CAM*), jehož položky byly vytvořeny tak, aby přetížení paměti nebylo možné. Ukázalo se, že většina studentů, která měla v ARLT obtíže, si v CAM vedla o mnoho lépe.

Paměť ale zdaleka není nedělitelnou funkcí. Spíše než o paměti se hovoří o pamětech. Před otázkou vztahující se ke vztahu paměti a inteligence je tedy třeba si nejprve položit otázku směřující ke struktuře paměťových funkcí. Struktura paměti a její podstata je tématem velice často diskutovaným. Obvykle je paměť dělena do dvou hlavních struktur. Dlouhodobá paměť (*long term memory, LTM*) je zodpovědná za uchování informací po delší dobu, zatímco paměť krátkodobá (*short term memory, STM*) reprezentuje aktivní uchování jednotlivých částí informace během velice krátkého času (Healy & McNamara, 1996). Přestože někteří autoři prokazují existenci pouze jednoho paměťového modelu, většina neuropsychologických studií potvrzuje dvousložkový model paměti (Talmi, Grady, Goshen-Gottstein, & Moscovitch, 2005).

Složitější situace panuje v odlišení STM od paměti pracovní (*working memory, WM*). V literatuře je možné vystopovat tři základní proudy. První přístup vychází z myšlenky

<sup>3</sup> Z důvodů lepší čitelnosti textu jsme se rozhodli u většiny testů přistoupit k překladu pojmu *task* pojmem *test*.

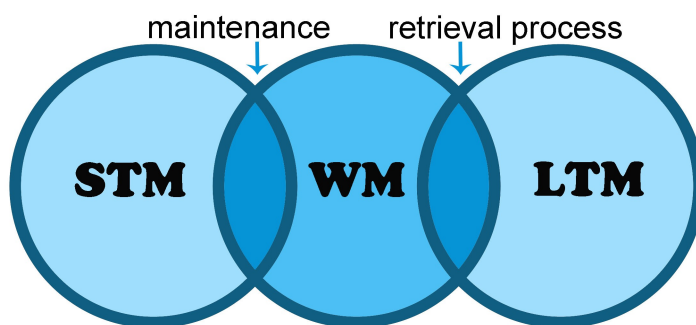
neoddělitelnosti STM a WM. V podstatě považuje oba konstrukty za totéž. Ve svých tvrzeních se tento přístup opírá o některé neuropsychologické studie, které ukazují, že za WM i za STM jsou odpovědné obdobné mozkové oblasti (Anderson, 1990; Colom, Jung, & Haier, 2006a,b; Unsworth & Engle, 2007). Druhý přístup pracuje s termíny nadřazenosti a podřazenosti. Některé studie prokazují, že STM je součástí WM (Cowan, 1988, 1995; Talmi et al., 2005). Cowan (1988, 1995) považuje STM za jednoduchý sklad, zatímco WM za sklad s pozornostní složkou. Existují rovněž studie ukazující opak – tedy že WM je součástí STM (Seamon & Kenrick, 1994). Konečně třetí skupina studií považuje STM a WM za dvě samostatné funkce (Kane et al., 2004; Swanson & Luxenberg, 2009).

Vzhledem k různým přístupům je složité WM definovat. Cowan definuje WM jako systém umožňující udržení informace v aktuální paměti a jeho aktivní vybavení (Cowan, 2010), nebo jako systém umožňující interakci mezi pamětí a exekutivními funkcemi (Cowan, 1995). WM je funkce, která umožňuje vybavování z paměti za současné interference způsobené zaměřením pozornosti na řešení problému (Conway, Cowan, & Bunting, 2001; Kane & Engle, 2000). Nejdůležitější slova, která se objevují v definicích pracovní paměti jsou *aktivní uchování* a *interference*. WM sdílí první slovo s STM, ale druhé slovo je již čistě vázáno na WM. WM je tedy systém umožňující aktivní uchování informace v mysli i její vybavení za účelem vyřešení problému a navzdory interferenci, která udržení informace komplikuje (Páchová, 2012a). STM je naopak systém, který reprezentuje schopnost aktivního uchování informace v mysli bez přítomnosti rušitele. V tomto pojetí, se kterým budeme dále pracovat, je tedy možné považovat STM za součást WM (ve smyslu fonologické smyčky či zrakově-prostorového náčrtníku), která je ale zároveň i samostatnou a svébytnou funkcí.

Struktura paměti byla stručně načrtnuta, nyní se můžeme věnovat otázce vztahu paměti a inteligence. V korelačních studiích je častěji poukazováno na vyšší míru souvislosti WM (v porovnání s STM) a vyšších poznávacích procesů (Ackerman, Beier, & Boyle, 2002; Colom, Rebollo, Palacios, Juan-Espinosa, & Kyllonen, 2004; Colom et al., 2006a, b; Shelton, Elliott, Matthews, Hill, & Gouvier, 2010; Mogle, Lovett, Stawski, & Sliwinski, 2008; Unsworth & Engle, 2007). Například Daneman a Carpenter (1980) zjistili, že *reading span* (úkolem je číst věty a zapamatovávat si vždy poslední slovo), tradičně spojovaný s měřením WM, koreluje s inteligencí více, než *word span* (úkolem je zopakovat řadu slov), používaný k měření STM. Kromě WM a STM se rovněž hovoří o LTM. Mogle a kol. (2008) testoval kromě vztahu inteligence a STM, respektive WM, rovněž vztah inteligence a LTM. Bylo ukázáno, že komponenta dlouhodobé paměti byla nejsilnějším prediktorem fluidní

inteligence. Naproti tomu Unsworth a Engle (2007) poukázali na důležitost krátkodobých paměťových procesů. Bylo ukázáno, že individuální diference v kapacitě WM a následně v oblasti fluidní inteligence je způsobena dvěma paměťovými procesy – aktivní uchování (*active maintenance*, STM) a vybavování (*cue dependent search, retrieval*, LTM). Základem Unsworthovy teorie je předpoklad, že kapacita STM je přibližně 4 položky. Pokud jsou prezentovány více než 4 položky, musí být stávající položky přesunuty do LTM, aby mohly být v STM nahrazeny položkami novými. Z LTM jsou následně položky vybavovány pomocí procesu vybavování. Z prací této skupiny autorů je patrné, že i krátkodobé paměťové procesy jsou považovány za důležité ve vztahu k vyšším poznávacím procesům. Podobně uvažuje i Shelton a kolegové (2010). Ve svém výzkumu se zaměřili na vztah mezi procesuální rychlostí, WM, LTM a STM a fluidní inteligencí. Bylo ukázáno, že všechny ze jmenovaných konstruktů signifikantně korelovaly s fluidní inteligencí, ale že pouze WM dokázala signifikantně předpovídat individuální rozdíly ve fluidní inteligenci. Tato zjištění poukazují k tomu, že právě kombinace *aktivního uchování* (STM) a vybavovacích procesů (LTM), která je přítomna v testech měřících pracovní paměť, je činí jedinečnými v jejich schopnosti predikovat úroveň vyšších poznávacích procesů. Jedinečnost WM je tedy dána jejím specifickým postavením mezi STM a LTM (obr. 1).

Obr. 1: Zjednodušené paměťové schéma

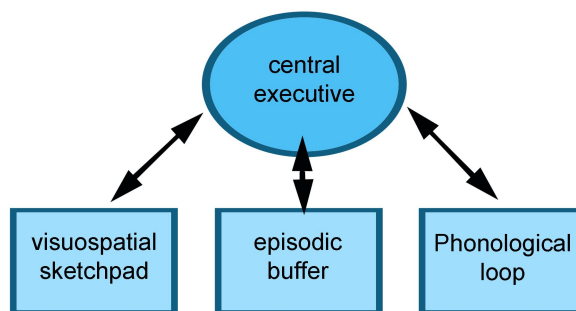


Vztah mezi třemi složkami paměti.

STM – krátkodobá paměť, WM – pracovní paměť, LTM – dlouhodobá paměť. Maintenance – uchování, retrieval processes – vybavovací procesy.

STM i WM jsou tvořeny zrakovou a sluchovou komponentou. Nejvíce citovaným modelem pracovní paměti je model Baddeleyho a Hitcha (1974). V roce 1974 navrhli multi-komponentový model pracovní paměti, který vycházel z modálního modelu Aktinsona a Shifrina (1968). Původní model Baddeleyho a Hitcha byl několikrát rozšířen. Současná verze je znázorněna na obr. 2.

Obr. 2: Baddleyho model pracovní paměti (Baddeley, 2000)



Model WM, převzato a upraveno z Baddeley, 2000

Central executive – centrální exekutiva, Visuospatial sketchpad – zrakově-prostorový náčrtník, Phonological loop – fonologická smyčka

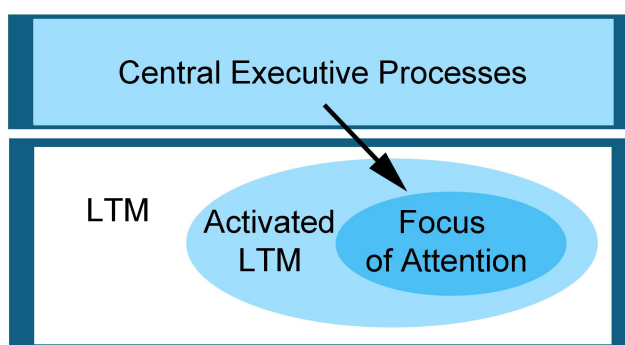
Model Baddeleyho a Hitche obsahuje dva sklady – *sluchový* (fonologická smyčka) a *zrakový* (zrakově-prostorový náčrtník). Výkonnou složku modelu zajišťuje *centrální exekutiva*. Nejnovější částí modelu je *epizodický buffer* (Baddeley, 2000). Dva sklady se starají o aktivní uchování informací a *centrální exekutiva* je zodpovědná za zaměření pozornosti na relevantní informace a za koordinaci kognitivních procesů, které existují simultánně. *Epizodický buffer* byl přidán za účelem vysvětlení některých aspektů, které nebylo možné vysvětlit existujícími částmi (např. zapamatování podnětů různých modalit). *Epizodický buffer* je představován kapacitně omezeným systémem, který umožňuje dočasné uskladnění multimodálních reprezentací. Úkolem *epizodického bufferu* je integrace informací ze zrakového a sluchového skladu i z dlouhodobé paměti do jedinečné epizodické reprezentace. Přesto, že Baddeley zavádí integrační prvek do svého modelu, stále hovoří o základních skladových typech, které se liší svou modalitou (fonologická smyčka, zrakově-prostorový náčrtník). Je tu však jedna obtíž. V mnoha úkolech, zaměřených na zrakovou paměť, je úkolem zapamatování řady zrakových stimulů. Tyto stimuly mohou být kódovány jak pomocí zrakově-prostorového náčrtníku, tak pomocí fonologické smyčky. Např. úkolem je zapamatovat si sérii obrázků prezentovanou v jednosekundových intervalech. Participanti dostávají zrakový stimul, ale rovněž stimul akustický (tiché či hlasité opakování). Právě tyto skutečnosti zapříčinily to, že Cowan považuje Baddeleyho dělení skladů za zbytečné (Cowan, 2010). Cowan cituje Conradův experiment (1964), ve kterém bylo poukázáno na akustickou konfuzi v případě zapamatování tištěných písmen. Novější studie přinesly podobné výsledky (Flaherty & Moran, 1999). Efekt akustické konfuze byl potvrzen nejen při



zapamatování slov v psané angličtině, ale také v zapamatování japonských znaků Kandži. Fonologicky podobná slova s sebou nesla více záměn, než slova podobná graficky. Toto platilo v obou jazycích.

Vzhledem ke kritice modalitního modelu Cowan (1988) prezentoval svůj model WM (obr. 3). V Cowanově modelu jsou jak zrakový, tak fonologický sklad součástí aktivované LTM. Idea oddělených skladů je nahrazena ideou nazývanou ohnisko pozornosti (*focus of attention*).

Obr. 3: Cowanův model pracovní paměti (Cowan, 1988)



Přepřacováno dle Cowan, 1988

Central Executive Processes – procesy spojené s centrální exekutivou, LTM – dlouhodobá paměť, Activated LTM – aktivovaná část dlouhodobé paměti, Focus of Attention – zaměření pozornosti.

Vztah mezi pracovní pamětí a inteligencí se můžeme pokusit rovněž vysvětlit ve světle teorie kognitivního zatížení (*cognitive load theory*, CLT, např. Sweller, 1994, 2010). Zjednodušeně lze říci, že zmiňovaná teorie staví, stejně jako většina dalších teorií, na ideji, že kapacita WM je omezená. Teorie zároveň předpokládá, že řešení problému se neobejde bez zainteresování exekutivní části WM. Logicky je pak jedním z důležitých aspektů rozhodujících o vyřešení/nevyřešení problému to, zda dojde či nedojde ke kognitivnímu přetížení. Jinými slovy - pokud bude kapacita WM přetížena, nebude možné problém vyřešit. Podobně jako je předpokládána omezenost WM, je předpokládána kapacitní neomezenost LTM. LTM je pak považována za entitu, která může být jakousi přídatnou externí kapacitou WM. Z tohoto úhlu pohledu je tedy teorie kognitivního zatížení v souladu jak s Cowanovým pohledem (1988, 2010) na pracovní paměť jakožto na aktivovanou část dlouhodobé paměti, tak s pohledem Unswortha a kol. (2007), v jehož teorii je možné nalézt ideu podobnou externímu skladu. Podobně jako teorie Baddeleyho (2000), pracuje teorie kognitivního zatížení s konceptem *centrální exekutivy* a s konceptem *oddělených skladů*. *Centrální*

*exekutiva* je v tomto pojetí však spíše součástí LTM a podílí se na tvorbě a automatizaci schémat z elementů. Kapacita WM je omezená a to znamená, že dokáže současně pojmout jen několik elementů. Pokud jsou ale elementy sdruženy do schémat, tato schémata se stávají sama elementy a tím je vlastně kapacita WM rozšířena.

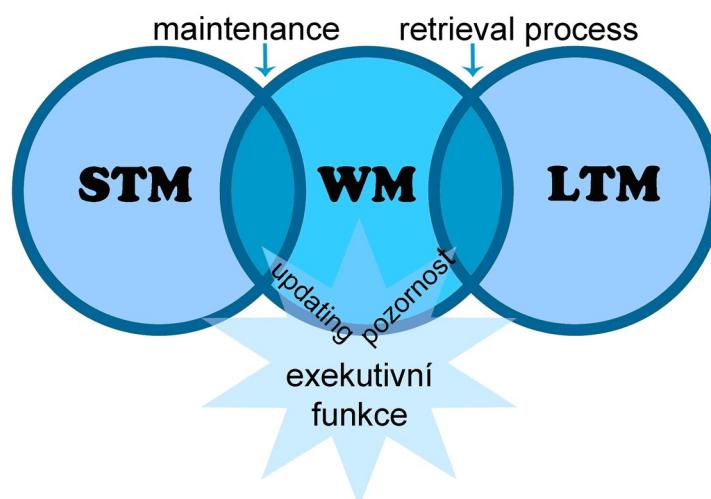
### 2.1.3. UPDATING, EXEKUTIVNÍ POZORNOST A PRACOVNÍ PAMĚŤ

Bylo ukázáno, že z paměťových funkcí je to právě paměť pracovní (WM), která zřejmě odpovídá za vztah k vyšším poznávacím procesům (viz také Páchová & Štumpf, 2012b). Její jedinečnost tkví v postavení mezi pamětí krátkodobou (STM), se kterou sdílí proces aktivního uchovávání a pamětí dlouhodobou (LTM), se kterou sdílí proces vybavování. WM jsme výše definovali jako systém umožňující aktivní uchování informace v mysli i její vybavení za účelem vyřešení problému a navzdory interferenci, která udržení informace komplikuje (Páchová, 2012a). Podívejme se nyní, co je míněno pojmem interference a jaké mechanismy nutně aktivuje. WM musí zahrnovat kromě vybavování a aktivního uchování ještě další procesy, umožňující neustálou aktualizaci a cílené zaměření pozornosti. Tyto procesy, v modelu Baddeleyho a Hitcha, související s *centrální exekutivou*, umožňují zbavovat se irelevantních informací a nahrazovat je informacemi relevantními. Jedná se o procesy aktivní (oproti pasivním procesům využívaných STM), jež značně využívají pozornostní zdroje<sup>4</sup>. Procesy aktualizace a zaměření pozornosti mají bezpochyby velmi blízko k pojmu *updating* a exekutivní pozornost, jež jsou spolu s dalšími procesy řazeny mezi exekutivní funkce. Celkově tedy může zjednodušené schéma vypadat takto (obr. 4). Procesy *updating* a *exekutivní pozornost* jsou procesy zprostředkující vztah mezi exekutivními funkcemi a pamětí a dotváří podobu kognitivní funkce s názvem WM, jejíž vztah k vyšším poznávacím procesům byl výše nastíněn a jejíž omezená kapacita je limitujícím faktorem při řešení problémů.

---

<sup>4</sup> Některé studie považují za hlavní dělící linii mezi pamětí STM a WM právě množství pozornostních zdrojů, které je třeba při paměťovém úkolu zapojit (např. Cornoldi & Vecchi, 2003). V takovémto pojetí pak zřejmě nejde o dvě oddělené entity, ale spíše si lze přechod od paměti STM k paměti WM představit jako spojitou škálu, záviselou na objemu pozornostních zdrojů, jež je třeba použít.

Obr. 4: Vztah mezi pamětí a exekutivními funkcemi



Vztah mezi třemi složkami paměti a exekutivními funkcemi

STM – krátkodobá paměť, WM – pracovní paměť, LTM – dlouhodobá paměť, maintenance – uchování, retrieval processes – vybavovací procesy

## 2.2. NEUROKORELÁTY PRACOVNÍ PAMĚTI A INTELIGENCE

V této části textu bude nastíněno, jakým způsobem je k dané problematice přistupováno v neuropsychologických studiích. Sledovány budou oblasti mozku, které souvisí s inteligencí a s WM.

Neuropsychologické výzkumy využívající zobrazovací techniky (nejčastěji funkční magnetická rezonance – fMRI) poukazují na souvislost mezi stupněm aktivace prefrontálního a parietálního kortexu a výkonem v inteligenčním testu. Lee a kolegové (2006) ve svém výzkumu ukázali pozitivní korelaci mezi inteligenčním skórem a aktivací prefrontálního kortexu mediálního (Brodmannova area – BA 32), dorsolaterálního (BA 6, 8, 9, 46) a ventrolaterálního (BA 49), dále aktivací parietálního kortexu (BA 7, 39, 40) a kortexu occipitálního. K podobným výsledkům došel i Schmithorst a Holland (2006). O podobných oblastech se zmiňuje i Neubauer a kol. (2002, 2004). Jeho výzkum však poukazuje spíše k záporné korelaci mezi inteligenčním kvocienem a úrovní aktivace zmiňovaných mozkových oblastí.

Haier a kolegové opakovaně zjistili významnou spojitost mezi variacemi šedé mozkové hmoty v některých oblastech a hodnotami IQ (Colom et al., 2006a, b, 2007; Johnson, Jung, Colom, & Haier, 2008; Haier, Jung, Yeo, Head, & Alkire, 2004, 2005). Na základě svých zjištění formulovali parieto-frontální integrační teorii inteligence (*parieto-*

*frontal integration theory*, P-FIT) (Colom et al., 2007). Podstatou teorie jsou 4 stádia řešení problému, jež každé souvisí s jinou mozkovou oblastí. V prvním stádiu jsou zaměstnány specifické mozkové oblasti (např. zraková), které souvisí se smyslovým setkáním se s problémem (BA 18, 19, 22, 37). Druhé stádium je spojeno s integrací a s abstrakcí získaných informací (BA 7, 39, 40). Ve třetím stádiu tyto parietální oblasti interagují s oblastmi frontálními (BA 6, 9, 10, 45, 46, 47) a dochází k řešení problému a jeho hodnocení. V posledním stádiu dochází k odpovědi a k potlačení alternativních odpovědí (BA 32). Za klíčové oblasti související s obecnou inteligencí pak autoři považují zejména oblast dorsolaterálního prefrontálního kortexu (BA 9, 45, 46, 47) a oblast parietální (BA 7, 40). Obdobné výsledky přinesla i následná ověřovací studie (Colom et al., 2009).

Neurobiologickými koreláty pracovní paměti se zabývá rovněž mnoho studií. Dokonce existuje i několik metastudií (Wager & Smith, 2003; Owen, McMillan, Laird, & Bullmore, 2005). Většina studií se shoduje na pozitivní korelaci mezi výkonem v testech WM a prefrontálním kortexem (BA 6, 8, 9, 10, 32, 47) a kortexem parietálním (BA 7, 40) (Chein, Moore, & Conway, 2011). Rovněž bylo poukázáno na souvislost mezi pracovní pamětí a objemem šedé hmoty mozkové v oblastech prefrontálních a parietálních (Colom et al., 2007). I v případě WM jsou to tedy nejčastěji prefrontální a parietální oblast, které jsou dle současných výzkumů odpovědné za individuální rozdíly v testech měřících WM.

Ukazuje se tedy, že za WM a za inteligenci jsou zodpovědné velmi podobné mozkové oblasti (viz tab. 1 a obr. 5). Neuropsychologické studie často poukazují na fakt, že při řešení testů měřících neverbální inteligenci (např. *Ravenovy standardní progresivní matice*, Raven, 2003) a testů na pracovní paměť (např. *n-back task*) dochází v mozku k aktivaci podobných oblastí (laterální část prefrontálního kortexu) (Gray, 2003; Kane & Engle, 2002).

Tab. 1: Brodmannovy arey spojované s pracovní pamětí a s inteligencí

	WM	inteligence
<b>Prefrontální kortex</b>	<b>6, 9, 10, 32, 47, 8</b>	<b>6, 9, 10, 32, 47, 46, 45</b>
<b>Parietální kortex</b>	<b>7, 39</b>	<b>7, 39, 40</b>

Tučně jsou uvedeny překrývající se oblasti

WM – pracovní paměť

Obr. 5. BA zodpovědné za řešení úkolů inteligenčního testu (dle Jung & Haier, 2007), za fungování pracovní paměti (dle Chein et al., 2011).



WM - pracovní paměť

Nekonzistentnost některých zjištění lze přičítat různým metodikám i využití různých skupin participantů. Proto se Colom a kolegové (2013) pustili do studie, jejímž cílem bylo zmírnit výše uvedené nesrovnalosti. Ve své studii se zaměřili na průzkum mozkových oblastí spojených s inteligencí (fluidní, krystalická, prostorová), s WM, s *updating*, s pozorností a s procesuální rychlostí. Po metodologické stránce studie využívala zobrazovacích metod zejména k morfologickým měřením šedé mozkové hmoty. Výzkumu se zúčastnilo 104 mladých dospělých. Sledovány byly jak výsledky participantů v testech výše uvedených funkcí, tak jejich mozkové struktury. V následné statistické analýze bylo zjištěno, že faktor *updating* natolik souvisí s faktorem WM (což odpovídá našemu konceptu WM, viz výše), že byly následně oba faktory spojeny do jednoho (faktor WM). Potvrdila se velmi významná souvislost mezi faktorem WM a všemi třemi faktory inteligence. Překryvy mozkových oblastí byly nalezeny zejména v oblasti středního frontálního gyru.

Výše uvedená zjištění tedy potvrzují závěry předchozí rešerše, která poukázala na důležitost WM ve vztahu paměti a inteligence a řešení problémů. Podobná mozková lokalizace obou funkcí spolu s posledními zjištěními o mozkové neuroplasticitě (např. Bryck & Fisher, 2012) dovolují předjímat možnosti, které skýtá trénink pracovní paměti.

### **3. TRÉNINK PRACOVNÍ PAMĚTI A TRANSFER DO OBLASTI INTELIGENCE**

V předchozí části textu bylo poukázáno na závažný vztah inteligence a pracovní paměti (WM). Nyní budou nastíněny možnosti využití tohoto vztahu. Je možné zlepšit vyšší poznávací procesy pomocí tréninku WM? Než se budeme zabývat touto otázkou, bude třeba vyřešit, zda je kapacita WM veličinou, která se v průběhu času mění. Zaměříme se nejprve na změny způsobené fyziologickým vývojem v dětství a dále pak na změny související s jádrovým tréninkem.

#### **3.1. FYZIOLOGICKÝ VÝVOJ WM**

Swanson (2008) ve své studii řeší otázku, zda je možné i u dětí rozlišovat 3 složky WM (fonologická smyčka, zrakově-prostorový náčrtník, centrální exekutiva), nebo zda se jedná o jedno-komponentovou funkci, která se teprve s vývojem specializuje. Cílem studie bylo dále mj. zjistit, čím jsou vývojové změny v kapacitě WM způsobeny. Celkově se ukazuje, že kapacita WM se s věkem zvyšuje, není však jasné, co za těmito změnami stojí. Jedná se o změny související s rozvojem pozornosti (centrální exekutiva) nebo o změny související s narůstající kapacitou krátkodobé paměti (STM, pomocné sklady)? Za účelem vyřešení této otázky byly navrženy dva modely. První model uvažuje tak, že změny ve WM, potažmo v inteligenci, jsou způsobeny převážně vývojem krátkodobých skladů. Protože fonologický systém je u malých dětí více vyvinut než systém exekutivní, je u malých dětí (4-6 let) WM a STM totožná, u starších dětí dochází k oddělení (nad 6 let). Druhý model přičítá postupné zlepšování WM jak vývoji krátkodobých skladů, tak vývoji pozornosti. Pozornostní složka však hraje u tohoto modelu důležitější roli. Výsledky studie poukazují k závěru, že postupné zlepšování kapacity WM je spojeno především s vývojem centrální exekutivy. Uvedená studie dále ukázala, že vztah mezi STM a WM je v dětství stejný jako v dospělosti a že i komponenty WM v dětství fungují na stejné bázi. Změny WM jsou v uvedené studii spíše kvantitativního nežli kvalitativního charakteru.

K podobným závěrům došla i Gathercole a kol. (Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004). Cíl její studie byl podobný - postihnout vývojové změny související s WM a rozřešit, zda je povaha vztahů mezi jednotlivými komponentami WM shodná v dětství a v dospělosti. Za účelem vyřešení uložených cílů byly otestovány výkony více než 700 dětí ve věku od 4 do 15 let v testech WM (testovány byly všechny 3 složky). Získaná data potvrdila lineární závislost mezi výkonem v testech a věkem testovaných dětí ve všech třech

komponentách WM. Nebyly nalezeny žádné výrazné změny ve vztazích mezi komponentami v různých věkových obdobích.

Jiné výsledky však naznačují, že zvyšování kapacity WM může rovněž souviset s osvojováním pamětních strategií. Ukazuje se, že děti kolem 7 let začínají využívat fonologického opakování při zapamatovávání vizuálních stimulů, čímž dochází ke zvyšování efektivity zapamatovávání (Pickering et al. 2001).

Výzkumem pamětních strategií se rovněž zabývali Camos a Barrouillet (2011). Ve své studii zkoumali vývojové změny WM mezi šestiletými a sedmiletými dětmi. Vycházeli ze dvou hlavních modelů. První *the time-based resource-sharing model* (Bjorklund, Dukes, & Brown, 2009; Pressley & Schneider, 1997) spojuje vývojové změny pracovní paměti s osvojováním pamětních strategií (*attentional refreshing*), zatímco *task-switching model* (Towse & Hitch, 1995; Hitch, Towse, & Hutton, 2001; Towse, Hitch, & Hutton, 1998, 2000) považuje vývojová zlepšení za důsledky zrychlení procesů mezi uložením a vybavením informace (starší dítě zvládne meziprocesy rychleji a musí tedy držet informace v paměti kratší dobu než mladší dítě, které je celkově pomalejší). Např. v *counting spanu* je úkolem dítěte, kromě zapamatování informací, počítat tečky. S narůstajícím věkem se čas trávený počítáním snižuje a tím se snižuje i doba, po kterou je dítě nuceno držet informace v paměti. Paměťové schopnosti jsou tedy v tomto modelu úměrné délce intervalu mezi prezentací a vybavením – čím kratší je mezidobí, tím lepší bude vybavení. Tento model tedy nepracuje se zdokonalováním strategií, ale se zrychlováním meziprocesů. Camos a Barrouillet ve své studii dokázali platnost obou modelů, respektive jejich časovou následnost. Vývoj WM popsali jako cestu od pasivního zapamatovávání (*task-switching model*) k aktivnímu využívání strategií (*the time-based resource-sharing model*). Ukázalo se, že zatímco u šestiletých dětí převládalo pasivní zapamatovávání, u sedmiletých dětí již tomu bylo jinak. Výkony mladších dětí souvisely s délkou prodlev, zatímco výkony starších dětí nikoli. Autoři dokázali, že vývoj kapacity WM nespočívá pouze v kvantitativních změnách, ale i ve změnách kvalitativních. Jejich zjištění jsou v souladu s neuropsychologickými poznatky, které dávají do souvislosti vznik nových paměťových strategií s vyžíváním frontálního laloku, které probíhá zhruba mezi 7. a 9. rokem.

Paměťové strategie se tedy objevují u dětí zhruba mezi 7. a 9. rokem. Jedná se o postupné změny, nebo jsou tyto změny náhlé? Odpověď na podobnou otázku se pokusili najít Schneider, Kron-Sperl a Hunnerkopf (2009). Jmenovaná studie si kladla za cíl prozkoumat longitudinálně paměťové schopnosti 100 dětí. Děti byly poprvé testovány v 6 letech a 5 měsících. Další testování následovalo vždy po 6 měsících až do věku 10 let a 4 měsíců.



Kromě WM a STM byla sledována také metapaměť (např. pomocí podrobného popisu zapamatování). Ukázalo se, že vývoj strategií je spíše náhlý než pozvolný, respektive více dětí se zlepšovalo skokovými změnami, než změnami pozvolnými. Autoři se rovněž pokusili klasifikovat subtypy strategií. Vypadá to, že využívání strategií je relativně stabilní vlastnost. Při prvním testování byla většina dětí klasifikována jako *non-strategic* a třetina dětí využívala strategii významového kódování. Ukázalo se, že tato skupina dětí využívala strategie vysoce efektivně při testování následujících po dovršení 7 let života. Dále vyplynulo, že využívání strategií roste s věkem a že korelace mezi jednotlivými strategiemi i korelace mezi využíváním strategií a vybavovacími schopnostmi roste s věkem. Byla potvrzena předchozí zjištění, že využívání více strategií vede k lepšímu zapamatování. Záleží však na typu úkolu. Bylo rovněž dokázáno, že ne u všech dětí došlo ke zlepšení v paměťovém výkonu poté, co si osvojily nějakou strategii. Tento výsledek svědčí pro *utilization deficiency*, tedy pro v minulosti popsáný jev, kdy děti začínají používat strategie dříve, než jsou schopny z nich něco výtěžit. Nutno však podotknout, že počet těchto dětí nebyl příliš vysoký.

Ukazuje se, že kapacita WM se zvyšuje s věkem. Jak se ale rozvoj WM projevuje v mozkových oblastech? Thomason a kolegové (2009) sledovali pomocí funkční magnetické resonance děti ve věku 7-12 let a dospělé ve věku 20-29 let. U úloh s malým počtem položek byla úroveň aktivace oblastí u dětí i dospělých shodná (frontální, parietální oblast a oblast cingulární), rozdíl se objevil spolu se zvyšující se obtížností. U dospělých docházelo ke zvyšování mozkové aktivity v daných mozkových oblastech úměrně k počtu položek, které si bylo třeba zapamatovat. U dětí žádné takové zvyšování aktivity nebylo pozorováno. Tyto vývojové změny je možné přičíst rovněž k rozvoji centrální exekutivy.

Ze současných výzkumů tedy vyplývá, že kapacita WM roste s věkem. Tyto vývojové změny jsou zhruba od 4 do 6 let a následně od 8 do 15 let lineární, mají kvantitativní charakter a souvisí s rozvojem pozornosti. Na neuropsychologické úrovni tyto změny souvisí s rozvojem frontálního a parietálního laloku. Největší změna ve vývoji WM se objevuje pravděpodobně mezi 6. a 7. rokem. V této době totiž děti začínají využívat paměťové strategie, které jim usnadňují zapamatování. Ukazuje se, že tento proces osvojování strategií, který se shoduje s nástupem konkrétních logických operací, respektive s počátkem školní docházky, je spíše náhlý než postupný.

### 3.2. JÁDROVÝ TRÉNINK PRACOVNÍ PAMĚTI

Z předchozího je patrné, že pracovní paměť (WM) je veličina, která není vývojově neměnná. Přesto kapacita WM v dospělosti byla velmi dlouho považována za konstantní veličinu. Statický pohled na WM formuloval Miller (1956) ve svém článku „*The magic number seven*“. V následujícím půl století se touto problematikou zabývalo mnoho autorů. Objevily se dokonce výzkumy zaměřené na zvýšení kapacity WM (Kristofferson, 1972; Phillips & Nettelbeck, 1984), avšak nebyly úspěšné. Až současné studie (Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002; Klingberg, Fernell, Olesen, Johnson, Gustafsson, Dahlström, ... & Westerberg, 2005; Thorell, Lindqvist, Bergman Nutley, Bohlin, & Klingberg, 2009; Olesen, Macoveanu, Tegnér, & Klingberg, 2007; Holmes, Gathercole, Place, Dunning, Hilton, & Elliott, 2010; Holmes, Gathercole, & Dunning, 2009; Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Perrig, 2008; Bergman Nutley, Söderqvist, Bryde, Humphreys, & Klingberg, 2011) dokázaly tuto debatu znovu otevřít tím, že prokázaly, že je možné pomocí jádrového tréninkového programu kapacitu WM zvyšovat. Dokonce se ukazuje, že tréninkem WM lze rozvíjet další kognitivní funkce.

Snahou další analýzy tedy bude zjistit, zda lze kapacitu WM opravdu rozvíjet jádrovým tréninkem. Kromě jádrového tréninku však existuje ještě jiný způsob trénování paměti. Obecně je uvažováno o dvou aspektech WM, na které může být paměťový trénink směřován (Morrison & Chein, 2011). První aspekt je nazýván specifický (*domain-specific*), o druhém je hovořeno jako o aspektu všeobecném (*domain-general*, někdy také *executive*<sup>5</sup>). Mezi specifické aspekty WM jsou řazeny nejrůznější strategie, které jsou využívány k zapamatování, např. opakování, sdružování obrázků do příběhu atd. Naproti tomu všeobecné aspekty paměti jdou hlouběji a jsou tvořeny přidruženými funkcemi, které nesouvisí přímo se zapamatovávaným materiálem, nicméně mají na paměťové procesy velký vliv. Patří sem např. kontrola pozornosti, aktualizace paměťových bufferů či redukce informací přicházejících z irelevantních zdrojů. O obou zmiňovaných aspektech WM se mluví v souvislosti se vztahem WM a vyšších poznávacích procesů. Nicméně se ukazuje, že souvislost všeobecného aspektu WM s vyššími poznávacími procesy je mnohem silnější (Cowan, Elliott, Scott Saults, Morey, Mattox, Hismjatullina, & Conway, 2005; Lépine, Gilhooly, & Wynn, 2005, viz výše vztah WM a inteligence). Tato zjištění se promítají i do tréninkových studií, které se zaměřují na trénink specifického aspektu WM (trénink strategií, *strategy training*) a všeobecného aspektu (jádrový trénink, *core training*) (Morrison & Chein,

---

<sup>5</sup> Zde je patrné prolínání konceptu WM a exekutivních funkcí. Pojem *executive* zde naznačuje souvislost s centrální exekutivou WM, ke které se vztahují jak funkce *updating*, tak exekutivní pozornost.

2011). Podobně Klingberg (2010) dělí trénink mozkových funkcí na explicitní a implicitní. Mezi explicitní možnosti trénování řadí učení se strategiím. Mezi implicitní metody mozkového tréninku (dle předchozí klasifikace jádrového tréninku) pak řadí takové metody, ve kterých dochází ke zlepšování funkcí nepřímo prostřednictvím zpětné vazby a postupného zvyšování obtížnosti dle schopností řešitele.

Trénink strategií spočívá v učení se jednotlivým paměťovým strategiím. Příkladem je dnes již klasická studie Ericssona a Chase (1982), ve které se účastníci učili strategii grupování. Následně byli schopni si zapamatovat až 80 čísel. Problém tohoto typu studií je však v tom, že povětšinou dochází pouze ke zlepšení schopností v rámci daného materiálu - jinými slovy prokazován je pouze blízký transfer, nikoli transfer vzdálený (Morrison & Chein, 2011). Oproti tomu, druhý typ tréninku - trénink jádrový - častěji vykazuje transferové zlepšení i do netrénovaných oblastí. Je tomu tak zřejmě proto, že zasahuje hlubší a obecnější aspekty pracovní paměti a lépe tak umožňuje přenos do dalších oblastí (Jaeggi et al., 2010, Klingberg, 2010, Morrison & Chein, 2011). Následující část textu tedy bude zaměřena na studie, které využívají tréninku spadajícího spíše do kategorie jádrové.

Studie, používající k tréninku kognitivních funkcí jádrový tréninkový program pracovní paměti, přinášejí značně odlišné výsledky. Velmi rozdílné jsou dokonce i výsledky prováděných metaanalýz. Tak např. Sternberg (2008) tvrdí, že...*“fluidní inteligence je trénovatelná“* (Sternberg, 2008, str. 6791). Klingberg (2010) své review uzavírá myšlenkou, že..*“zjištěné tréninkové benefity umožňují předpokládat, že jádrové tréninkové programy mohou být prospěšné pro děti, jimž nízká kapacita pracovní paměti brání v dosahování lepších školních výsledků“* (Klingberg, 2010, str. 317). Podobně Jaeggi a kolegové (2011, str. 10085) upozorňují, že..*“budoucí výzkumy se již nemusí zaměřovat na to, zda jádrové tréninkové programy fungují, ale spíše na další souvislosti“*. Morrison a Chein (2011, str. 57) na otázku, zda je kognitivní obohacování možné říkají: ....*“v případě jádrového tréninku je naše odpověď ano.“* Naproti tomu závěrem metaanalýzy autorů Melby-Levrag a Hulme (2013, str. 270) je, že ..*“jádrové tréninkové programy dokáží pouze krátkodobě zlepšit pracovní paměť a transferové zlepšení dalších funkcí není vůbec zřejmé“* a podobně metaanalýza Shipsteda a kolegů (Shipstead, Redick, & Engle, 2012, str. 628 ) ukazuje, že..*“současné tréninkové studie neprokazují transferová zlepšení.“*

Tato diskrepance je zřejmě způsobena různými výzkumnými designy jednotlivých tréninkových studií a současně zaměřením metastudií na různé studie. Autoři používají různé tréninkové programy, pracují s různými skupinami účastníků a liší se i celková doba

tréninku. V následujícím textu se tedy pokusíme o analýzu vybraných studií se zaměřením na efektivitu jádrových tréninkových programů spojenou s rozdíly mezi jednotlivými studii.

### 3.2.1. POPIS VYBRANÝCH STUDIÍ UŽÍVAJÍCÍ JÁDROVÝ TRÉNINK PRACOVNÍ PAMĚTI

V následném popisu vybraných studií se budeme zaměřovat zejména na:

- 1) *Popis tréninkového programu.* Zejména půjde o charakteristiku jednotlivých tréninkových úkolů a délku celého tréninku. Pokusíme se dotknout i celkové filozofie, na které program staví – z jakých důvodů autoři s efektivitou programu počítají.
- 2) *Charakteristiky trénujících osob.* Zaměříme se na věk zkoumaných osob a i jejich další charakteristiky. Sledovat budeme, zda šlo o skupinu s určitou patologií, či zda šlo o náhodný výběr ze zdravé populace.
- 3) *Sledované oblasti transferu.* Vycházet při tom budeme z dělení na blízký a vzdálený transfer. Např. zlepšení výkonu v netrénovaných úlohách testujících pracovní paměť je považováno za příklad blízkého transferu, zatímco zlepšení v úlohách měřících fluidní inteligenci je považováno za příklad vzdáleného transferu (Perrig, 2010). Důraz bude samozřejmě kladen na popis toho, v jakých úlohách došlo k signifikantnímu zlepšení.
- 4) *Využívané pretestové a retestové baterie.* V tomto ohledu se zaměříme i na to, jaké oblasti s konkrétními testy autoři spojují (jelikož ne vždy v této oblasti panuje shoda).

Tématika možností rozvoje kognitivních funkcí pomocí jádrového tréninku je v literatuře poměrně nová. Jedním z prvních výzkumů orientovaných tímto směrem je výzkum **Klingberga et al. (2002)**. Klingberg vycházel z předpokladu důležitosti WM jakožto základu pro vyšší myšlenkové operace. Zabýval se skupinou dětí s ADHD, u nichž je často WM oslabená. Vytvořil nový intenzivní tréninkový program, který se přizpůsoboval schopnostem jednotlivých dětí (adaptabilní program). Tzn. pokud se dětem dařilo, byly jim zadávány stále těžší úkoly, pokud se jim nedařilo, obtížnost úkolů klesala. V tomto bodě se Klingbergův experiment lišil od experimentů dřívějších, které nepřinášely kýžené výsledky (Kristofferson, 1972; Phillips & Nettelbeck, 1984). Výzkumný vzorek byl tvořen 14 dětmi (7-15 let) s diagnostikovaným ADHD. 7 dětí tvořilo tréninkovou a 7 kontrolní skupinu. Tréninkový počítačový program zahrnoval čtyři typy úkolů:

- 1) *Visual WM span*: Na obrazovce počítače byla zobrazena matice 4x4, ve které se postupně objevovaly kruhy na různých pozicích. Úkolem participanta bylo zapamatovat si a označit dané pozice ve správném pořadí.

Pozn.: Tento typ úkolu není všemi autory považován za *WM visual span* (např.

Shipstead et al., 2012), někteří ho považují za test zrakové krátkodobé paměti (STM)<sup>6</sup>

- 2) *Backward digit span*: Úkolem v tomto spanu je zopakovat mluvenou sérii čísel v opačném pořadí. Ve verzi využitá v této studii byla čísla rovněž zobrazována na obrazovce PC. Participant následně klikáním pomocí myši označil prezentovaná čísla v opačném pořadí.

Pozn.: Opět platí, že ne všichni autoři tento typ úkolu považují za spojený s WM

(např. Carretti et al., 2013), ale spojují ho s verbální STM. Problém zařazení této

adaptace spanu je současně i s jeho dvojmodalitní formou. Lze ho považovat za čistě verbální span?

- 3) *Letter span*: V úkolech tohoto typu je třeba zapamatovat si sérii písmen prezentovaných verbální formou včetně jejich pořadí. V této adaptaci byla následně na PC obrazovce znázorněna série lampiček, jejichž počet byl totožný s počtem prezentovaných písmen. Jednotlivé lampičky pak byly sériově rozsvěcovány nezávisle na pořadí. Úkolem participanta pak bylo určit písmeno, jež korespondovalo s pořadím rozsvícené lampičky. Pokud se tedy rozsvítila lampička č. 3, participant musel určit písmeno, které bylo prezentováno na 3. pozici. *Letter span* test bývá obvykle spojován opět spíše s STM, nežli s WM.
- 4) *Go/no go*: Úkolem v tomto typu úloh je reagovat ihned, když jeden ze dvou prezentovaných kruhů změní barvu (to vše pouze v případě, že výsledná barva nebude červená). Tuto úlohu ani sami autoři nepovažují přímo spojenou WM, zařadili jí však vzhledem k volbě tréninkové skupiny, jež byla tvořena dětmi s poruchou pozornosti a hyperaktivity (ADHD). U těchto dětí bylo totiž dle autorů potvrzeno, že v tomto typu úloh častěji selhávají.

Pokud shrneme využívané tréninkové úkoly, těžko říci, kam tento tréninkový program zařadit. Nejsou učeny konkrétní strategie, jedná se tedy o program jádrový, bezpochyby se jedná o program adaptabilní. Autoři sami program řadí mezi programy trénování WM. Vzhledem k výše uvedeným tréninkovým úkolům by však bylo možné toto zařazení považovat za problematické. Rozhodně se nejedná o jádrový program zaměřený na trénink

---

<sup>6</sup> Více se problematice testových úloh věnujeme v části textu, která následuje po prezentaci jednotlivých studií.

pouze jedné funkce (např. zrakově-prostorové WM), nicméně všechny trénované oblasti s WM zřejmě nějak souvisejí. Charakteristika programu souvisí s explicitně zmíněným přístupem k WM, kterou považují autoři za funkci..“*umožňující uchovat a manipulovat s informací během krátké časové periody*“ (Klingberg, 2002, str. 781). Narozdíl od námi prezentovaného schématu WM tedy nekladou tak velký důraz na interferenci, v jejich pojetí se WM neliší tak výrazně od pojetí STM.

Trénování pomocí výše uvedených úkolů probíhalo po dobu 5 týdnů cca 25 min denně 5-6 dní v týdnu. K posouzení efektivity tréninkového programu bylo využito komparace pretestových a retestových výsledků u tréninkové a kontrolní skupiny (tato skupina absolvovala pouze krátký náhradní program). Testová baterie byla tvořena (1) testy zrakové pracovní paměti: *visual WM span test* (totožný s tréninkovou verzí) a *span board* (série 10 kostek je umístěna před testovanou osobu, psycholog ukáže postupně na několik kostek a úkolem je zopakovat řadu ve shodném, resp. v opačném pořadí), (2) testem inhibiční pozornosti: *Stroopův test*, (3) testem fluidní inteligence: *Ravenovy progresivní matice - barevné*, (4) měřením reakčního času (pomocí jednoduchého PC programu) a (5) měření motorického neklidu pomocí speciálního zařízení.

Díky tréninkovému programu došlo k signifikantnímu zlepšení dětí v trénovaných úkolech (*visual WM span test*). Zároveň však došlo k významnému zlepšení i ve všech netrénovaných úkolech s výjimkou reakčního času. Snížil se rovněž motorický neklid.

Celkové významné zlepšení autoři přičítají závislosti vyšších poznávacích procesů na WM. Autoři hovoří o tom, že úkoly měřící WM a vyšší poznávací procesy jsou ovlivňovány podobnou mozkovou oblastí.

Stejný design výzkumu byl zopakován se čtyřmi zdravými dospělými jedinci ve věku 20 - 29 let (**Klingberg et al., 2002, experiment 2**). Experiment se lišil pouze ve využití Standardních progresivních matic pro pokročilé (namísto barevných matic) a přítomno nebylo měření motorického neklidu. I v tomto případě bylo nalezeno signifikantní zlepšení v obou netrénovaných úlohách. Malý vzorek a chybějící adekvátní kontrolní skupina nedovoluje výsledky zobecnit, přesto tento experiment naznačuje, že zlepšení WM a potažmo i inteligence je možné i u dospělých lidí bez ADHD.

Na zmiňovaný výzkum navázal brzy další (**Klingberg, et al. 2005**), do kterého bylo zahrnuto 44 dětí (7-12 let) s ADHD. Autoři se více zaměřili na neuropsychologická zjištění, která dokazují, že oblasti mozku, ve kterých dochází ke zvyšování aktivity, následně po tréninku pracovní paměti (dorsolaterální prefrontální a parietální kortex) (Olesen et al., 2004)

se překrývají s oblastmi mozku spojovanými s patologií ADHD (Castellanos & Tannock, 2002, více v následující kapitole).

Trénování probíhalo po dobu cca 25 dnů 40 min denně pomocí speciálně navrženého počítačového programu (RoboMemo, Cogmed Cognitive Medical Systems AB, Stockholm, Sweden). Trénink probíhal v domácím či ve školním prostředí. Jednalo se o PC úlohy (včleněné do herního prostředí) zaměřené na trénink zrakově-prostorové WM (zapamatování pozice objektu v matici 4x4) a na verbální (pracovní/krátkodobou) paměť (zapamatování fonémů, písmen nebo čísel). Detailní popis verbálních úkolů autoři nenabízejí. Popis zrakově-prostorových úloh je možné vyčíst z článku z roku 2004 (Olesen et al., 2004). Každá úloha začínala třísekundovým zobrazením křížku uprostřed obrazovky. Ve WM úloze se zobrazovaly 3 modré kruhy (po dobu 0,5 s). Následoval 6-12 sekundový prostoje. Poté se na obrazovce objevila přímka, která pomyslně protнула prostor, kde se předtím nacházel jeden z kruhů. Úkolem participanta bylo pomocí kurzoru myši kliknout na správnou pozici (průsečík kruhu a přímky). Tento typ úkolů byl kombinován s distrakčními zobrazeními, kde se na obrazovce v době prostoje objevily žluté kruhy bez vztahu k následné odpovědi.

Testová baterie byla totožná s předchozím výzkumem (Klingberg et al., 2002, experiment 1), pouze měření reakčního času nebylo zahrnuto a zároveň byla měřen verbální pracovní paměť pomocí *digit spanu* (autoři ovšem nerozlišují, zda se jednalo o obě verze – *backward i forward*, či jen o jednu z nich, spíše bychom tedy tento test měli považovat za test verbální krátkodobé paměti - detailněji bude problematika rozebrána dále u komparace užívaných testových metod).

Zlepšení, včetně zlepšení v netrénovaných úlohách, bylo opět potvrzeno. Autoři rovněž zjišťovali trvalost efektu v čase. Ta však byla nalezena pouze u úlohy nejbližší trénovaným úlohám (*span board test*), respektive výsledky do jisté míry přetrvávaly, ale rozdíl oproti kontrolní tréninkové skupině již nebyly statisticky významné. Ihned po tréninku bylo tedy nalezeno statisticky významné zlepšení ve *span board testu* (netrénovaná verze úkolu měřící zrakově-prostorovou paměť a u *Stroopova testu* (měří inhibici), dále u *digit spanu* a v testu fluidní inteligence (*Ravenovy progresivní matice - barevné*). Zlepšení v posledně jmenovaném testu je více nežli sporné. Autoři nabízejí hodnoty p pouze pro kontrolní skupinu. Nicméně hodnoty effect size (Cohenovo d) jsou uvedeny pro obě skupiny – z těchto hodnot se pak dočítáme, že effect size obou skupin se příliš nelišil (0,30 pro kontrolní skupinu a 0,48 pro skupinu experimentální). Na základě výsledků z roku 2002 však autoři předpokládají, že zlepšení je významné. Dále se autoři zamýšlejí především nad

příčinami transferu do oblasti neverbální inteligence. Poukazují na výzkumy, ve kterých je dokazována důležitost WM v oblasti rozumových schopností (Engle et al., 1999). Transfer je vysvětlován pravděpodobnými překrývajícími se oblastmi v mozku, které zodpovídají za zmiňované funkce.

V jiném výzkumu (**Thorell et al., 2009**), ve kterém probíhal trénink rovněž pomocí metody Cogmed (verze pro předškoláky), byly sledovány předškolní děti. Po dobu 5 týdnů (15 minut denně) hrály děti PC hry, které byly navrženy speciálně ke zlepšování WM (skupina 1) respektive inhibitorní kontroly (skupina 2). Třetí skupina dětí hrála po stejný čas komerčně dostupné hry, které byly vybrány s ohledem na jejich nízký vliv na testované funkce.

Design obou programů (trénink WM a inhibitorní kontroly) byl shodný. Důležitým bodem byla opět schopnost programu adaptovat se na dovednostní úroveň řešitelů. Program byl rovněž navržen tak, aby podával dětem zpětnou vazbu o správnosti odpovědí.

Program na rozvoj WM vycházel z předchozího tréninkového programu (Klingberg et al., 2005), ale byl zaměřen pouze na rozvoj zrakově-prostorové WM. Úkolem dětí bylo zapamatovat si umístění a pořadí zrakových stimulů prezentovaných postupně na obrazovce počítače.

Program na rozvoj inhibitorní kontroly zahrnoval pět typů úkolů založených na třech základních paradigmatech: *go/no go test*, *stop-signal test* a *flanker test*. Úkoly *go/no go*, ve kterých děti musí reagovat v případě objevení se daného signálu (např. ovoce) a nereagovat v případě objevení se jiného signálu (např. ryba) byly dvojího typu. Stejně tak tomu bylo v případě úkolů *stop-signal*, ve kterých dítě musí reagovat co nejrychleji poté, co se objeví daný signál (např. ovoce) - kromě případů, kdy daný signál následuje ihned po stopovém signálu (např. ryba). *Flanker test* byly reprezentovány jedním typem úloh. V jedné řadě bylo prezentováno pět šipek směřujících vlevo či vpravo. Úkolem dětí bylo řídit se směrem prostřední šipky (ignorovat šipky postranní) - stisknout pravé tlačítko, pokud šipka ukazovala doprava, respektive levé tlačítko, pokud šipka ukazovala doleva.

V pretestové a retestové fázi byly měřeny následující funkce: (1) WM zraková (*board span*) a sluchová (*word span* - identický s *digit span test*, pouze místo čísel slova), (2) inhibiční kontrola - přizpůsobený *Stroop test* (Gerstadt et al., 1994), ve kterém je úkolem dítěte co nejrychleji říci protiklad (dívka/chlapec, den/noc) a počet chybných odpovědí v *go/no go test*, (3) dále byla měřena sluchová pozornost (*continous performance test*) a zraková pozornost (počet vynechávek v *go/no go test*), (4) Sledována byla rovněž schopnost řešit problémy (subtest kostky z WPPSI-R) a (5) reakční čas (reakční čas při *go/no go test*).



U skupiny trénující pomocí programu WM bylo nalezeno signifikantní zlepšení ve všech trénovaných úlohách. U skupiny trénující pomocí tréninku inhibitorní kontroly se děti signifikantně zlepšily ve dvou ze tří úloh.

Celkově si vedla lépe skupina trénující v modu WM. Signifikantní zlepšení v oblastech transferu bylo nalezeno v úlohách měřících WM i pozornost. Transfer do úloh měřících inhibici, řešení problémů ani reakční čas nalezen nebyl. Skupina trénující v inhibičním modu se signifikantně nezlepšila v žádné sledované oblasti.

Autoři tuto diferenci vysvětlují tím, že zřejmě existuje rozdílnost v tom, jak snadno lze různé kognitivní funkce trénovat. Dále autoři upozorňují na to, že díky tréninku pouze zrakově-prostorové WM došlo k signifikantnímu zlepšení verbální WM (tj. u skupiny trénující v paměťovém modu). V tomto bodě jdou tato zjištění dále, než některá předchozí zjištění (Klingberg et al., 2002, 2005), kde byla verbální WM zahrnuta v trénovaných úlohách a nemohlo být tedy poukázáno na tento typ transferu. Tato zjištění potvrzují i závěry neuropsychologických studií (Curtis & D'Esposito, 2003; Hautzel, Mottaghy, Schmidt, Zemb, Shah, Muller-Gartner, & Krause, 2002; Klingberg, 1998), které poukazují na aktivaci stejných mozkových struktur při úlohách zaměřených na WM bez ohledu na typ zapamatovávaného materiálu.

Zmiňovaný Thorellův výzkum se lišil od těch předchozích ještě ve věku trénovaných dětí – tentokrát se jednalo o předškolní děti. Bylo tedy dokázáno, že WM může být rozvíjena již u takto malých dětí. Na rozdíl od dvou předchozích výzkumů však v tomto výzkumu nedošlo k významnému zlepšení v oblasti řešení problémů (subtest kostky z WPPSI-R). Nelze však s jistotou určit, čím je tato diskrepance dána – zda věkem dětí, či délkou tréninku (výzkum z roku 2009 byl celkově podstatně kratší).

Možná právě proto byl v roce 2011 uskutečněn další výzkum na témže pracovišti (Bergman Nutley et al., 2011). Tentokrát byl cíl výzkumu zaměřen primárně na možnosti transferu zisku z tréninkového programu do oblasti fluidní inteligence. Snahou autorů bylo přehodnotit pohled na inteligenci jakožto neměnitelnou a silně dědičně ovlivnitelnou vlastnost (Horn, & Cattell, 1966; Jensen 1969; Plomin, 1990) Cílovou skupinou této studie byli opět předškoláci (čtyřletí). Záměrem autorů bylo přispět k pochopení možností předcházení školního selhávání, proto se opět rozhodli pro takto malé děti.

Výzkumu se zúčastnilo celkem 101 dětí, které absolvovaly počítačový tréninkový program 15 minut denně po dobu 25 dní v domácím prostředí. Rodiče byli zaškoleni ve způsobech motivace dětí a také v tom, kdy a jak je vhodné podávat zpětnou vazbu (pokud se

dětem nepodaří vyřešit daný úkol, PC program ukáže správné řešení – v tomto bodě je vhodné dětem vysvětlit, jak je možné ke správnému řešení dojít).

Děti byly rozděleny do 4 skupin. První skupina (WM) absolvovala trénink zrakově-prostorové WM tak, jak byl uveden v předchozím výzkumu (Thorell et al., 2009). Druhá skupina dětí prošla tréninkem neverbálního uvažování (NVR). Tento PC program byl speciálně navržen pro tento výzkum. Celkem obsahuje tři typy úkolů, které vycházejí z Laiter Battery (Roid & Miller, 1997). Prvním typem úkolů je opakování vzorů (obrázkové řady – např. jablko – pomeranč – jablko – ?) – dítě musí odhadnout algoritmus a správně doplnit řadu. Druhým typem úkolu je sekvenční pořadí (logický vývoj – např. šipka nahoru – doprava – dolů ?) – úkolem dítěte je pochopit logické vztahy mezi prvky (podobné Říčanovu testu intelektového potenciálu, (TIP, Říčan, 1971). Ve třetím úkolu dítě přiřazuje karty ke kartám v hořejší řadě, opět podle daného principu. Třetí skupina (CB) absolvovala kombinovaný trénink složený jak z úloh zaměřených na rozvoj WM, tak z úloh zaměřených na rozvoj neverbálního uvažování. Konečně poslední skupina byla aktivní kontrolní skupinou.

Pretestová, respektive retestová baterie zahrnovala testy zaměřené na schopnost řešit problémy a testy zaměřené na paměťové schopnosti. Mezi prvně jmenované testy byly zařazeny subtesty shodné s tréninkovými, *Ravenovy progresivní matice - barevné* a subtest kostky z Wechslerova inteligenčního testu (Wechsler, 2008). Mezi testy zaměřené na paměťové schopnosti autoři zařadili *visuo-spatial grid test* a *odd one out* z Automated working assesment (AWMA, Alloway, 2007) a *word span test* (Thorell & Wahlstedt, 2006). Ve *visuo – spatial grid* testu je úkolem dítěte zapamatovat si sekvenci žlutých kruhů, které se postupně objevují v matici 4x4 a následně tuto sekvenci zopakovat (lze považovat za *zrakově-prostorový simple span*). V *odd one out* je úkolem dítěte v prezentované trojici prvků označit tvar, který se od zbylých dvou liší. Po prezentaci všech trojic je prezentována trojice prázdných políček. Úkolem dítěte je označit postupně ve stejném pořadí všechna políčka, ve kterých se lišící tvar objevil (lze považovat za *zrakově-prostorový complex span*). Ve *word span testu*, který byl využit k měření krátkodobé verbální paměti, je úkolem dítěte zopakovat ve správném pořadí prezentovaná bezesmyslná slova.

Ve srovnání s kontrolní skupinou došlo u experimentálních skupin WM a CB ke statisticky významnému zlepšení v trénovaných paměťových úlohách (*visuo – spatial grid test*). WM skupina se statisticky významně zlepšila i v netrénovaném paměťovém testu *odd one out*, zlepšení dětí ze skupiny CB bylo na hranici statistické významnosti. Tyto výsledky potvrzují závěry učiněné Jaeggi et al. (2008) – intenzita zlepšení dané kognitivní funkce je přímo úměrná tréninku této funkce. Ukazuje se tedy, že nikoli diverzita, ale především

intenzita tréninku je důležitá pro dosažení významného tréninkového efektu. V testu *word span* nedošlo k zlepšení v žádné ze skupin. Transfer do jiných oblastí nebyl u skupiny WM prokázán. Tzn. zlepšení se týkalo pouze velmi blízké oblasti (stejná funkce – zrakově-prostorová WM, pouze měřena jiným testem).

Co se týče inteligenčních testů, ke statisticky významnému zlepšení došlo u skupiny NVR (kromě zlepšení v trénovaných úlohách) v setu B Ravenových barevných progresivních matic (výsledky setu AB byly na hranici statistické významnosti) a v subtestu kostky. Zlepšení v netrénovaných úlohách autoři považují za důkaz toho, že v NVR nedocházelo jen k učení strategií řešení, ale že byla podpořena generalizace naučeného. Nicméně, opět se jedná o pouze velmi blízký transfer.

Autorům se tedy nepodařilo potvrdit nadějně výsledky tréninku WM u starších dětí (Klingberg et al., 2002, 2005). Jedno z možných vysvětlení, které autoři navrhují, je fakt, že pracovní paměť u testů pro takto malé děti není tak zatížená a tudíž není při řešení limitujícím faktorem.

Podobný typ výzkumu včetně zvoleného způsobu tréninku pracovní paměti byl aplikován i v další studii (Holmes et al., 2010). Cílem autorů bylo však porovnat vliv tréninkového programu s vlivem medikace. Výzkumu se zúčastnilo celkem 25 dětí (8-11 let) s diagnostikovaným ADHD, které byly po delší časové období medikovány.

Jako tréninkový program byl zvolen Cogmed (Klingberg et al., 2002, 2005; Cogmed, 2006), určený k tréninku obou složek WM – verbální i zrakové. Trénink probíhal ve 20 – 25 dnech v rozmezí 5-6 týdnů, vždy po dobu cca 45 minut. Od verze z roku 2006 obsahuje Cogmed následující úlohy. Tři jsou zaměřeny na trénink WM: je třeba si zapamatovat pořadí verbálních položek (např. písmen). Zasažena není jen verbální paměť, ale ve dvou z třech úloh je úkol zároveň prezentován ve zrakově-prostorové modalitě. Dvě úlohy jsou zaměřeny na trénink zrakově-prostorové krátkodobé paměti (STM) (např. úkolem participanta je zopakovat klikáním myši pořadí rozsvěcování světel na obrazovce počítače). Dvě úlohy jsou dle autorů zaměřené na trénink verbální WM. Úkolem je zopakovat sérii čísel v opačném pořadí. V první verzi jsou čísla rozsvěcována na číselné klávesnici zobrazené na obrazovce počítače simultánně s verbální prezentací. Úkolem je následně klikáním myši zopakovat sérii čísel v opačném pořadí. Ve druhé verzi je úkol stejný, ale prezentace čísel probíhá pouze ve verbální formě. Tři úlohy zahrnují zapamatovávání zrakově-prostorové informace. Úkol je komplikován tím, že se během prezentace i řešení jednotlivé stimuly neustále pohybují, nebo dojde k pohybu mezi prezentací a řešením. Příkladem prvního typu zrakově-prostorových úloh jsou asteroidy, které se volně pohybují po obrazovce a současně se postupně rozsvěčují.

Po prezentaci je úkolem participanta postupně myší kliknout na prezentované asteroidy ve správném pořadí. Příkladem druhého typu je matice 3x3, ve které se postupně zvýrazňují jednotlivá pole. Po prezentaci všech stimulů se matice otočí o 90 stupňů. Úkolem je pak kliknout ve správném pořadí na všechna prezentovaná pole, ovšem s ohledem na jiné prostorové uspořádání způsobené pootočením matice. Motivační částí programu je pozitivní verbální zpětná vazba (dávaná samotným programem, nejde o interakci člověk-člověk, ale člověk-PC) a odměna ve formě krátké zábavné PC hry na konci každého sezení.

V pretestové fázi probíhalo testování pomocí baterie testů The Automated Working Memory Assessment AWMA (Alloway, 2007). Baterie obsahuje testy (1) verbální STM (*digit span, word span, nonword recall*), (2) zrakově-prostorové STM (*dot matrix simple, block span, mazes memory*), (3) verbální WM (*backward digit span, listening span, counting span*) a (4) zrakově-prostorové WM (*mr X, spatial span, odd one out*). Paměťové testování tedy bylo podrobnější, než jak tomu bylo ve výše uvedených výzkumech, jež používaly k paměťovému tréninku Cogmed. Inteligence byla měřena pomocí zkrácené verze WISCu (WASI, Wechsler, 1999).

Pretréninkové testování probíhalo ve dvou sledech. Při prvním testování byly děti 24 hodin bez medikace, při druhém testování byly medikovány každé svým standardním způsobem. Během tréninku byly děti standardně medikovány. Pomocí obdobného dvojího testování byly děti testovány i v retestu ihned po skončení programu a následně šest měsíců poté.

Ukázalo se, že zatímco medikace zlepšila dětský výkon v oblasti zrakově-prostorové paměti, tréninkový program zlepšil dětský výkon ve všech měřených oblastech WM a STM (zrakově-prostorová a verbální pracovní a krátkodobá paměť). Autorům se ale nepodařilo replikovat výsledky z roku 2005 (Klingberg et al., 2005) v oblasti inteligence. Inteligenční skór (ovšem měřený jiným testem) nebyl ovlivněn ani jednou z intervencí.

Autoři vycházeli z Baddeleyho teorie (např. 2000) oddělených konceptů pracovní paměti, které fungují každý na jiném neurologickém základě (Curtis & D'Esposito, 2003). Zvýšení výkonu ve všech oblastech autoři vysvětlují dvěma možnými způsoby. Za prvé uvažují o mozkové plasticitě jako o možné příčině zlepšení. Druhá jejich úvaha směřuje k pozornosti jakožto k funkci, která ovlivňuje všechny komponenty. Z následných rozhovorů s dětmi vyplynulo, že si díky tréninku dokázaly vytvořit určité strategie posílení pozornostní složky. Zlepšení všech komponent WM by tedy mohlo být důsledkem zvýšené schopnosti koncentrace.

V další podobné studii (**Holmes et al., 2009**) byla pozornost zaměřena na děti s nižší kapacitou WM. Ze vzorku 345 dětí (8-11 let) bylo vybráno 42, u nichž byla kapacita WM oslabena. Ukazuje se, že děti s nižší kapacitou WM mají zároveň větší obtíže na své vzdělávací dráze (Alloway, 2009). Toto zjištění bylo potvrzeno - vybrané děti byly prospěchově slabší než jejich vrstevníci s vyšší kapacitou WM.

Za účelem sledování transferu do výukových předmětů byly v pretestové a retestové baterii měřeny školní dovednosti. Dále se opět autoři zajímali o to, jaký vliv má trénink na různé druhy paměti, respektive na STM (sluchovou a zrakovou) a na WM (sluchovou a zrakovou). Paměťové schopnosti byly v pretestu měřeny pomocí sedmi subtestů z AWMA (Alloway, 2007) - sluchová STM (dva subtesty), zrakově-prostorová WM (dva subtesty), zrakově-prostorová WM (dva subtesty) a sluchová WM (jeden subtest). V retestové baterii bylo zahrnuto 5 subtestů z AWMA, které byly zadávány v pretestu a navíc další tři nové subtesty. Dále testové baterie zahrnovaly zkrácenou verzi Wechslerovy inteligenční škály (WASI; Wechsler, 1999), subtest čtení z Wechsler Objective Reading Dimensions (WORD; Wechsler, 1993) a subtest matematické dovednosti z Wechsler Objective Number Dimensions (WOND; Wechsler, 1996).

Mezi pretestovou a retestovou fází probíhala fáze tréninková. Trénink WM probíhal po dobu 5-7 týdnů 35 minut denně. Tréninková skupina absolvovala adaptabilní verzi programu Cogmed (obsahující stejné verbální i zrakově-prostorové úlohy, jaké byly uvedeny spolu s předchozím výzkumem), zatímco skupina kontrolní absolvovala program neadaptabilní. Neadaptabilní verze programu byla speciálně navržena firmou Cogmed za účelem evaluace adaptačního tréninkového programu (Klingberg et al., 2005). V této verzi docházelo k mírnému zvyšování obtížnosti bez ohledu na schopnosti dětí. Minimální počet tréninkových dnů, které děti absolvovaly, byl 20.

V pretestové fázi nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi dětmi zařazenými do adaptivního a neadaptivního programu. Děti, které absolvovaly adaptivní trénink, se statisticky významně zlepšily ve všech úlohách měřících STM i WM. Toto zlepšení bylo signifikantní i při testování půl roku po absolvování tréninku. U druhé skupiny tomu tak nebylo. Statisticky významné zlepšení bylo nalezeno pouze u položek měřících sluchovou WM.

V žádné skupině nedošlo k signifikantnímu zlepšení mezi pretestovým a retestovým IQ skórem (verbálním, performačním) ani mezi výsledkem testu čtení a matematických schopností. Ani tato studie tedy nedokázala replikovat výsledky z roku 2005, týkající se pozitivního efektu Cogmedu na oblast vyšších poznávacích procesů. Nicméně u dětí, které

absolvovaly adaptivní verzi programu, došlo po 6 měsících ke statisticky významnému zlepšení v oblasti matematických dovedností (porovnával se výsledek pretestu a výsledek retestu, který následoval 6 měsíců po absolvování tréninku). Nikde v textu se ale bohužel nedozvídáme, jak na tom byla po 6 měsících skupina dětí, která neabsolvovala žádný trénink. Nelze tedy identifikovat, zda signifikantní zlepšení dětí, které absolvovaly adaptivní verzi programu je způsobeno tímto programem, nebo zda hrají roli (i) jiné faktory (např. probíraná látka, zranění apod.). Co se týče transferu do oblasti matematických dovedností, nelze uvažovat udávanou studii za přesvědčivou. Efekt transferu ze zlepšení WM na netrénovanou školní problematiku by tedy bylo třeba znovu ověřit.

O prokázání efektu na oblast čtení se pokusila studie jiných autorů (**Loosli, Buschkuehl, Perrig, & Jaeggi, 2012**). Cílem studie bylo ověřit efekt krátkého tréninku WM na oblast čtení. Výzkumu se zúčastnily děti ve věku 9-11 let. Trénink probíhal po dobu 10 pracovních dní, dvanáct minut denně. Principem tréninkového programu této studie byl tréninkově přizpůsobený *complex span test (animal span)*. Dětem byly prezentovány obrázky zvířat, které byly buď ve správné pozici, nebo byly otočené o 180 stupňů. Po každé prezentaci obrázku dítě muselo rozhodnout, zda je obrázek ve správné, nebo v otočené pozici. Po prezentaci určitého počtu obrázků bylo úkolem dítěte vytvořit řadu obrázků ve správném pořadí. Dítě dostávalo zpětnou vazbu o tom, zda úkol splnilo správně či nikoli. Při chybě se počet prezentovaných obrázků o jeden snížil, při správném vyřešení úkolu se o jeden zvýšil. Výzkumu se zúčastnilo celkem 66 dětí ve věku 9-11 let. 24 dětí tvořilo experimentální skupinu, zbytek neaktivní kontrolní skupinu. Pretestová, respektive retestová baterie zahrnovala test čtení (čtení textu, slov a pseudoslov) a test neverbální inteligence (Test neverbální inteligence, TONI – Brown, Shribenou, & Johnsen, 1997). Signifikantní zlepšení u experimentální skupiny bylo nalezeno ve dvou částech testu čtení (text, slova), ale nikoli v testu neverbální inteligence. Nepřítomnost vzdáleného transferu autoři vysvětlují dobou tréninku, která byla mnohem kratší, než je dle jejich názoru doba potřebná k transferu zlepšení WM do oblasti fluidní inteligence.

Většina studií uvedených výše využívala k tréninku program spojený s principy Cogmedu. Výjimkou je pouze studie Loosli et al., 2012, která byla výše uvedena, jelikož řeší podobné téma jako studie Holmese et al., 2009. Potíž s programy vycházejícími z Cogmedu (a také z Cognifitu – viz dále) je v tom, že nejsou důsledně zaměřeny na jednu tréninkovou oblast. Transferové zlepšení je sice občas prokázáno, ale je těžké vysledovat mechanismy, které za transferem stojí.

**Jaeggi et al. (2008)** se pokusila důsledněji pracovat s jedním systémem. Cílem její studie bylo vyšetřit efekt trénování paměti pomocí úloh *n-back task* na vyšší poznávací procesy. Autoři této skupiny vycházejí rovněž z předpokladu, že WM a inteligence sdílejí společný neuroanatomický základ. Z neuropsychologických výzkumů totiž vyplývá, že neuronové sítě aktivované při úlohách zaměřených na WM a na inteligenci částečně překrývají. Nejčastěji se hovoří o prefrontálním a parietálním kortexu (Ackerman, Beier, & Boyle, 2005; Conway, Kane, & Engle, 2003). Z těchto důvodů bylo předpokládáno, že dojde nejen ke zvýšení aktivity v mozkových oblastech spojených s řešením WM úloh, ale že může rovněž dojít ke zlepšení výkonu v IQ testu.

Za účelem ověření výše uvedené hypotézy bylo vybráno 70 zdravých vysokoškolských studentů. 35 z nich absolvovalo trénink WM (v různém časovém rozsahu – 8, 12, 17 a 19 dní – 25 min denně) a 35 z nich tvořilo pasivní kontrolní skupinu. Kromě tréninkového programu obě skupiny absolvovaly pretest a retest. Retest následoval vždy po skončení tréninkového programu (1-2 dny), tzn. byl pro každou ze čtyř podskupin různý podle toho, jak dlouhý byl její tréninkový program (stejně tak byla i kontrolní skupina rozdělena do čtyř podskupin).

Tréninkový program byl tvořen úlohami *dual n-back task*. Obrazovka počítače byla rozdělena na devět polí, přičemž každé 3 sekundy se v jednom z polí objevil čtverec. Simultánně s prezentovanými čtverci dostávali studenti sluchový signál v podobě jedné z devíti vybraných souhlásek. Úkolem bylo reagovat v případě, pokud se jeden, případně oba z prezentovaných stimulů objevily přesně před  $n$  prezentovanými stimuly (student stisknul „A“ na klávesnici pro zrakový signál a „L“ pro sluchový signál). Tzn. pokud bylo např.  $n=2$  a řada souhlásek byla BCB, student musel reagovat.  $N$  bylo vždy pro obě modalities shodné. Zvyšování prezentované obtížnosti probíhalo zvyšováním  $n$ . Obtížnost úkolu odvisela od schopností studenta. Pokud v daném kole student udělal méně než 3 chyby, následující kolo bylo voleno podle klíče  $n+1$ . Pokud student udělal víc než 5 chyb, obtížnost následujícího kola byla volena podle klíče  $n-1$ . V ostatních případech zůstávalo  $n$  shodné. Studenti trénovali denně, zhruba 25 min.

V pretestovém a následně retestovém testování byly zadávány *Ravenovy matice pro pokročilé* (RAMP, Raven, 1990), respektive Bochumer Matrizen test (BOMAT, Hossiep, 1999) u studentů, jejichž trénink byl delší. Kromě těchto testů považovaných za testy měřící fluidní inteligenci, byly rovněž zadávány testy měřící verbální WM - *digit span test* (z textu není jasné jaká verze) a *reading span test* (konkrétní popis zadávané verze autoři nenabízejí,

ale lze předpokládat, že jde o klasický span používaný k měření WM – participanti čtou předkládané věty a současně si musí zapamatovávat vždy poslední slovo).

Díky tréninkové fázi došlo u všech čtyř experimentálních skupin k signifikantnímu zlepšení jejich výkonu v inteligenčním testu<sup>7</sup>. Ukázalo se, že zlepšení v této oblasti je funkcí délky tréninkové fáze. Tzn. čím delší trénink, tím vyšší zlepšení. Autoři upozorňují na to, že zlepšení v paměťových testech a v položkách IQ testu nikterak nesouvisí s předtréninkovou výší IQ či s předtréninkovou kapacitou WM. Toto zjištění, které je v souladu s výsledky Dumontheila a kolegů (2011), je pozitivní pro autory, kteří se snaží o kognitivní rozvoj u jedinců s mentálním postižením (např. Perrig, Hollenstein, & Oelhafen., 2009). Pokud je zde možné najít nějakou souvislost, spíše se ukazuje, že lidé s nižší vstupní výkonem v inteligenčním testu z tréninku vytěžili více, než lidé s vyšším vstupním výkonem.

Problémem uváděné studie je však nenalezení rozdílů mezi kontrolní a experimentální skupinou v oblasti blízkého transferu (*digit span*, *word span*). Autoři textu tuto skutečnost nijak výrazněji nekomentují, ale jiní autoři tento fakt kritizují. Např. Shipstead a kol. (2012), považuje takový výsledek za neinterpretovatelný.

Jaeggi a kol. uvádí možné vysvětlení transferu pomocí pozornosti (kterou však neměřili). Inteligence i WM dle jejich pojetí velmi souvisí. Není pochyb o tom, že zvolený tréninkový program rozvíjí rovněž pozornostní složku. Zároveň mnozí autoři hovoří o důležitosti pozornosti při řešení úloh měřící fluidní inteligenci (Carpenter, Just, & Shell, 1990). Tímto by tedy mohla být vysvětlena absence zlepšení v oblasti WM spolu se současným zlepšením v oblasti fluidní inteligence. Tuto hypotézu ale vzápětí autoři do jisté míry popírají. Dodatečnou analýzou bylo totiž zjištěno, že zvýšení fluidní inteligence bylo vyšší, než by bylo možno předpokládat na základě zlepšení pracovní paměti a pozornosti. Vysvětlení této diskrepance autoři vidí v tom, že jimi navržený tréninkový program zahrnoval simultánní trénink zrakové i sluchové WM, zatímco v testových úlohách tato přítomnost dvojí modality nebyla zachována. Právě v tomto typu tréninku autoři vidí hlavní přínos pro zvýšení fluidní inteligence.

**Chooi a Thompson (2012)** se pokusili replikovat nadějně výsledky výše uvedené studie, ve které byl trénink typu *n-back task* úspěšně aplikován na skupinu zdravých dospělých. Použili stejný design, ale kromě pasivní kontrolní skupiny zvolili i skupinu aktivní. Testová baterie zahrnovala (1) testy měřící slovní zásobu, (2) slovní fluenci, (3) procesuální rychlost, (4) neverbální dovednosti (*Ravenovy progresivní matice pro pokročilé*,

---

<sup>7</sup> Zlepšila se však i kontrolní skupina, ovšem, pokud byla následně použita pro hodnocení 1% hladina významnosti, zlepšení bylo patrné již jen u skupiny experimentální.



mentální rotace) a (5) pracovní paměť (*operational span*). Významné zlepšení však nebylo nalezeno v žádné ze sledovaných oblastí.

V jiné studii využívající úlohy *n-back task* (Jaeggi et al., 2011) se autoři pokusili adaptovat verzi programu *n-back task* na dětskou populaci. Studie se zúčastnilo 62 dětí (průměrný věk 8 let), z toho 32 dětí tvořilo experimentální a 30 dětí kontrolní skupinu. Tréninkové úkoly byly navrženy tak, aby svým vzhledem připomínaly PC hru a byly tudíž pro děti více atraktivní. Propracovaná byla rovněž zpětná vazba. Jednalo se o 4 hry založené na principu prostorových *n-back task* (viz výše). Trénink byl tvořen minimálně 15 sezeními po dobu 15 minut. Testová baterie zahrnovala pouze testy neverbální inteligence (*Ravenovy standardní progresivní matice – barevné* a *Test neverbální inteligence, TONI* – Brown et al., 1997). Efekt tréninku byl prokázán – experimentální skupina se signifikantně zlepšila v trénovaných úlohách, efekt transferu ale nebyl nalezen. Následná analýza však ukázala, že skupina dětí, která se v trénovaných úlohách zlepšila nejvýrazněji, transferu do oblasti fluidní inteligence dosáhla<sup>8</sup>. Dle autorů je tedy třeba následné studie zaměřit na skutečnost, pro které skupiny osob mohou být programy efektivní.

Některé studie se zabývají možnostmi rozvoje WM pomocí úloh *n-back task* i u starší populace. Občas je sice poukazováno na nemožnost, případně na omezenou možnost rozvoje kognitivních funkcí u lidí staršího věku, ba i dokonce u dětí starších 4 let (Rueda, Posner, Rothbart, & Davis-Stober, 2005). Jiné studie však ukazují opak. Takovou studií je např. výzkum Li a kolegů (2008). Výzkumu se zúčastnily dvě věkové skupiny – dospělí lidé (20-30 let) a starší dospělí (70-80 let). Trénink probíhal 45 dní po dobu 15 minut denně. Tréninkový program byl tvořen zrakově-prostorovými *2-back task* (matice 3x3, přičemž prostřední pozice nebyla využívána). V jednodušší verzi bylo úkolem odpovědět ano, pokud se černé kolečko objevilo na stejné pozici, na jaké se objevilo o dva snímky dříve, respektive odpovědět ne, pokud tomu tak nebylo. Ve složitější verzi bylo po prezentování daného umístění černého kolečka úkolem účastníka kolečko pomyslně přesunout o jednu pozici ve směru hodinových ručiček a následně si tuto pozici zapamatovat. Participant odpovídal ano, pokud se nově prezentované kolečko objevilo na shodné pozici, jakou byla zapamatovaná pozice o dva snímky dříve. Testová baterie byla tvořena testy měřícími (1) verbální WM (*verbální číselné n-back task*), (2) zrakově-prostorovou WM (*3-back test a complex span test: operational a rotation span test*<sup>9</sup>) a (3) reakční čas ve verbální i neverbální modalitě. U obou

<sup>8</sup> Autoři vybrali děti, které se nejvýrazněji během tréninku zlepšily. U této skupiny pak sledovali transfer do oblasti inteligence, který v tomto případě (na rozdíl od celkových dat) byl opravdu signifikantní.

<sup>9</sup> Poslední dva jmenované testy autoři považují za vzdálený transfer, jelikož nesdílejí mechanismy trénovaných úloh. Transfer tedy nepojímají ve smyslu vztahu k trénované funkci, ale spíše ve vztahu k povaze testového úkolu.

skupin bylo ukázáno statisticky významné zlepšení v trénovaných úlohách, a dále transfer do oblasti prostorových *3-back task* a verbálních *číselných n-back task*. Blízký transfer byl u obou skupin srovnatelný, nepotvrdilo se tedy očekávání autorů vyplývající ze studia literatury, že schopnost transferu je u starší populace snižena (Dahlin, Neely, Larsson, Bäckman, & Nyberg, 2008, nověji Zinke, Zeintl Eschen, Herzog, & Kliegel, 2011). Tuto diskrepanci mezi zjištěními autoři vysvětlují tím, že jejich trénink byl rozložen do kratších úseků v delším časovém rozmezí. Ukazuje se, že tato varianta je pro podporu mozkové plasticity u starších lidí výhodnější (Spreng, Rossier, & Schenk, 2002). Vzdálenější transfer do oblasti *complex span testů* nebyl nalezen ani u jedné z obou skupin. Dále bylo sledováno uchování nabytých schopností 3 měsíce po tréninku. Výkon obou skupin byl lepší než výkon v původním pretestu, tzn. část nově nabytých schopností byla uchována (u skupiny mladších dospělých ve vyšší míře než u skupiny starších dospělých).

Problematikou tréninku pracovní paměti u starších dospělých se zabývala i studie autorů **Schmiedeka a kolegů (2010)**. Autoři k tréninku využívali další, rovněž relativně rozšířený program s názvem COGITO. Tento program není zaměřen jen na trénink pracovní WM, ale rovněž na trénink dalších funkcí – zejména procesuální rychlosti a epizodické paměti. V uváděné studii byl porovnáván efekt tréninku na skupinu starších dospělých. Participanti byli rozděleni na 4 skupiny – 2 experimentální (mladší dospělí 20-31 let a starší dospělí 65-80 let) a 2 neaktivní kontrolní skupiny (mladší a starší dospělí). Osoby zahrnuté v tréninkových skupinách absolvovaly v průměru 101 sezení (cca 1 hodina tréninku denně). Sezení spočívalo v tréninku pomocí PC v malých skupinách (každý pracoval na jednom PC). Tréninkový program byl tvořen úlohami zaměřenými na epizodickou paměť, osobní tempo a pracovní paměť. Vzhledem k zaměření práce popíšeme pouze úlohy zaměřené na trénink pracovní paměti. Principy ostatních úloh je možné nalézt v původní studii (Schmiedek et al. et al., 2010). První z úloh nese název *alpha span*. Úkolem je zapamatovávat si pořadí prezentovaných písmen a rozhodovat, zda zobrazené číslo koresponduje s pořadím zobrazovaného písmene. Další z úloh je zaměřená na *updating (memory updating numerical)*. Na obrazovce PC jsou simultánně zobrazeny 4 čísla (od 0 do 9). Kromě těchto číslic jsou ve stejnou chvíli zobrazovány rovněž matematické příklady. Úkolem je řešit příklady a současně si zapamatovávat čísla. Poslední z úkolů zaměřených na trénink WM je *prostorový 3-back test*. Pretestová a retestová baterie byla zaměřena na testování WM pomocí blízkých úloh (1): úlohy typu *spatial complex span (animal span test, memory updating spatial test* - úlohy velmi podobné tréninkovým, ovšem se zrakově-prostorovým materiálem), *zrakový 3-back*

*task* (zobrazování čísel) a na testování WM pomocí vzdálených úloh<sup>10</sup> (2): *reading span* (autoři použili verzi, kde jsou prezentovány věty, o kterých je třeba rozhodnout, zda jsou gramaticky správné a dále písmena, jež si je třeba zapamatovat), dále *counting span* (ve využití verzi bylo úkolem počítat zobrazené modré kruhy, zapamatovávat si jejich počet a pozici a činit jednoduchá rozhodnutí) a konečně *rotation span* (v této úloze se zobrazovala klasická a zrcadlově převrácená písmena, úkolem bylo zapamatovávání spolu se současným rozhodováním o orientaci písmena). Dále autoři testovali epizodickou paměť (3): zapamatovávání párových slov (respondent je nejprve seznámen s 30 páry slov. Dále mu je promítnuto vždy první slovo z páru a začáteční písmena druhého slova. Úkolem je druhé slovo z páru doplnit). Kromě těchto testů zadávaných pomocí PC byly rovněž zadávány blíže neurčené testy epizodické paměti a percepční rychlosti metodou tužka papír a dále *Ravenovy progresivní matice pro pokročile*. V oblasti tréninkových úloh WM bylo u obou skupin nalezeno signifikantní zlepšení ve všech úlohách. V oblasti epizodické paměti se pak mladší dospělí zlepšili rovněž ve všech úlohách, zatímco u starších dospělých byla nalezena signifikantní diference u dvou ze tří testů. Transfer do dalších oblastí i do oblastí shodných, ale měřených jinými testy, však přináší výsledky značně nekonzistentní. O signifikantním zlepšení můžeme mluvit zřejmě pouze v oblasti epizodické paměti a to jen u mladších dospělých – zde bylo signifikantní zlepšení nalezeno u 3 ze 4 úloh a u fluidní inteligence u mladších dospělých (2 ze 4 úloh). Celkově tedy byl potvrzen předpoklad vycházející z většiny podobných výzkumů a to, že trénink kognitivních funkcí je díky vyšší míře plasticity snazší v mladším věku (např. Brehmer, Li, Müller, von Oertzen, & Lindenberger, 2007; Shing, Werkle-Bergner, Li, & Lindenberger, 2008).

Naproti tomu **Buschkuehl a kolegové (2008)** našli u tréninku pouze WM u osmdesátiletých lidí i vzdálenější transfer do oblasti dlouhodobé zrakové epizodické paměti (v této studii nebyla epizodická paměť explicitně trénována, proto lze hovořit o vzdálenějším transferu). Výzkum probíhal dvakrát týdně po dobu 13 týdnů 15 minut denně (celkem tedy 26 sezení). Časový rozsah tréninku byl sice kratší, ale oproti předchozímu tréninkovému programu se lišil v jednom zásadním bodě – byl adaptabilní, tzn. složitost úkolu se přizpůsobovala možnostem participantů. Testová baterie zahrnovala testy zaměřené na: (1) verbální WM (*digit span backward/forward*, autoři explicitně zahrnuli získané skóre do jednoho), (2) zrakově-prostorovou WM (PC verze *block span testu*), (3) dlouhodobou bezděčnou zrakovou paměť (*visual free recall* z Computerized Memory Function Testu) a (4)

---

<sup>10</sup> Blízký a vzdálený transfer zde není míněn ve smyslu měření jiné funkce, ale spíše ve smyslu užití podobné/nepodobné úlohy.

dlouhodobou záměrnou verbální paměť (*verbal free recall* – zapamatování si detailů příběhu). Tréninkový program byl tvořen jádrovým tréninkem pracovní paměti (WM) a tréninkem reakčních časů (RT). Každé tréninkové sezení bylo tvořeno několika částmi – aktivace, WM úlohy a RT úlohy. V oblasti WM úloh byly střídány následující úkoly:

- 1) WM test 1: Presentovány byly různě barevné čtverce. Úkolem bylo zapamatovat si je a při následném zobrazení všech čtverců simultánně označit kliknutím myši pořadí, ve kterém byly prezentovány.
- 2) WM test 2: Participantovi byly prezentovány fotografie 2 zvířat (kočka a pes). Po každém zobrazení bylo třeba rozhodnout, zda byla fotografie otočená o 180°, či nikoli. Následně bylo úkolem zopakovat pořadí prezentovaných zvířat.
- 3) WM test 3: Adaptabilní verze WM test 2. Počet zvířat varioval od dvou do 8.

Statisticky významné zlepšení bylo nalezeno v testu měřícím zrakově-prostorovou pracovní paměť (blízký transfer) i v oblasti měřící dlouhodobou bezděčnou zrakovou paměť (vzdálený transfer). U kontrolní skupiny se žádná významná zlepšení neprokázala.

Ještě nadějnější výsledky u starších dospělých přináší program verbální WM (**Borella, Carretti, Riboldi, & De Beni, 2010**). Borella a kolegyně (2008) navrhly adaptabilní verzi programu verbální WM, stavící na principech *categorization working memory span test* používaného k měření verbální WM. Tento span je podobný testu *listening span*, ale pracuje namísto se souborem vět se souborem slov. Soubor slov je rozdělen na pětice a tyto jsou pak uspořádány do setů různé délky (od 2 do 6 pětic). Jedná se o běžně užívaná slova, z nichž 28% tvoří názvy zvířat (v každé pětici je obsaženo 0 - 2 názvů zvířat). Úkolem participanta je poslouchat jednotlivé pětice slov a klepnout prstem do stolu, vždy když uslyší název zvířete. Po prezentaci dvou pětic musí participant zopakovat poslední slovo z obou pětic. Obtížnost úkolu je zvyšována přidáváním pětic (a tím i počtu potřebných slov k vybavení). V tréninkové verzi programu je obtížnost zvyšována a snižována na základě schopností participanta. Občasné je také obměňována pozice slova, které je třeba si zapamatovat (úkolem např. není zapamatovat si poslední ale první slovo, nebo slovo, jež následuje po zvukovém signálu – tyto obměny autorky zavedly z důvodu zvýšení motivace participantů). Ve zmiňované studii autorky pracovaly se skupinou 20 starších dospělých (65-75 let). Polovina osob tvořila kontrolní skupinu, druhá polovina byla skupinou experimentální. Trénink zahrnoval pouhých 3 sezení po 60 minutách. Na rozdíl od všech předchozích studií se nejednalo o trénink počítačový a trénink probíhal individuálně. Nedošlo tedy ke kontaktu člověk – PC, ale

člověk – člověk. Tento fakt sám o sobě měl vliv na motivaci starších participantů. Testová baterie zahrnovala (1) test verbální pracovní paměti (trénovaný *categorization working memory span test*), (2) test zrakově-prostorové WM (*dot matrix complex* – úkolem je zapamatovat si pořadí prezentovaných prostorových stimulů a v mezičasech rozhodovat o prostorovém vztahu mezi stimuly), (3) test STM (*digit span* obě verze – zde autorky používají jinak než výše uvedené studie), (4) test fluidní inteligence (*Cattell test*), (5) inhibice (*Stroopův test*) a (6) procesuální rychlost (*pattern comparison test*). Signifikantně významné zlepšení bylo nalezeno ve všech sledovaných oblastech s výjimkou procesuální rychlosti.

### 3.2.2. KOMPARACE VYUŽÍVANÝCH DIAGNOSTICKÝCH NÁSTROJŮ

Pokud je naším cílem srovnávat jednotlivé studie z hlediska blízkého či vzdáleného transferu, bude potřeba nejprve určit, který typ transferu budeme zahrnovat do té či oné kategorie. Abychom vůbec mohli hovořit o zlepšení nějaké dovednosti, bude nejprve potřeba určit skupiny testů, které budeme považovat za relevantní ukazatele dané schopnosti. Z předchozího textu vyplynulo, že autoři se snaží většinou měřit následující funkce: pracovní paměť (WM, zraková/sluchová), krátkodobá paměť (STM, zraková/sluchová), inteligenci, pozornost a případně školní dovednosti. Vzhledem k tomu, že se všechny výše uvedené studie zaměřují na trénink paměti, alespoň některý typ paměťových testů se objevuje v každé z nich. V psychologické literatuře, ani ve zmiňovaných studiích, však neexistuje shoda v tom, které testy jsou vhodné k měření různých typů paměťových funkcí. Tento fakt souvisí s tím, že nepanuje ani obecná shoda v tom, co vlastně WM je.

Aby tedy srovnání bylo možné, bude třeba stanovit testové nástroje, které budeme dále považovat pro danou funkci za relevantní. WM jsme výše definovali jako systém umožňující aktivní uchování informace v mysli i její vybavení za účelem vyřešení problému a navzdory interferenci, která udržení informace komplikuje (Páchová, 2012a). Ukázali jsme také na překryvy konceptu WM se STM (uchování), s pamětí dlouhodobou (LTM) (vybavení) a s exekutivními funkcemi (updating, exekutivní pozornost). Úkoly vyžadující pouze fonologické či zrakové zopakování bez dalších úkolů či interferencí budeme tedy považovat za testy měřící STM, naopak ty testy, u nichž je současně přítomná interference budeme považovat za testy WM. Většinou se jedná o takové testy, u nichž je třeba kromě zapamatování řešit nějaký další úkol nebo spolu se zapamatováním provádět s tímto materiálem nějakou operaci. Testy, které měří STM, jsou většinou řazeny do kategorie *simple span testů*, testy WM jsou pak často nazývány *complex span testy* (např. Engle &

Oransky, 1999). Příkladem verbální podoby *simple span testu* je opakování řady čísel ve shodném pořadí (*digit forward span*), příkladem zrakové podoby *simple span testu* je opakování prostorového uspořádání tvarů v matici (*visuo-spatial span test*). Naopak *complex span test* jsou vlastně jednoduché *spany* s nějakým přidaným úkolem. Může to být například řešení příkladů se společným zapamatováním řady čísel (*operation span*), nebo určování symetrie spolu se zapamatováním zrakové informace (*symmetry span*). Z uvedeného je patrné, že takovýchto různých *spanů* a jejich kombinací může být nepřehledné množství a asi by bylo bezpředmětné se jimi dále zabývat. Spíše se zaměříme na ty, které využívají námi sledované studie. Největší potíž je a bude s klasifikací úkolů, které spadají mezi obě zmíněné kategorie. Je jím např. opakování čísel v opačném pořadí (*digit backward span*), kde panují největší neshody. Někteří autoři tento hojně využívaný test řadí mezi *simple span* a spolu s opakováním čísel popředu ho považují za ukazatel STM (např. Borella, 2010). Naopak jiní autoři ho používají k měření WM (např. Klingberg, 2002). Vzhledem k tomu, jakým způsobem jsme definovali rozdíl mezi STM a WM, se budeme přiklánět k druhému pojetí. Nutnost otočení pořadí čísel v mysli považujeme za druh interference a tudíž tento úkol splňuje podmínky pro zařazení mezi testy měřící WM.

Kromě testů typu *complex span* existují ještě jiné typy úkolů, které bývají využívány k měření WM. Nejrozšířenější jsou úlohy typu *n-back task* (Kirchner, 1958) a úlohy typu *running memory span* (Pollack, Johnson, & Knaff, 1959). Úkoly typu *n-back task* byly popsány detailně výše při zmínce o studii Jaeggi a kolegů (2008). Opět jde o to, že spolu se zapamatováním je třeba zároveň řešit mentální operaci – tou je neustálá aktualizace obsahu WM. Úkolem při *running span testu* je po prezentaci všech stimulů vybavit si určitý počet (*n*) posledních stimulů. Obdobně jako při úlohách *n-back tasku* je třeba neustále aktualizovat obsah WM, jelikož participant neví, kdy skončí prezentace stimulů.

Situace s dělením transferu na blízký a vzdálený (někteří autoři nabízejí i několik stupňů) je po prozkoumání situace větším problémem, nežli by se na první pohled mohlo zdát. Někteří autoři, zvláště autoři meta-analýz, kteří přistupují k výzkumu více kriticky (např. Shipstead et al., 2012), považují za blízký transfer úlohy měřící jinou, ale příbuznou funkci (např. trénink zrakové WM vedoucí ke zlepšení v sluchové WM). Jiní autoři (např. Klingberg a kolegové ve svých studiích) považují za blízký transfer zlepšení v netrénovaných úlohách měřících stejnou funkci. Někteří autoři (např. Schmiedek et al., 2010) pak přistupují k problematice z jiného úhlu a blízkostí/vzdáleností míní spíše příbuznost úkolu, nežli měření stejné funkce (např. trénink pomocí *n-back task* a zlepšení výkonu v *complex spanu* je považováno za vzdálený transfer, přestože je měřena stejná funkce – WM, úlohy si však

nejsou podobné). Pokud bychom srovnávali pouze studie, které využívají trénink orientovaný na jednu funkci, např. na trénování zrakové WM, pak by bylo vhodné explicitně trénovanou funkci měřenou pouze jinými testy považovat za příklad blízkého transferu. Obdobně pak testy měřící příbuzné funkce (např. krátkodobou paměť) by bylo možné považovat za příklad vzdálenějšího transferu a testy měřící vyšší poznávací procesy za příklad vzdáleného transferu. Mnoho studií však není striktně zaměřeno na jednomodalitní trénink jedné funkce, proto toto dělení nelze uskutečnit. Budeme tedy nuceni zůstat pouze u dvojího dělení, kdy budeme všechny testy WM a STM považovat za ukazatele blízkého transferu, zatímco testy vyšších poznávacích procesů za ukazatele vzdáleného transferu.

V následující tabulce (tab. 2) jsou znázorněny testy, které jsou v jednotlivých studiích užity pro měření vybraných funkcí. Ne ve všech bylo explicitně uvedeno, jaká funkce je daným testem sledována, za takových podmínek jsme byli nuceni jeho zařazení odhadnout.

Tab. 2: Přehled testů užívaných ve vybraných studiích

Studie	vWM	aWM	vSTM	aSTM	Inhibice	IQ	epizodická paměť
Klingberg et al., 2002 ex1	visual span (S)				Stroop test	Raven	
	span board (S/C)						
Klingberg et al., 2002 ex2	visual span (S)				Stroop test	Raven	
	span board (S/C)						
Klingberg et al., 2005	visual span (S)	digit span			Stroop test	Raven (?)	
	span board (S/C)						
Thorell et al., 2009	span board (S/C)	digit span		word span	Stroop test	kostky z WPPSI-R	
					go/no go (ch)		
Nutley et al., 2011	odd one out		visual span (S)	word span		Raven kostky z WPPSI-R	
Holmes et al., 2009a	Mr X	digit span (B)	dot matrix	digit span (F)		WASI	
	spatial span (C)	listening span	block span	word recall			
	odd one out	counting span	mazes memory	nonword recall			
Holmes et al., 2009b	Mr X	digit recall (B)	dot matrix	digit recall (F)		WASI	
Holmes et al., 2009b	spatial span (C)	listening span	block span	word recall			
	odd one out	counting span	mazes memory	nonword recall			
Loosli et al., 2012						TONI	

<b>Jaeggi et al., 2008</b>	digit span	reading span				<b>BOMAT</b>	
<b>Chooi, Thompson, 2012</b>	operational span					Raven	
<b>Jaeggi et al., 2011</b>						TONI	
						Raven	
<b>Li et al., 2008 exp 1</b>	<b>3-back task</b>	n-back task (v)					
	operational span						
	rotation span						
<b>Li et al., 2008 exp2</b>	<b>3-back task</b>	n-back task (v)					
	operational span						
	rotation span test						
<b>Schmiedek et al., 2010 ex1</b>	animal span test (C)	reading span				verbal	verbal
	<b>3-back task</b>					<b>numerical</b>	Numerical
	counting span					<b>spatial</b>	spatial
	rotation span					Raven	word pairs
<b>Schmiedek et al., 2010 ex2</b>	<b>animal span test (C)</b>	reading span				verbal	verbal
	3-back task					numerical	Numerical
	counting span					spatial	spatial
	<b>rotation span</b>					Raven	<b>word pairs</b>
<b>Buschkuhl et al., 2008</b>	<b>block span (S/C)</b>	digit span (B/F)					<b>visual free recall</b>
							auditory free recall
<b>Borella et al. 2010</b>	<b>dot matrix</b>			<b>digit span (F)</b>	<b>Stroop test</b>	Catell	

vWM – zraková pracovní paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, vSTM – zraková krátkodobá paměť, aSTM – sluchová krátkodobá paměť, S-simple span, C-complex span, cpt-continuous performance test, vn-vynechávky, ch-chyby, B-backward (v opačném pořadí), F-forward (ve stejném pořadí), Raven – pokud uvedeno u dětí, jedná se o Ravenovy progresivní matice - barevné, pokud u dospělých, jedná se o Ravenovy progresivní matice pro pokročilé, BOMAT – Bochumer Matrizen Test, TONI - Test neverbální inteligence, v-zrakový, WASI – zkrácená verze Wechslerova inteligenčního testu pro děti, WPPSI-R - Wechslerův inteligenční test pro mladší děti.

Pozn.: Tučně jsou označeny ty testy, u kterých bylo u experimentální skupiny nalezeno díky tréninku signifikantní zlepšení

Z tabulky vyplývá, že prakticky všechny studie se zaměřily na testování zrakové WM. Je to dáno především tím, že většina studií je zaměřena právě na trénink této funkce. Nejkomplexněji pojaté testování paměti je obsažené v obou studiích Joni Holmes (2009,



2010). Na základě komparace výše stanovených podmínek pro měření jednotlivých funkcí s ukazateli v tabulce lze poukázat zejména na nekonzistentnost používání číselných řad (*forward digit span*, *backward digit span*). Pochopitelně se všichni shodují na tom, že oba testy měří verbální paměťové funkce. V některých studiích jsou ale používány odděleně k měření WM (*backward*) respektive STM (*forward*) (Holmes et al., 2009, 2010), zatímco v jiných studiích jsou užity k měření pouze STM (Borella et al., 2010), respektive k měření WM (Klingberg et al., 2005; Thorell et al., 2009). Potíž je v tom, že autoři většinou nenabízejí skóry odděleně. V následující analýze budou tedy tyto neoddělené *digit spany* řazeny mezi testy měřící verbální STM. V případě oddělených skóre bude skóre *backward digit spanu* řazen mezi testy měřící WM a skóre *digit forward spanu* mezi testy STM. Podobná potíž je i s testem *complex span board* (opakování sekvence prostorově umístěných tvarů v opačném pořadí) a s testem *simple span board* (opakování prostorového uspořádání ve stejném pořadí) – obě části daného testu jsou uváděny pod jedním skórem. Dále tedy s těmito skóry bude pracováno jako se skóry zrakové STM. Kromě toho nelze souhlasit se řazením *simple visual WM span* (jedná se prakticky o počítačovou verzi *simple span board*) ve studiích Klingberga a kolegů mezi testy měřící zrakovou WM. Z výše uvedených důvodů budou tyto výsledky zahrnovány mezi testy měřící zrakovou STM.

Většina studií také vzhledem k předpokládanému vzdálenému transferu do testové baterie zahrnula inteligenční test. S výjimkou WASI se vždy jednalo o test neverbální (nejčastěji některá z verzí Ravenových progresivních matic).

V následující tabulce (tab. 3) jsou tedy uvedeny testy, které považujeme pro další analýzu jako relevantní nástroje pro měření daných funkcí.

Tab. 3: Seznam relevantních nástrojů sledovaných funkcí

<b>vWM</b>	<b>aWM</b>	<b>vSTM</b>	<b>aSTM</b>	<b>IQ</b>
animal span (C)	counting recall	block span (S)	digit span (F)	BOMAT
block span (C)	digit span (B)	dot matrix (S)	nonword recall	kostky z WPPSI-R
counting span	listening span	mazes memory	word recall	Raven
dot matrix (C)	reading span	visual span (S)	word span	TONI
Mr X	n-back task (a)			WASI
n-back task (v)				
odd one out				
operational span				
rotation span				
spatial span (C)				

vWM – zraková pracovní paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, vSTM – zraková krátkodobá paměť, aSTM – sluchová krátkodobá paměť, C-complex, S-simple, B-backward, F- forward, v-zrakový, a-sluchový, WASI – zkrácená verze Wechslerova inteligenčního testu pro děti, WPPSI-R - Wechslerův inteligenční test pro mladší děti, BOMAT – Bochumer Matrizen Test, TONI - Test neverbální inteligence, Raven (jedna ze tří verzí).

### 3.2.3. VYBRANÉ CHARAKTERISTIKY JEDNOTLIVÝCH STUDIÍ

Než bude načrtnuto hodnocení efektivity jednotlivých studií, uvedeme souhrnnou tabulku všech studií zahrnutých do analýzy (tab. 4) Jedná se o 14 studií, ve kterých jsou popsány výsledky celkem 17 experimentálních skupin.

Tab. 4: Přehled sledovaných studií a vybrané charakteristiky

Studie	Program	Tréninkové úlohy	PS	DS	čas	Věk	Diag	PES	KS
<b>Klingberg et al., 2002 ex1</b>	pre – Cogmed	vWM,aWM,vSTM, inh	27	25	675	ŠD (7-15 let)	ADHD	7	pasivní
<b>Klingberg et al., 2002 ex2</b>	pre - Cogmed	vWM,aWM,vSTM, inh	27	25	675	D (20-29 let)	x	4	ne
<b>Klingberg et al., 2005</b>	Cogmed	vWM/STM, vSTM/aSTM	25	40	1000	ŠD (7-15 let)	ADHD	22	aktivní
<b>Thorell et al., 2009</b>	Cogmed	vWM/STM	25	15	375	PD (4-5 let)	x	17	aktivní
<b>BergmanNutley et al., 2011</b>	Cogmed	vWM/STM	25	15	375	PD (4 roky)	x	24	aktivní
<b>Holmes et al., 2010</b>	Cogmed	vWM/STM, vSTM/aSTM	23	40	920	ŠD (8-11 let)	ADHD	25	aktivní
<b>Holmes et al., 2009</b>	Cogmed	vWM/STM, vSTM/aSTM	20	35	700	ŠD (8-11 let)	LWM	22	aktivní
<b>Loosli et al., 2012</b>	complex span (v)	vWM	10	12	120	ŠD (9-10 let)	x	20	pasivní
<b>Jaeggi et al., 2008</b>	dual n-back task	v+aWM	19	25	475	D (19-25 let)	x	35	pasivní
<b>Chooi et al., 2012</b>	dual n-back task	v+aWM	20	25	500	D (20 let)	x	21	aktivní
<b>Jaeggi et al., 2011</b>	n-back task	vWM	15	15	225	ŠD (8-11 let)	x	32	aktivní
<b>Li et al., 2008 ex1</b>	2-back task (nea)	vWM	45	15	675	D(20-30 let)	x	19	ne
<b>Li et al., 2008 ex2</b>	2-back task (nea)	vWM	45	15	675	ST(70-80 let)	x	21	ne
<b>Schmiedek et al., 2010 ex1</b>	Cogito	WM, LTM	100	60	6000	D (20-31 let)	x	101	pasivní
<b>Schmiedek et al., 2010 ex2</b>	Cogito	WM, LTM	100	60	6000	ST (65-80 let)	x	103	pasivní
<b>Buschkuehl et al., 2008</b>	complex span (v)	vWM	26	15	390	SD(80 let)	x	32	aktivní
<b>Borella et al. 2010</b>	complex span (a)	aWM	3	60	180	SD (65-75 let)	x	20	aktivní

PS – počet sezení, DS – délka sezení (min), čas – celkový čas strávený tréninkem (min), vWM – zraková pracovní paměť, aWM – verbální pracovní paměť, vSTM – zraková krátkodobá paměť, aSTM – verbální krátkodobá paměť, inh – inhibice, v-zrakový, a-verbální, nea-neadaptabilní, LTM – dlouhodobá paměť, LWM – nízká kapacita pracovní paměti, ŠD – školní děti, PD-předškolní děti, D – dospělí, ST – starší dospělí, PES – počet osob v experimentální skupině, KS – kontrolní skupina.

Z tabulky lze vysledovat několik charakteristik, ve kterých se zmiňované výzkumy liší. První oblastí jsou zvolené tréninkové programy určené k rozvoji dílčích kognitivních funkcí. Až na jednu výjimku (Li et al., 2008) jsou všechny tyto kognitivní programy adaptabilní – tzn. tréninková úroveň se přizpůsobuje aktuálním možnostem řešitele.

Z tabulky je patrné, že ve většině studií byl využit k paměťovému tréninku výše popsany program Cogmed. Většina studií se zaměřila na trénink obou modalit paměti (Klingberg et al., 2002; Holmes et al., 2009; Holmes et al., 2010; Jaeggi et al., 2008), některé studie však staví tréninkový program pouze na cvičení zrakové WM (Klingberg et al., 2005;

Thorell et al., 2009; Bergman Nutley et al., 2011 – jedna ze skupin; Li et al., 2008; Loosli et al. 2011) či na tréninku sluchové WM (Borella et al., 2010). Ve všech studiích je explicitně uvedeno, že jimi používaný trénink je tréninkem WM (zrakové, verbální, případně obou). Některé programy (většinou stavící na paradigmatu Cogmed) užívají rovněž úkoly zaměřující STM (tak, jak jsme ji výše definovali). Tato diskrepance vychází zřejmě z odlišností v pojetí konceptu WM a STM.

Celkově jsou využívány zejména tři typy úkolů. Prvním typem jsou úkoly založené na principu zrakově-prostorových matic – zasahující povětšinou zrakovou STM či WM (Cogmed). Druhým typem jsou úkoly opírající se o princip *n-back task*, respektive *dual n-back task*<sup>11</sup>. Konečně třetím typem jsou úkoly stavící na principu testu *complex span* (např. program *animal span test* používaný ve studii Loosli et al., 2012, nebo program užitý ve studii Borella et al., 2010).

Ve většině studií byl k tréninku využit počítač, výjimkou je studie Borella a kolegů (2010). Celkem dvě studie byly zaměřeny na trénink předškolních dětí, 6 experimentů bylo provedeno s dětmi školního věku, v 5 studiích bylo pracováno s mladšími dospělými jedinci a 4 experimentální skupiny byly tvořeny staršími dospělými. Většina studií pracovala s intaktními osobami, některé studie však byly zaměřeny na klinicky specifické skupiny. Nejčastěji se jednalo o děti s ADHD (Klingberg et al., 2002, 2005, Holmes et al., 2010), případně o děti s nižší kapacitou WM (Holmes et al., 2009).

Parametr, ve kterém panovala mezi studii značná variabilita, je počet sezení a celkový čas strávený tréninkem. Délka tréninku se pohybovala v součtu od 120 až do 6000 minut, při počtu sezení od 8 do 100.

#### 3.2.4. EFEKTIVITA TRÉNINKU PRACOVNÍ PAMĚTI A SOUVISEJÍCÍ PROMĚNNÉ

V následující tabulce (tab. 5) určené k ověření efektivity jednotlivých programů budou uvedeny oblasti blízkého a vzdáleného transferu, které analyzované studie sledovaly. Pokud byl transfer prokázán, je funkce označena symbolem „√“, pokud nikoli, je uveden „X“. V případě, že funkce nebyla ve studii sledována, je políčko prázdné. Pokud byla jedna funkce měřena více testy, tak k tomu, aby byla označena symbolem „√“ bylo potřeba, aby došlo k signifikantnímu zlepšení alespoň u 50% testů, jimiž byla daná funkce měřena.

---

<sup>11</sup> Trénink probíhá současně v obou modalitách.

Tab.5: Prokázání transferu do sledovaných oblastí u vybraných studií

Studie	program	Čas	vM	aWM	vSTM	aSTM	IQ
Klingberg et al., 2002 ex1	pre – Cogmed	675			√		√
Klingberg et al., 2002 ex2	pre – Cogmed	675			√		√
Klingberg et al., 2005	Cogmed	1000			√		√
Thorell et al., 2009	Cogmed	375			√	√	x
Bergman Nutley et al., 2011	Cogmed	375	√		√	√	x
Holmes et al., 2010	Cogmed	920	√	√	√	√	x
Holmes et al., 2009	Cogmed	700	√	√	√	√	x
Loosli et al., 2012	complex span (v)	120					x
Jaeggi et al., 2008	dual n-back task	475		x	x		√
Chooi, Thompson, 2012	dual n-back task	500	x				x
Jaeggi et al., 2011	n-back task	225					x
Li et al., 2008 ex1	2-back task (nea)	675	x	√			
Li et al., 2008 ex2	2-back task (nea)	675	x	√			
Schmiedek et al., 2010 ex1	Cogito	6000	x				√
Schmiedek et al., 2010 ex2	Cogito	6000	x				x
Buschkuehl et al., 2008	complex span (v)	390			√	x	
Borella et al. 2010	complex span (a)	180	√	√		√	√

vWM – zraková pracovní paměť, aWM – verbální pracovní paměť, vSTM – zraková krátkodobá paměť, aSTM – verbální krátkodobá paměť, v-zrakový, a-verbální, nea-neadaptabilní, čas-celkový čas uváděný v minutách

Z tabulky vyplývá, že téměř všechny z prezentovaných studií dokazují blízký transfer do některé z netrénovaných paměťových oblastí, respektive do shodných oblastí, měřených jinými testy. S transferem do oblasti inteligence je situace komplikovanější – v některých studiích je potvrzen (Klingberg et al., 2002, 2005; Jaeggi et al., 2008; Borella et al. 2010; Schmiedek et al., 2010), v jiných naopak (Thorell et al., 2009; Bergman Nutely et al., 2011; Holmes et al., 2009; Holmes et al., 2011; Loosli et al. 2011). Autoři tento transfer předpokládají, respektive vysvětlují zejména pomocí výsledků neuropsychologických studií, které ukazují, že mozkové oblasti zodpovídající za pracovní paměť se překrývají s oblastmi aktivovanými při řešení úloh IQ testů (Ackerman et al., 2005; Conway et al., 2003; Olesen et al., 2004).

Je tedy možné rozvíjet WM pomocí jádrového tréninku? Předcházející analýza a v podstatě ani profesionálněji zpracované meta-analýzy nenabízejí jednoznačnou odpověď. Statistickou metodou, která je v současnosti nejvíce doporučovaná k zjišťování efektu tréninku podobných studií, je veličina effect size. Effect size, neboli věcná významnost, je deskriptivní statistika, která může být mimo jiné použita k lepšímu pochopení tréninkových zisků mezi pretestem a retestem. Nejčastěji je vyjadřována pomocí veličiny Cohenovo d (Cohen, 1988). Možností, jak danou hodnotu získat je několik, proto by srovnání hodnot nabízených studiemi bylo velmi nepřesné. Rozhodli jsme se tedy tyto hodnoty znovu a stejnou metodou spočítat z dat uvedených ve studiích (pokud byly dostupné). Zvolili jsme

jednu z jednodušších metod počítání hodnoty  $d$ , tedy  $d = (M2-M1)/SD$ , kde  $M2$  představuje aritmetický průměr retestových hodnot experimentální skupiny,  $M1$  aritmetický průměr pretestových hodnot experimentální skupiny a  $SD$  směrodatnou odchylku pretestových hodnot kontrolní skupiny. Získané výsledky jsou uvedeny v následující tabulce (tab. 6). Pokud byla daná funkce v konkrétní studii měřena více nežli jedním testem, je uváděné  $d$  aritmetickým průměrem všech zjištěných „dílků“  $d$ . Pokud je políčko v tabulce prázdné, daná funkce nebyla měřena, respektive ji z uvedených dat nebylo možné spočítat. Uváděny jsou jen ty studie, u nichž bylo možné spočítat alespoň jednu hodnotu effect size.

Tab. 6: Cohenovo  $d$  počítané pro jednotlivé sledované oblasti u vybraných studií

Studie	program	Čas	vWM	aWM	vSTM	aSTM	IQ
Klingberg et al., 2005	Cogmed	1000			1,09	0,53	0,54
Thorell et al., 2009	Cogmed	375			1,20	1,33	0,58
Bergman Nutley et al., 2011	Cogmed	375	1,40			0,53	0,44
Holmes et al., 2010	Cogmed	920	0,62	0,48	1,41	1,02	0,22
Holmes et al., 2009	Cogmed	700	1,02	1,88	1,82	0,86	0,22
Loosli et al., 2012	complex span (v)	120					0,30
Jaeggi et al., 2008	dual n-back task	475		-0,07			0,40
Chooi, Thompson, 2012	dual n-back task	500	0,08				-0,04
Jaeggi et al., 2011	n-back test	225					0,31
Schmiedek et al., 2010 ex1	Cogito	6000	0,11	0,10			0,54
Schmiedek et al., 2010 ex2	Cogito	6000	0,12	0,42			0,33
Buschkuhl et al., 2008	complex span (v)	390			1,71	-0,02	
Borella et al. 2010	complex span (a)	180	1,42	1,49	1,22		1,45
<b>Průměr</b>			<b>0,68</b>	<b>0,72</b>	<b>1,41</b>	<b>0,71</b>	<b>0,44</b>

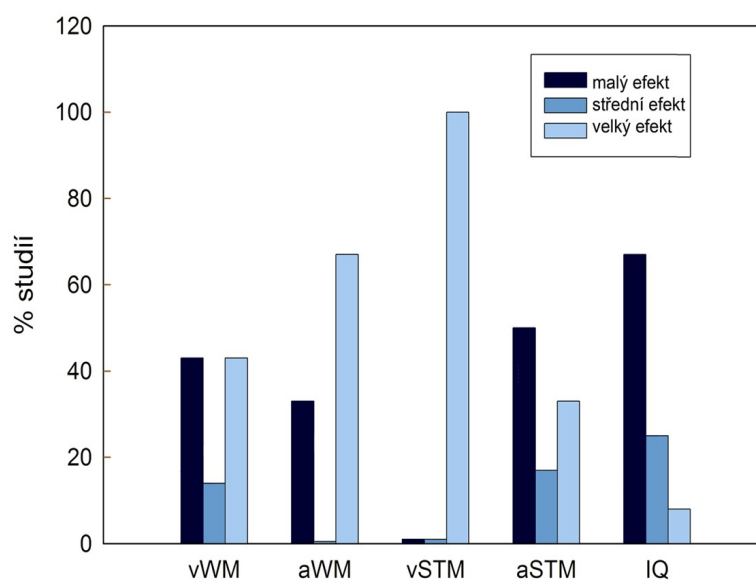
vWM – zraková pracovní paměť, aWM – verbální pracovní paměť, vSTM – zraková krátkodobá paměť, aSTM – verbální krátkodobá paměť, v-zrakový, a-verbální, čas-celkový čas uváděný v minutách

Z tabulky je patrné, že hodnoty effect size u jednotlivých funkcí se od sebe velmi liší. Obecně jsou hodnoty  $d$  hodnoceny takto:  $d \geq 0,80 \rightarrow$  velký efekt,  $d = 0,50 - 0,80 \rightarrow$  střední efekt a  $d = 0,20 - 0,50 \rightarrow$  malý efekt (Cohen, 1988; Sheskin, 2007)<sup>12</sup>. Z uvedeného vyplývá, že u téměř všech funkcí (výjimkou je zraková STM) jsou zastoupeny hodnoty  $d$  všech zmíněných velikostí. Vysvětlit tuto diskrepanci není snadné a její souvislost je zřejmě nutné hledat v různých faktorech - od typu tréninku, po celkový tréninkový čas až po skupinu trénujících osob. Abychom mohli činit nějaké závěry, museli bychom mít k dispozici dostatečné množství studií v jednotlivých věkových kategoriích, které užívají stejné tréninkové paradigma. Takové zastoupení analyzovaných studií nemáme a v podstatě ani mít

<sup>12</sup> Výhodnější je samozřejmě srovnávat effect size kontrolní a experimentální skupiny. Vzhledem k tomu, že ne všechny studie kontrolní skupinu obsahují a pokud ano, pak se tyto skupiny liší svým aktivním-neaktivním zapojením do experimentu, omezíme se pouze na srovnání s obecně předpokládatelnými hodnotami efektu ( $d \geq 0,80 \rightarrow$  velký efekt,  $d = 0,50 - 0,80 \rightarrow$  střední efekt a  $d = 0,20 - 0,50 \rightarrow$  malý efekt (Cohen, 1988; Sheskin, 2007).

nemůžeme, jelikož existuje vždy jen několik studií se stejným designem. Pojďme se tedy alespoň podívat na to, zda přece jen nelze nalézt v hodnotách d určité tendence. Pokud bychom se podívali na aritmetické průměry všech získaných hodnot u jednotlivých funkcí, je situace následující: u zrakové STM byl nalezen průměrně velký efekt tréninku, u zbývajících paměťových funkcí střední efekt a u vzdáleného transferu, tedy u inteligence, efekt malý. Zkusme se ještě podívat na zastoupení malého, velkého a středního efektu u všech funkcí. Shrnující výsledky jsou zaznamenány v následujícím grafu (obr. 6)

Obr. 6: Procentuální zastoupení malého, středního a velkého efektu tréninku ve vybraných studiích u sledovaných charakteristik.



vWM – zraková pracovní paměť, aWM – verbální pracovní paměť, vSTM – zraková krátkodobá paměť, aSTM – verbální krátkodobá paměť.

V grafu jsou zaznamenány v procentech počty studií, u nichž byl nalezen u dané funkce (vWM, aWM, vSTM, aSTM a IQ) malý, střední či velký efekt tréninku. Jednoznačný pozitivní efekt tréninku byl potvrzen v případě krátkodobé zrakové paměti, kde ve 100% analyzovaných studií byl zaznamenán velký efekt. Nadějně výsledky jsou patrné i u ostatních paměťových funkcí, kdy více než 50% studií našlo velký či alespoň střední tréninkový efekt. Nejméně přesvědčivé výsledky přináší komparace efektů tréninku, které byly nalezeny u vzdáleného transferu do oblasti inteligence. V 67% případů nebyl nalezen velký ani střední tréninkový efekt. Můžeme tedy říci, že efekt tréninku pracovní paměti na blízké transferové úkoly byl prokázán, výsledky v oblasti vzdáleného transferu však nejsou zdaleka tak

přesvědčivé, jak by se mohlo na základě titulů jednotlivých článků zdát. Pozitivní však je, že jsou naznačeny cesty, jakými by se trénink kognitivních funkcí mohl či měl ubírat. Otázka možností tréninku vyšších poznávacích funkcí pomocí dílčích funkcí však ještě zdaleka není (a zřejmě ještě dlouho nebude) uzavřenou kapitolou.

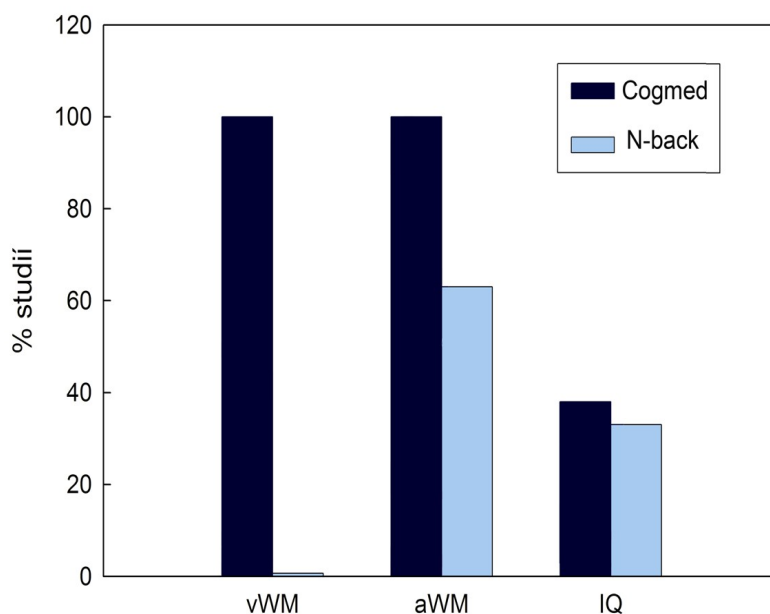
Při klinickém vyšetření se v současné době často zmiňuje pojem ekologická validita (např. Preiss & Kučerová, 2006). Ekologická validita testu je sycena jeho schopností predikovat fungování vyšetřované osoby v běžném životě. Vztaženo ke kognitivnímu tréninku by pak ekologická validita mohla být zvažována ve smyslu využití tréninkových benefitů v běžném životě. Jak je však patrné z přehledu studií, tento způsob uvažování je zatím spíše ojedinělý (výjimkou je např. studie Klingberg et al., 2002, kdy bylo součástí vyšetření měření motorického neklidu, nebo vyšetření matematických schopností ve studii Holmes et al., 2009).

Vraťme se nyní ještě na chvíli k charakteristikám jednotlivých tréninkových programů a pokusme se zjistit, zda některá proměnná nesouvisí s transferem více, nežli proměnné jiné. Výše bylo uvedeno, že bodem, ve kterém se jednotlivé studie mezi sebou nejvíce lišily, byl celkový čas strávený tréninkem. Někteří autoři zastávají názor, že rozsah zlepšení je přímo úměrný době tréninku. Např. Jaeggi a kolegové (2008) ukázali, že čím déle participanti trénovali WM, tím lepších výsledků v transferových úlohách dosáhli. Takováto souvislost však z dat analyzovaných studií není příliš patrná. Paradoxně nejlepších výsledků v oblasti transferu do oblasti inteligence dosáhla studie s druhou nejkratší délkou programu (Borella et al., 2010). Naopak bezkonkurenčně nejdelší tréninkový program (Schmiedek et al., 2010) uspěl jen částečně. Pokud bychom ale srovnávali pouze studie jednotlivých výzkumných skupin, určitá souvislost se nabízí. Klingbergova skupina uspěla v nalezení vzdáleného transferu do oblasti inteligence ve studiích s celkovou délkou tréninku 675-1000 minut (Klingberg et al., 2002, 2005), výsledky ale nezopakovala s kratšími tréninkovými časy (375 min, Thorell et al., 2009; Bergman Nutley, 2011). Podobně Jaeggi v delších trénincích (kolem 350 min) našla transfer do oblasti inteligence (Jaeggi, 2008), ale v kratších trénincích již neuspěla (120-225 min).

Další diference mezi skupinami spočívala ve využití různých tréninkových úkolů. Pokud se zaměříme pouze na dvě nejrozšířenější paradigmata – tedy úlohy *typu n-back task* a úlohy *typu paměťových matic* (ty však nestojí v žádné studii samy o sobě), nelze učinit žádný jednoznačný závěr. Následující graf (obr. 7) ukazuje v procentech počty studií (užívající *n-back task*, respektive Cogmed), které prokázaly transfer do jmenovaných funkcí.



Obr. 7: Procentuální zastoupení studií jednotlivých typů, které prokázaly transferová zlepšení



vWM – zraková pracovní paměť, aWM – verbální pracovní paměť

Zmiňována je pouze oblast WM a inteligence, jelikož oblast STM byla sledována jen v jedné studii využívající paradigmatu *n-back task*. Z grafu vyplývá, že ve srovnání si o něco lépe vede Cogmed a to především proto, že trénink pomocí úloh typu *n-back task* překvapivě prakticky nikdy nezpůsobil zlepšení v oblasti zrakové WM. V oblasti efektu do vzdálenějších funkcí se nezdá být v efektivitě mezi tréninkovými paradigmaty výraznější rozdíl.

Studie se také lišily skupinami osob, se kterými byl trénink prováděn. Za jedno dělicí kritérium je možné považovat věkovou kategorii, druhým pak je přítomnost klinické diagnózy. V souvislosti s věkem se často hovoří o tom, že plasticita mozkových oblastí (a tím i efekt tréninku) se s narůstajícím věkem snižuje (např. Brehmer et al. 2007; Shing et al., 2008). Někteří autoři dokonce poukazují na nemožnost, případně omezenou možnost kognitivního rozvoje ve starším věku, ba dokonce i u dětí starších 4 let (Rueda et al, 2005). V našem srovnání je takovýchto studií málo, přesto lze snad říci, že se tento trend v námi analyzovaných studiích nepotvrzuje. Největší transfer do oblasti inteligence byl dokonce nalezen právě u starších osob, přičemž k tomu, aby byl trénink úspěšným, autorkám stačily pouze tři 60 minutová sezení (Borella et al., 2010). Nutno však podotknout, že právě tato zmiňovaná studie se od ostatních velmi liší – a to nejen výsledky, ale i designem. Vzhledem k tomu, že se nejedná o výsledek ojedinělý (autorky v dalších výzkumech dokázaly některé z úspěšných výsledků replikovat – např. Ceretti et al., 2013) si způsob tréninku zaslouží více

pozornosti. Trénink je výjimečný v několika ohledech. Prvním z nich je, jak bylo výše naznačeno, čas. Celkově trénink trval pouhých 180 minut. Další výjimečností je typ tréninku – trénink WM této autorské skupiny jako jediný využívá princip verbálního *complex spanu* a je striktně zaměřen pouze na trénink verbální WM. Třetí diferencí, dle autorek tou nevýznamnější, je nepoužívání PC. Kontakt člověk - člověk v sobě nese úplně jiný náboj nežli kontakt člověk - počítač. Tento kontakt, spolu s krátkostí tréninku zaručuje velkou míru zaujetí participantů úkolem. A to je i podle Klingberga (2010) jedna z nejdůležitějších podmínek úspěšného tréninku. Je pak docela možné, že participant v popisovaném výzkumu v reálu stráví v hlubokém zaujetí úkolem více času, než u některých mnohem delších počítačových studií. Po této úvaze bychom mohli říci, že obyčejný mezilidský kontakt je důležitější nežli jakékoli tréninkové programy. Důležitost takového kontaktu určitě nehodláme zpochybňovat, ale v tréninku kognitivních funkcí jde ještě o něco dalšího. Borella a kolegové (2010) k dokázání efektivity jimi navrhovaného programu pracovali rovněž s aktivní kontrolní skupinou se srovnatelným počtem sociálních interakcí, ke kterým docházelo ve skupině experimentální. Efekt takového kontaktu byl však mnohonásobně nižší, nežli efekt způsobený tréninkem WM.

Druhou dělicí linii lze vést mezi skupinami s obtížemi a bez obtíží. Mezi dětskými participanty byly jak děti zdravé, tak děti s ADHD, resp. nižší kapacitou WM. Srovnání je však komplikováno tím, že klinické skupiny byly vždy trénovány pouze pomocí Cogmedu. Celkově ale výsledky naznačují, že přítomnost specifických obtíží využití programů neomezuje, spíše naopak.

Evaluace tréninků byla prováděna s mnohými skupinami. Kromě skupin uváděných v naší analyzovaných studiích se rovněž jedná o skupiny osob s mentálním postižením (Perrig et al., 2009), s počáteční demencí (Carretti, Borella, Zavagnin, & de Beni, 2013) nebo o pacienty se schizofrenií, se kterými pracovali Hubacher a kolegové (2013). Nepodařilo se nám však nalézt žádnou studii, která by se zabývala možnostmi tréninku WM a potažmo inteligence u dětí se sociokulturním handicapem. Tuto problematiku by tedy bylo užitečné prozkoumat. Zatím se zdá, že rozvoj paměti není výrazně limitován ani věkem, ani mentálním postižením a ani stupněm vzdělání. Dá se tedy předpokládat, že z podobného typu výzkumu by mohly vytežit i děti sociokulturně handicapované, u kterých předpokládáme vyšší míru nerealizovaného potenciálu v zóně nejbližšího vývoje (Páchová & Rendl, 2013; Páchová, 2013). V kapitole 4.1. tuto možnost rozvedeme podrobněji. Nejprve však bude ještě ověřeno, zda má jádrový trénink WM opravdu sílu fungování mozku ovlivnit.

### 3.3. ZMĚNY MOZKU A JEHO AKTIVITY SPOJENÉ S TRÉNOVÁNÍM KOGNITIVNÍCH FUNKCÍ

Výše bylo ukázáno, že pracovní paměť (WM) není neměnnou vlastností a že je možné ji pomocí jádrového tréninku rozvíjet. Většina výše uvedených studií prokázala efekt jádrového tréninku i na netrénované úlohy spadající do oblasti blízkého transferu (netrénované úlohy měřící paměťové funkce). Vzdálený transfer, tedy transfer tréninkového zisku např. do oblasti inteligence, byl značně vzácnější, přesto se jej podařilo některými autorskými skupinami opakovaně prokázat.

Většina výše uvedených autorů vychází z určitého vztahu mezi WM a inteligencí. Tito autoři zmiňovaný transfer předpokládají, respektive vysvětlují pomocí konceptu překrývajících se mozkových oblastí (viz obr. 5), jak již bylo naznačeno v kapitole zaměřené na neurokoreláty WM a inteligence. Jinými slovy, pokud je lokalizace dvou kognitivních funkcí blízká, lze předpokládat, že zvýšením funkčnosti jedné funkce dojde ke zvýšení funkčnosti i druhé funkce (samozřejmě v různé míře s ohledem na typ funkcí). Hovoří se o mozkové plasticitě, tedy o tom, že překrývající se neuronové sítě se mohou měnit a rozvíjet a mohou být aktivovány při řešení různých typů úloh. Pokud je takovéto vysvětlení správné, dá se předpokládat, že tréninkem WM dochází ke změnám mozkové aktivity v překrývajících se oblastech mozku spojovaných s aktivací WM, respektive inteligence. Zda je tomu opravdu tak, lze zjistit pouze pomocí studií, které se zaměřují na trénink WM a zároveň sledují změny v mozkové aktivitě. Takovýchto studií je vzhledem k výzkumné náročnosti (časové i finanční) jak tréninkových, tak zobrazovacích studií, spíše méně, přesto však existují.

Psychologický model WM je tvořen řídicí centrální exekutivou a podřízenými systémy – zrakově-prostorovým náčrtníkem a fonologickou smyčkou (Baddeley & Hitch, 1974). Později byla dodána čtvrtá složka – epizodický buffer (Baddeley, 2000). Na neurální bázi však nelze centrální exekutivu, která je spojována s pozorností a skladovací složky WM oddělit, jelikož WM a pozornost zřejmě sdílejí obdobnou frontoparietální síť. Na základě konceptu neurální plasticity je předpokládáno, že v úlohách, u jejichž řešení jsou aktivovány překrývající se neurální sítě (může se tedy jednat např. o WM a pozornost, či o WM a inteligenci), může dojít k transferovému ovlivnění.

Pro tuto oblast nejužitečnější výsledky přinášejí studie, které se zabývají přímo vztahem tréninku WM a fungování mozku. Pouze u pěti z těchto studií byl trénink natolik intenzivní, že způsobil transfer na netrénované úlohy. Tyto úlohy jsou pro nás tedy nejzajímavější.

Cílem Olesena a kolegů (2004) bylo zjistit, zda má trénink WM vliv na kortikální aktivitu. Za tímto účelem byly navrženy dva experimenty. Do prvního experimentu byli zahrnuti tři zdraví dospělí jedinci, kteří po dobu 5 dnů trénovali WM pomocí úloh zaměstnávajících zrakově-prostorovou a verbální WM. V pretestové a retestové fázi autoři zadávali *Ravenovy progresivní matice pro pokročilé*, *Stroopův test* a *span board test*. Kromě toho byla skenována mozková aktivita participantů při řešení paměťových zrakově-prostorových úloh nízké náročnosti<sup>13</sup>. Ve všech zadávaných retestových testech došlo k signifikantnímu zlepšení. Dále autoři porovnávali úroveň aktivace kortikálních oblastí při řešení jednoduchých paměťových úloh v pretestu a retestu. Bylo ukázáno, že trénink WM měl vliv na zvýšení aktivity v pravém středním frontálním gyru (BA 10, 44 - R), v pravém dolním parietálním gyru a v intraparietálním gyru oboustranně (BA 40 - R, L) (aktivita byla sledována v průběhu plnění úkolů zaměstnávajících WM). Snížení aktivity bylo pozorováno v oblasti cingulární rýhy. Tento efekt byl nalezen i při praktikování jiných úkolů a souvisí zřejmě s tréninkově závislým snížením nutnosti motorického plánování (Klingberg, O'Sullivan, & Roland, 1997).

V následném experimentu, do kterého bylo zapojeno 8 zdravých dospělých jedinců<sup>14</sup>, probíhalo skenování v průběhu tréninku celkem pětkrát. Trénink byl tentokrát zaměřen pouze na zrakově-prostorovou WM. Autoři se pokusili během skenování participantům předložit obtížnější úkoly. Následně pak získaný skóre považovali za kapacitu WM, kterou se snažili vztáhnout k aktivovaným oblastem. Byly nalezeny pozitivní korelace mezi kapacitou WM a aktivitou v oblasti levého středního frontálního gyru (BA 10, 44 - L) a dále oboustranně v střední parietální oblasti (BA 40 - R,L), tedy v oblasti horního intraparietálního gyru a dolního parietálního gyru oboustranně a v oblasti nucleus caudatus. Naopak záporné korelace mezi kapacitou WM a mozkovou aktivací byly nalezeny v cingulární oblasti. Více méně se tedy potvrdily výsledky prvního experimentu - tedy tréninkově závislé zvýšení aktivity v středním frontálním (BA 10, 44) a středním parietálním kortexu (BA 40) a snížení aktivity v oblasti cingulární.

Získaná data se stejná autorská skupina snažila potvrdit i v jiném experimentu. Design výzkumu Westerberga a Klingberga (2007) byl podobný – sledována byla souvislost mezi benefity tréninku WM a mozkovou aktivitou u třech zdravých dospělých jedinců. Trénink obsahoval úlohy ve zrakové i sluchové modalitě. Tréninkově ovlivněné zlepšení výkonnosti

---

<sup>13</sup> Jednoduché úlohy byly voleny proto, aby rozdíl ve správnosti řešení před a po tréninku byl minimální.

<sup>14</sup> Kromě jiných dob skenování byl design druhého experimentu velice podobný prvnímu experimentu. Pouze v tréninkové fázi došlo k trénování pouze úloh zaměřených na zrakově-prostorovou WM, přičemž celková doba tréninku se nelišila od experimentu 2.

bylo nalezeno u všech sledovaných funkcí (zrakově-prostorová paměť, pozornost i inteligence). Kortikální aktivita byla sledována během pretestu i retestu. Získaná data byla následně opět analyzována ve dvou liniích – pretestové/retestové výsledky a bazální kortikální aktivita/aktivita při řešení úlohy. Vzhledem k malému rozsahu vzorku se do výsledků značně promítají individuální charakteristiky jednotlivých participantů. U všech třech ale bylo nalezeno tréninkově závislé zvýšení aktivity ve frontálních oblastech pravého středního (BA 10, 44 - R) a pravého dolního gyru (BA 45, 46, 47 - R) a v oblasti středního parientálního gyru bilaterálně (BA 40 – R, L). Naopak v motorické oblasti gyru cingularis (oblast pod cingulární rýhou) došlo opět k tréninkově závislému snížení aktivity. Tato studie tedy potvrdila předcházející výsledky, včetně toho, že oboumodalitní trénink vede spíše ke zvýšení aktivity v oblasti pravého frontálního gyru (oproti zvýšení aktivity v levé oblasti způsobené pouze tréninkem ve zrakové modalitě).

Problém výše popsaných studií je v tom, že diverzita jednotlivých tréninkových úloh je celkem vysoká a tudíž je obtížné přesně vztáhnout benefity jednotlivých funkcí ke konkrétním oblastem.

Dahlin a kolektiv (2008) se ve své studii zaměřila na trénink pouze jednoho typu úkolů zaměstnávajících WM - *updating*. Úlohy typu *updating* jsou řazeny mezi úlohy měřící exekutivní funkce a zároveň je považován za funkci důležitou při řešení problémů. Vztah tohoto konceptu k WM byl naznačen výše v kapitole zaměřené na vztah WM, inteligence a exekutivních funkcí. V uváděné studii byly tréninkové úlohy typu *updating* tvořeny mluvenou řadou písmen. Participant se musel soustředit a neustále mít v paměti čtvrtou položku od konce (např. v případě řady písmen AXSDLM participant držel v paměti jako aktuální písmeno S, po prezentaci dalšího písmena např. B však participant aktualizoval obsah pracovní paměti a písmeno S nahradil písmenem D atd.). V pretestu a retestu byly zařazeny kromě trénovaných úloh další úlohy, které měly potvrdit či vyvrátit transfer – *Stroopův test* a *n-back task*. Autoři vycházeli z předpokladu, že k transferu může dojít pouze v těch případech, kdy jsou trénované a transferové úlohy spojeny s aktivací překrývajících se neurálních okruhů. V pretestové fázi došlo v případě *updating úloh* a úloh typu *n-back task* kromě frontoparietální aktivace k aktivaci mozkových oblastí v okolí striata. Naopak při řešení *Stroopova testu* nebyla oblast striata aktivována (aktivována byla pouze frontoparietální síť). Trénink probíhal po dobu 5 týdnů. V retestu bylo ukázáno signifikantní zlepšení v úlohách měřících *updating*, ale i v transferových *n-back task*. Výkon ve *Stroopově testu* zůstal nezměněný. Trénink byl spojen se zvýšením aktivity v oblasti striata, ve frontoparietální oblasti došlo spíše ke snížení aktivity. V ohledu snížení aktivity ve

frontoparietální oblasti se tedy výsledky studie značně liší od výsledků studií předcházejících. V oblastech, které byly v pretestu spojeny s řešením *Stroopova testu*, tedy ke zvýšení aktivity nedošlo. Tento fakt, spolu s neprokázáním transferu do výsledků v retestovém skóre *Stroopova testu*, potvrzuje výše uvedenou hypotézu, že k transferu může dojít pouze v případě, že za trénovanou i transferovou funkci jsou zodpovědné podobné mozkové oblasti.

Moore a kolegové (2006) z jiného autorského kolektivu se pokoušeli rovněž zjistit kognitivní a neurální mechanismy, které stojí za zlepšením kapacity WM způsobené tréninkovým programem (jednalo se o práci s prostorovými mnohoúhelníky). Experimentální skupina trénovala v úlohách zaměřených na zrakově-prostorovou WM. Po absolvování tréninku pak byla jejich mozková aktivita (v oblastech occipitotemporálních, prefrontálních a parietálních) při řešení obdobných problémů porovnávána s mozkovou aktivitou kontrolní skupiny řešící shodné problémy. Ukázalo se, že posttestové lepší výsledky experimentální skupiny byly spojeny se zvýšením mozkové aktivity v dorzolaterální oblasti prefrontálního kortexu oboustranně (BA 9, 46 – L,R), v horní části parietálního kortexu (BA 5, 7) a v oblasti occipitotemporálního kortexu. Tato zjištění dle autorů potvrzují, že tréninkově podmíněné zlepšení v oblasti zrakové paměti je spojeno s lepšími occipitotemporálními zrakovými reprezentacemi a s posílením aktivity v oblastech zodpovídajících za WM - tedy v prefrontálních a v parietálních sítích.

Podobným tématem se zabývali Wexler a kolegové (2000) ve své studii s jedinci se schizofrenií. U osob s touto diagnózou byly opakovaně prokázány deficity v oblasti verbální paměti (např. Green, 1996). Autoři se tedy rozhodli pomocí speciálně vytvořeného tréninku vyřešit, zda u těchto osob může dojít ke zlepšení jejich obtíží. Pro lepší pochopení příčin kognitivního deficitu se rozhodli využít zobrazovacích technik. Před započítím tréninkové fáze bylo dokázáno, že u osob se schizofrenií je při řešení úloh zaměřených na verbální paměť aktivována v menší míře oblast levého dolního frontálního gyru (Stevens, Goldman-Rakic, Gore, Fulbright, & Wexler, 1998). Osm pacientů trénovalo 30-40 min denně po dobu deseti týdnů pomocí úloh zaměřených na verbální paměť. Participantům byl přečten seznam slov (začínalo se vždy na 2 položkách) a za 1-14 vteřin bylo řečeno další slovo. Úkolem participanta bylo sdělit, zda se dané slovo vyskytlo v původním seznamu. Pokud se mu dařilo, seznam čtených slov se prodlužoval (až na 6 položek). Transfer do oblasti neverbální paměti nebyl prokázán, v oblasti verbální paměti však došlo ke statisticky významnému zlepšení (u třech osob bylo zlepšení opravdu výrazné, u zbylých byly pozorovány částečné změny). Toto zlepšení korelovalo se zvýšením aktivity v oblasti levého dolního frontálního gyru (BA 45, 46, 47 – L). U jednoho z osmi pacientů dokonce došlo k normalizaci aktivity v této oblasti (v

porovnání s kontrolní skupinou)<sup>15</sup>. Díky tréninku byla tedy posílena aktivace v oblastech zodpovídajících za verbální paměť. V následující tabulce a schématu jsou shrnuty výsledky jednotlivých studií (tab. 6, obr. 8)

Tab. 6: Shrnutí zjištění neuropsychologických studií zaměřených na trénink pracovní paměti.

Studie	Trénink	Zvýšení aktivity	Snížení aktivity
Olesen et al. (2004)	aWM, vWM	Pravý střední frontální gyrus (BA 10, 44 – R) Obous. střední parietální kortex (BA 40 R)	cingulární oblast
Olesen et al. (2004)	vWM	Levý střední frontální gyrus (BA 10, 44 – L) Obous. střední parietální kortex (BA 40 R) Caudatus nukleus	cingulární oblast
Westerberg et al. (2007)	aWM, vWM	Pravý střední frontální gyrus (BA 10, 44 – R) Pravý dolní frontální gyrus (BA 45, 46, 47 –R) Obous. střední parietální kortex (BA 40 – R, L)	cingulární oblast
Dahlin et al. (2008)	aWM	Striatum	Frontoparietální síť
Moore et al. (2006)	vWM	Dorzolaterální prefrontální kortex (BA 9, 46 – L,R) Horní část parietálního kortexu (BA 5, 7) Occipitotemporální kortex	
Wexler et al. (2000)	aWM	Levý dolní frontální gyrus (BA 45, 46, 47 –L)	

aWM – sluchová pracovní paměť, aSTM – sluchová krátkodobá paměť, vWM - zraková pracovní paměť, vSTM – zraková krátkodobá paměť

Obr. 8: korové oblasti mozku spojené se zvýšením kapacity pracovní paměti



PFC – prefrontální kortex

<sup>15</sup> Původně snížena aktivace v oblasti levého dolního gyru při řešení úloh zaměřených na verbální paměť se díky tréninku zvýšila natolik, že se již nelišila od hodnot získaných u kontrolní skupiny zdravých osob.

Pokud zjištěné informace shrneme, dle předpokladů se ukazuje, že nejčastěji je zvýšení kapacity WM na neurální úrovni spojeno se zvýšením mozkové aktivity v oblasti frontálního a parietálního kortexu (Olesen et al., 2004, Wexler et al., 2000, Moore et al. 2006). Kromě toho se také hovoří o nucleus caudatus (Olesen et al., 2004, Dahlin et al., 2008) a o striatu (Dahlin et al., 2008).

V následující tabulce (tab. 7) jsou zaznamenány jednotlivé Brodmannovy arey frontoparietální sítě, u nichž bylo zaznamenáno zvýšení aktivity v závislosti na tréninku pracovní paměti.

Tab. 7: Brodmannovy oblasti spojené se zvýšením aktivace následně po tréninku

	<b>Zvýšení aktivity</b>
<b>Prefrontální kortex</b>	<b>9, 10, 44, 45, 46, 47</b>
<b>Parietální kortex</b>	<b>5, 7, 40</b>

Tučně jsou uvedeny ty oblasti, u nichž byla současně nalezena aktivace při řešení úloh inteligenčních testů a WM.

Vraťme se nyní ke kapitole popisující neurokoreláty inteligence a pracovní paměti. Z tabulky 1 uvedené v kapitole 2.2. vyplývá, že při řešení úloh inteligenčních testů a úkolů zaměstnávajících WM dochází k aktivaci podobných mozkových oblastí. Z analýzy literatury bylo zjištěno, že se jedná zejména o oblasti prefrontální – BA 6, 9, 10, 32, 47 a parietální BA 7, 39. Pokud tato zjištění porovnáme se zjištěními v této kapitole, zjistíme, že u 4 ze jmenovaných oblastí bylo nalezeno zvýšení aktivity následkem tréninku WM. Jedná se o oblasti 9, 10, 47 a 7. Současně bylo ukázáno, že lepší výkon úlohách měřících WM je spojován s vyšší aktivitou v oblastech spojovaných s WM (Dahlin et al., 2008). Současně některé studie dokládají, že lepší výkon v inteligenčních testech je spojován s vyšší aktivitou v příslušných oblastech (Geake & Hansen, 2005). Zdá se tedy, že celá úvaha nad možnostmi rozvoje vyšších poznávacích funkcí pomocí tréninku WM snad nevede špatným směrem.

Zjistili jsme, že je možné kapacitu WM rozvíjet, takovéto zvýšení kapacity má zároveň vliv na mozkovou aktivitu a na tomto základě pak můžeme předpokládat/vysvětlovat efekt tréninku. Tyto závěry potvrzují jak studie zkoumající neurokoreláty paměti a inteligence, tak i studie řešící přímo mozkové změny související s tréninkem WM. Výsledky behaviorálních studií poukazující na transfer sice zatím nejsou zcela průkazné, ale některé slibné výsledky naznačují, že snad nejde o chybnou cestu. WM se opravdu zdá být velmi důležitou funkcí, která je nepostradatelná při řešení problémů, a jejíž omezená kapacita může být limitující faktorem v myšlení různých skupin osob.



#### 4. VZTAH SOCIOKULTURNÍHO PROSTŘEDÍ A KOGNITIVNÍHO VÝVOJE

V oddíle 3.2.3, který se zabývá charakteristikami vybraných studií bylo ukázáno, že programy zaměřující se na jádrový trénink pracovní paměti bývají evaluovány s různými skupinami osob. Žádná ze studií se však nezabývala tréninkem osob pocházejících z různého sociokulturního prostředí. V následující části textu se tedy pokusíme zjistit, zda lze předpokládat, že by jádrový trénink mohl být pro tento typ osob užitečný.

Prostředí, ve kterém dítě vyrůstá, má bezpochyby vliv na jeho vývoj. Přestože právě inteligence byla a občasně stále je řazena spíše do kategorie dědičných schopností, mnohé výzkumy naznačují zásadní roli prostředí i na kognitivní vývoj dítěte. Především jsou zvažovány faktory prenatální (rizikové chování matek v těhotenství) a dále faktory postnatální, týkající se nejčastěji interakce rodič-dítě s ohledem na kognitivní stimulaci (Hackman, Farah, & Meaney, 2010), ale i třeba na stravovací návyky rodin (von Stumm, 2012). Problematika sociokulturního handicapu je jednoznačně problematikou multidimenzionální (Ewans, 2004).

Vzhledem k riziku vzniku pojmové konfuze je na úvod třeba říci, že většina studií hovoří o socioekonomickém statusu (SES), nejčastěji usuzovaného na základě vzdělání, pracovní pozice a příjmů rodičů. Jsme si vědomi toho, že mezi pojmy sociokulturní prostředí a SES je rozdíl, ale domníváme se, že vzhledem k vysoké míře vztahu mezi oběma pojmy (resp. možná nadřazené pozici pojmu sociokulturní prostředí), je pro účely této práce z důvodu zjednodušení situace možné mezi těmito pojmy striktně nerozlišovat. Toto naše rozhodnutí je částečně opřeno o závěry některých studií např. Trucker-Drob (2012); Peralta, Salsa (2001) týkajících se vztahu SES a kognitivní stimulace<sup>16</sup> (viz níže).

Mnoho výzkumů jednoznačně prokazuje predikující úlohu sociokulturního prostředí, ve kterém dítě vyrůstá, na jeho kognitivní vývoj (např. Liaw & Brooks-Gunn, 1994; Smith, Brooks-Gunn, & Klebanov, 1997). Studie opakovaně prokazují korelace mezi úrovní sociokulturního prostředí a úrovní inteligence či školní úspěšností (Bradley, & Corwyn, 2002).

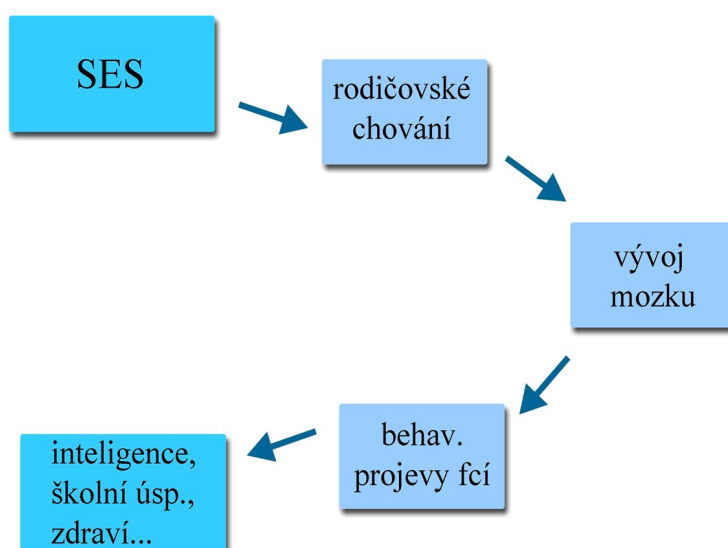
Zaměření současných výzkumů se tedy posunulo o krok dále. Vztah mezi sociokulturním prostředím a inteligencí či školní úspěšností byl již prokázán, nyní je však třeba ho vysvětlit (Noble, McCandliss, & Farah, 2005; Stevens, Lauinger & Seville, 2009).

---

<sup>16</sup> Kognitivní stimulaci – mediaci považujeme za jednu z hlavních oblastí sociokulturního prostředí, která má vliv na kognitivní vývoj dítěte.

Ukazuje se tedy, že některé aspekty zahrnované pod pojem SES ovlivňují kognitivní vývoj dítěte více nežli jiné a současně, že některé kognitivní oblasti jsou k ovlivnění náchylnější, nežli oblasti jiné. Hackman a kolektiv (2010) schematicky znázorňuje vztah mezi SES a kognitivními dovednostmi dětí (obr. 9) a poukazuje na to, že zájem autorů by se měl z krajních bodů obrátit k výzkumu „střední části“ vztahu. Upozorňuje rovněž na to, že pochopením zprostředkovatelů vztahu je možné efektivněji pracovat s možnou intervencí, která může být cíleně zaměřována na dílčí články řetězu.

Obr. 9: Vztah socioekonomického statusu a dalších oblastí (schéma zjednodušeno dle Hackman et al., 2010)



Trucker-Drob (2012) se mimo jiné zaměřil právě na první část vztahu mezi SES a rodičovským chováním. Ve své studii ukazuje vysokou korelaci mezi SES a kvalitou a intenzitou kognitivní stimulace dítěte. Autor vycházel z analýz videonahrávek interakce rodič-dítě u skupin s různým SES. Podobně menší studie, ale přímo zaměřená na sledování kognitivní interakce matka-dítě, došla k obdobným závěrům (Peralta & Salsa, 2001). Autoři sledovali dvojice matka-dítě při čtení knihy. Byly ukázány velké rozdíly ve stylu mediace v závislosti na SES matky.

Opět v souladu s předchozím schématem se někteří autoři pokoušejí dojít k lepšímu pochopení obtíží dětí ze sociokulturně znevýhodněného prostředí pomocí identifikace dílčích oblastí, které souvisí se sociokulturním handicapem (Noble et al., 2005). Autoři se rovněž snaží hledat mediátory vztahu mezi prostředím a kognitivními funkcemi (např. Noble et al.,

2005; Arán-Filippetti & de Minzi, 2012). Při hledání mediátorů se autoři zaměřují zejména na funkce, jejichž oslabení je často spojováno s horšími kognitivními výkony a zároveň se jedná o funkce, které bývají často oslabené u dětí z rodin s nižším SES. V této souvislosti se hovoří např. o impulzivité nebo o jazykovém oslabení.

Jednotlivé studie se svými výsledky liší, ale poukazují shodným směrem. Ve studii provedené v roce 2005 (Noble et al., 2005), kterou je možné považovat za jednu z prvních ve zjišťování bazálnějších příčin sociokulturního handicapu (zaměření na vztah SES a jednotlivých kognitivních funkcí), autoři otestovali 60 dětí (30 z rodin s nízkým SES, 30 z rodin z vysokým SES). Při testování využili baterii neuropsychologických testů zaměřených na jednotlivé neurokognitivní oblasti – zrakové procesy (occipitální oblast), zrakově-prostorové procesy (parietální oblast), paměť (myšleno spíše dlouhodobá – temporální lalok), jazykové funkce (perisylyviánská oblast - levá) a funkce exekutivní (oblast prefrontální). Vysoká míra závislosti na sociokulturním prostředí byla ukázána především v případě jazykových funkcí, o něco méně pak v oblasti funkcí exekutivních. O oblasti jazykové zde pak autoři hovoří jakožto o mediátoru, který zapříčiňuje vztah mezi SES a exekutivními funkcemi (Noble et al., 2007; Noble et al., 2005). Pokud se zaměříme konkrétně na paměťové a exekutivní funkce (měřena byla zrakově-prostorová pracovní paměť - WM, inhibice a nezáměrná dlouhodobá paměť - LTM), rozdíly byly nalezeny pouze v oblasti inhibice. Inhibiční procesy bývají řazeny mezi exekutivní funkce a nejčastěji bývají spojovány s prefrontální oblastí. Oblast prefrontální je však rovněž spojována s WM, kde ale rozdíly nalezeny nebyly. V následné studii obdobné autorské skupiny (Farah, Shera, Savage, Betancourt, Giannetta, Brodsky, & Hurt, 2006) se autoři rozhodli prozkoumat oblast prefrontálního kortexu podrobněji (věnovali se i ostatním oblastem, ovšem v podobné míře jako v předchozí studii). V oblasti prefrontálního kortexu se zaměřili na 4 oblasti, u nichž předpokládali spojitost s jinou funkcí – WM (dolní prefrontální oblast: BA 10, 47), kognitivní kontrola<sup>17</sup> (dolní cingulární oblast: BA 24), inhibiční procesy (prefrontální oblast ventromediální: BA 10). Kromě potvrzení souvislosti SES a jazykových dovedností výsledky nové studie rovněž potvrdily souvislost s kognitivní kontrolou (BA 24). Navíc se ale ukázala souvislost rovněž s WM (BA 10, 47) a i s LTM (oblast temporální).

Vlivem SES na vývoj funkcí spojovaných s prefrontální oblastí se rovněž zabývali autoři Arán-Filippetti a Richaud de Minzi (2012). Ve všech sledovaných oblastech (IQ, WM, plánování, inhibice, fonologická fluence) byl touto studií vztah k SES prokázán. Autoři se pak dále zabývali rovněž konkrétními aspekty SES ve vztahu k exekutivním funkcím.

---

<sup>17</sup> úkoly typu go/no go test

Nejsilnějším prediktorem výkonu v testech měřících exekutivní funkce se ukázalo být vzdělání matky. Tyto výsledky jsou v souladu s výsledky dalších autorských skupin (Noble et al., 2007; Noble et al., 2005; Villaseñor, Martín, Díaz, Rosselli, & Ardila 2009). SES měl vliv i na výkony v inteligenčním testu a na kognitivní styl dítěte (reflexivní vs. impulzivní kognitivní styl). Vztah mezi SES a exekutivními funkcemi je dle závěrů autorů možno částečně vysvětlit kognitivním stylem dítěte, ale nikoli inteligenčním kvocientem. Byl potvrzen předpoklad, že děti z rodin s nižším SES jsou impulzivnější (mj. také Arán-Filippetti & Richaud de Minzi, 2011; Heider, 1971) a zároveň, že vyšší impulzivita je jednou z příčin slabších kognitivních výsledků (mj. také např. Barret, 1977; Buela-Casal, Carretero-Dios, & De los Santos-Roig, 2000).

Vzhledem k rostoucímu množství studií (z nichž některé byly výše uvedeny) poukazujících na oslabené funkce, spojované zejména s prefrontální oblastí, se někteří autoři snaží proniknout pod povrch behaviorálním testováním těchto funkcí – jejich snahy jsou zaměřeny na prozkoumávání vztahu SES s vývojem mozku. Tyto snahy jsou však zatím v začátcích, jelikož neurovědně orientovaní autoři dlouho přehlíželi závažnost problematiky sociokulturního handicapu, zřejmě z důvodu multifaktorové povahy problematiky, která je pro neurovědní výzkum obtížněji uchopitelná (Hackman et al., 2010).

Kishiyama a kolegové (2009) pomocí elektrofyziologických měření sledovali prefrontální oblast u dvou skupin dětí pocházejících z různého sociokulturního zázemí. V porovnání s vrstevníky byly u dětí z rodin s nízkým SES při elektrofyziologických měřeních nalezeny odlišnosti, které se svou povahou podobaly sledováním u pacientů s poškozením laterální oblasti prefrontálního kortexu (BA 10, 47).

Stevens a kolegové (2009) se zabývali obdobně problematikou selektivní pozornosti. Autoři zkoumali dvě skupiny dětí lišící se vzděláním jejich matek. Dětem byly vyprávěny příběhy a zároveň byly testovány pomocí měření evokovaných potenciálů. Ukázalo se, že děti méně vzdělaných matek vykazovaly menší efekt selektivní pozornosti na mozkovou aktivitu. Tyto změny byly specificky spojené se schopností filtrovat irelevantní informace. Byla tedy prokázána rozdílnost fungování mozku, spojená se schopností selektivní pozornosti mezi dětmi z různého prostředí.

Jednorog a kolegové (2012) ve své studii využili metody magnetické rezonance k prozkoumání vztahu mezi mozkovými oblastmi a SES rodiny, ve které dítě vyrůstá. Byla ukázána přímá souvislost mezi nižším SES a menším objemem šedé mozkové hmoty v těchto oblastech: hipokampus bilaterálně, střední temporální gyrus a gyrus occipitotemporální. U

těchto dětí byla zároveň naznačena opoždění v gyrifikaci dolní části frontálního laloku. V bílé mozkové hmotě nebyly změny nalezeny.

Z předchozího textu tedy vyplývá jasná souvislost mezi úrovní SES rodiny a kognitivními výkony dětí. Vztah mezi dětskou školní úspěšností či výkonem v inteligenčním testu a SES jejich rodičů však není přímý, nýbrž je zprostředkovaný dalšími hlubšími souvislostmi<sup>18</sup>. K pochopení dané problematiky je tedy třeba se zabývat jednotlivými aspekty sociokulturního prostředí a jejich vlivy na vývoj mozkových oblastí a potažmo jednotlivých kognitivních funkcí. Ukazuje se, že velmi výrazným faktorem, ovlivňujícím kognitivní vývoj dítěte, je vzdělání matky. Vzdělání matky totiž výrazně predikuje mateřské chování zaměřené k dítěti zejména v oblasti podpory dětské zvědavosti ve smyslu mediace jeho činnosti (Hughes & Ensor, 2009). V oblasti jednotlivých kognitivních funkcí, které jsou nejvíce ovlivněny sociokulturním prostředím, se nejčastěji hovoří o funkcích spojovaných s prefrontálním kortexem (zejména BA 10, 24, 47) a s kortexem temporálním (např. hipokampus). Tyto závěry jsou pak v souladu s některými výzkumy, které jsou zaměřeny přímo na fungování mozku u dětí z rodin s nižším SES (Kishiyama et al., 2009).

Z předchozích analýz byly vytipovány mozkové oblasti, které (1) souvisí s inteligencí a s pracovní pamětí (WM) a (2) jsou citlivé na jádrový trénink WM. Jedná se o tyto frontální oblasti: BA 9,10, 47 a dále pak o oblast parietální (BA 7). Z uvedeného je patrné, že dvě z těchto oblastí (BA 10 a 47) bývají rovněž spojovány s funkcemi oslabenými u dětí z rodin s nižším SES. Toto zjištění poukazuje na skutečnost, že by jádrový trénink WM mohl být vhodným intervenčním programem i u dětí pocházejících z prostředí s nižším SES.

#### **4.1. NASTÍNĚNÍ PROBLEMATIKY SOCIOKULTURNÍHO HANDICAPU ROMSKÝCH DĚTÍ**

Vzhledem k našemu předchozímu zájmu (Páchová & Rendl, 2013) jsme se rozhodli zabývat se problematikou sociokulturního handicapu v kontextu romských rodin<sup>19</sup>. Z různých šetření navíc vyplývá, že (1) úroveň sociokulturního prostředí romských rodin a míra sociokulturní exkluze je v případě romských rodin nejnepříznivější ze všech minorit

<sup>18</sup> Interpretace vztahu mezi prostředím a dětskými schopnostmi zprostředkovaného genetickými faktory v tom smyslu, že rodiče s nižším SES mají s určitou pravděpodobností rovněž nižší intelektové schopnosti, není uváděnými studiemi příliš zmiňovaná, zatajovat ji však nelze. Pravdou však je, že nalezená zjištění netrvalosti kognitivní inferiority dětí ze znevýhodněného sociokulturního prostředí spíše směřují k neplatnosti výše uvedené interpretace. Trucker-Drob (2012) ve výše zmiňované studii např. dokazuje souvislost SES a dětských školních výkonů, zároveň však ukazuje vysoký vliv předškolního vzdělávání na redukci rozdílů způsobených sociokulturním handicapem.

<sup>19</sup> V této teoretické kapitole užíváme slov Rom, romské dítě, romská rodina v souladu s literaturou, ze které je citováno, bez ohledu na metodologii určování příslušnosti k národní menšině v daných literárních zdrojích. Romské rodiny takto stavíme do kontrastu k rodinám „českým“, přesto, že jsme si vědomi toho, že Romové jsou současně také Češi a nebo se dokonce považují za Čechy ve výhradním slova smyslu.

vyskytujících se na našem území (Pekárková, Lábusová, Rendl, & Nikolai, 2010), (2) romské děti častěji selhávají na své vzdělanostní dráze (Pekárková et al., 2010; Rushton, Čvorovič, & Bons, 2007; Bakalář, 2004), (3) Romové jsou nejdiskutovanější a nejpočetnější minoritní skupinou v ČR (Jakoubek & Hirt, 2004).

V předchozí kapitole bylo ukázáno, že SES dítěte je nejčastěji dáván do souvislosti se vzděláním, pracovní pozicí a s příjmem rodičů. Z literatury vyplývá, že ve skupině příslušníků romských komunit má základní či nedokončené základní vzdělání 90% dospělých osob (Zpráva o stavu romských komunit v České republice, 2004). Tento fakt spolu s předsudky majority a s nižší výkonovou motivací příslušníků romské minority způsobuje, že 75% Romů v produktivním věku je opakovaně či dlouhodobě nezaměstnaných (Winkler, Sirovátka, Rakoczyová, Šimíková, & Horáková, 2005). S nezaměstnaností se váže velká závislost na státní podpoře a celkově nedostatek finančních prostředků. 65% příslušníků romské komunity si minimálně občasně půjčuje (Zpráva o stavu romských komunit v České republice, 2004). Z kvalitativní analýzy navíc vyplynulo, že 70% Romů subjektivně cítí, že žijí v chudobě, zatímco v majoritě má takovýto pocit pouhých 8% (Zpráva o stavu romských komunit v České republice, 2004).

Všechny parametry, které bývají dávány do souvislosti se SES, jsou tedy u příslušníků romských komunit velmi nízké. Socioekonomické podmínky dětí žijících v romských rodinách jsou tudíž objektivně znevýhodňující.

Obdobná situace panuje i v oblasti sociokulturní, která silně ovlivňuje kognitivní vývoj. V rámci našeho jiného výzkumu (Páchová & Rendl, 2013) z neformálních rozhovorů s učiteli ve školách s vyšším procentem romských žáků vyplynulo, že tito učitelé vidí hlavní příčiny jejich selhávání v rodinném prostředí, konkrétněji v tom, že romští rodiče přistupují ke svým dětem jinak, než rodiče čeští. Někteří učitelé vidí hlavní diferencí mezi českým a romským prostředím v tom, že zatímco v českých rodinách se činnosti a hovor přizpůsobují dítěti, v romských rodinách je to naopak. Romské děti jsou od časného věku zapojovány do života rodiny (i v důležitých věcech mají poradní hlas apod.), ale nikdo se jim nevěnuje specificky – neprohlíží si s nimi knížky, neučí je barvy, netřídí korálky, nedává jim hádanky. Tento handicap se pochopitelně projeví již při nástupu do 1. třídy a vede k vyššímu procentu selhávání romských žáků.

Lze tedy obecně předpokládat, že české děti se v předškolním věku setkávají s mnohem větším množstvím a růzností kognitivních úkolů, než je tomu u předškolních romských dětí. Tento nedostatek nemůže vyrovnat ani institucionalizovaná předškolní výchova, mj. i proto, že většina romských dětí se jí neúčastní. Zároveň nelze předpokládat, že

nástupem do základní školy se situace nějak dramaticky změní. Škola zdaleka nemůže v rámci vyučování nedostatek příležitostí k setkávání se s rozmanitým kognitivním materiálem kompenzovat úplně. Navíc z šetření ministerstva školství vyplývá, že absence romských dětí ve škole je mnohonásobně vyšší, nežli absence jejich majoritních spolužáků (Vzdělanostní dráhy a vzdělanostní šance romských žákyň a žáků základních škol v okolí vyloučených romských lokalit 2010).

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že SES romských rodin je ve srovnání s majoritou o mnoho nižší. S tímto faktem je spojeno mnoho potíží, které provázejí romské děti již od počátku jejich vzdělanostní dráhy. Situace romských dětí je ve srovnání s jejich majoritními vrstevníky mnohem komplikovanější. Pokud bychom využili konceptu zóny nejbližšího vývoje (Vygotskij, 1976), lze předpokládat, že míra potenciálu v zóně nejbližšího vývoje je v případě romských dětí vyšší než v případě dětí českých (Páchová & Rendl, 2013; Páchová, 2013)<sup>20</sup>. Tyto skutečnosti, spolu s aktuálností romské problematiky se zdají být pádným důvodem pro zařazení romských dětí do našeho výzkumu.

---

<sup>20</sup> V našem předchozím experimentu bylo ukázáno, že romské děti dokázaly vytěžit z tréninkové fáze (jednalo se však pouze o krátké trénování strategického uvažování) více, nežli děti české. Tento fakt jsme následně dali do souvislosti s Vygotského konceptem zóny nejbližšího vývoje (Vygotskij, 1976) a vyšší benefity romských dětí jsme vysvětlili pomocí předpokládané vyšší míry nerealizovaného potenciálu v zóně nejbližšího vývoje. Zjednodušeně lze říci, že jsme zónu nejbližšího vývoje využili nejen jakožto prediktor vývoje budoucího, ale také jako způsob vysvětlení či potvrzení nedostatečné mediace konkrétního dítěte v jeho rodinném prostředí.

## 5. SHRNUÍ TEORETICKÝCH VÝCHODISEK

V předchozím textu jsme se nejprve věnovali základnímu teoretickému předpokladu, který souvisí s možnostmi kognitivního rozvoje, jímž je vztah vyšších poznávacích procesů (tj. inteligence, řešení problémů) a dílčích kognitivních funkcí. Z analýzy, která vychází jak z behaviorálních korelačních studií, tak ze studií využívajících mozkové zobrazovací metody, vyplynula významnost postavení konceptu pracovní paměti (WM). Bylo ukázáno, že WM je entitou stojící mezi dlouhodobou a krátkodobou pamětí a že lze do jisté míry předpokládat její zprostředkovatelskou funkci mezi paměťovými procesy a vyššími poznávacími funkcemi. Tyto domněnky jsou potvrzovány i výsledky zobrazovacích metod, které naznačují, že oblasti mozku, které bývají nejčastěji spojovány s aktivací při řešení úloh WM, respektive inteligence, se částečně překrývají. Současně se hovoří o tom, že výkony v úlohách WM a v úlohách inteligenčních testů pozitivně korelují s úrovní aktivace příslušných oblastí. Prostřednictvím teorie kognitivního zatížení bylo rovněž ukázáno, že kapacita WM může být omezujícím faktorem při řešení problémů. Na základě těchto zjištění lze tedy předpokládat, že tréninkem WM lze rozvíjet vyšší poznávací funkce.

Možnost úspěšného rozvoje vyšších poznávacích funkcí pomocí tréninku WM se však neobejde bez druhého důležitého předpokladu, jímž je trénovatelnost WM. Další část textu je tedy věnována nejprve této problematice. Analýza studií zabývajících se problematikou trénovatelnosti WM potvrdila, že jádrovým tréninkem je možné kapacitu WM rozvíjet. Kromě zlepšení participantů v trénovaných úkolech byl rovněž většinou studií nalezen blízký transfer do dalších příbuzných paměťových funkcí, respektive do trénovaných funkcí měřených jinými testy. Dále bylo přistoupeno k analýze tréninkových programů z hlediska schopnosti rozvíjet funkce spadající do oblasti vzdáleného transferu (např. inteligence). Vztahem benefitu tréninku k fungování jedinců v běžném životě (tzv. ekologickou validitou tréninku) se analyzované studie příliš nezabývají. Je to způsobeno zřejmě tím, že na rozdíl od testování, je zájem o rehabilitaci či trénink oslabených funkcí novějším tématem, na něž podobné otázky teprve čekají.

Výsledky části analýzy zabývající se vzdáleným transferem nejsou příliš jednoznačné – některé studie transfer potvrzují, jiné nikoli. Vzhledem k velké diverzitě mezi jednotlivými studii bylo mimo jiné zjištěno, jaké podmínky tréninku (metody tréninku, délka tréninku ad.) jsou nejčastěji se vzdáleným transferem spojovány. Analyzovány byly rovněž studie zabývající se změnami fungování mozku způsobené jádrovým tréninkem WM. V tomto typu studií byl potvrzen vliv tréninku na některé překrytové mozkové oblasti spojované s WM a



s inteligencí (BA 9, 10, 47 a 7). Tento fakt je velmi důležitý, jelikož naznačuje, že i přes dílčí neúspěchy behaviorálních studií v prokazování zlepšení v oblastech vzdáleného transferu, není idea možností kognitivního rozvoje pomocí dílčích funkcí slepou uličkou.

Při rozboru jednotlivých studií byl rovněž kladen důraz na skupiny osob, s nimiž je trénink prováděn. Nebyla nalezena žádná výraznější omezení, která by z tréninku předem vylučovala některou skupinu osob. Programy byly úspěšně evaluovány na intaktních dětech i dospělých, dětech s ADHD i dětech s oslabením WM, zlepšení byla nalezena i u seniorů a také u lidí s mentálním handicapem. Žádná ze studií se však zatím nezabývala trénováním dětí pocházejících ze sociokulturně znevýhodněného prostředí.

V další části textu jsme se tedy zaměřili na tuto problematiku. Bylo zjištěno, že sociokulturní handicap má často za následek obtíže v kognitivní oblasti. Studie zabývající se konkrétními kognitivními funkcemi u této skupiny osob poukazují nejčastěji na oslabení WM a na deficit v jazykové oblasti. Na neurální úrovni bývá sociokulturní handicap nejčastěji spojován s oslabením mozkové aktivity v prefrontálních oblastech (zejména BA 10, 24 a 47). Vzhledem k tomuto faktu a k předchozím důkazům neomezenosti tréninkového efektu lze předpokládat, že děti se sociokulturním handicapem by mohly z jádrového tréninku WM těžit. Tréninkový program by tedy bylo možné vyzkoušet např. s romskými dětmi, které jsou v našem kulturním kontextu z hlediska sociální exkluze nejohroženější.

## 6. CÍLE VÝZKUMU

S ohledem na výše uvedené poznatky je tedy hlavním cílem naší studie ověřit efektivitu jadrového tréninku pracovní paměti (WM) s důrazem na jeho efekt u dětí ze sociokulturně znevýhodněných rodin. Předpokládáme, že děti z tohoto typu prostředí mají vyšší míru nerealizovaného potenciálu v zóně nejbližšího vývoje (Páchová & Rendl, 2013) a proto by z programu mohly vytěžit dokonce více, nežli jejich vrstevníci se středním či vyšším socioekonomickým statusem (SES).

V praktické oblasti je tedy cílem navrhnout takový program trénování paměti, který by byl dostupný i pro děti z nižšího znevýhodněného sociokulturního prostředí a zároveň by ho bylo možné provádět v rámci povinného vzdělávání. Tento cíl vyplývá ze skutečnosti, že programy obdobného typu (např. Cogmed) jsou velmi finančně náročné a zároveň vyžadují velkou spolupráci s rodinou. Takovéto programy tedy již předem vylučují možnost benefitů pro děti ze znevýhodněného sociokulturního prostředí.

S hlavním cílem je spojeno několik dílčích podcílů:

1. Nejprve je třeba ověřit, zda opravdu existuje vztah mezi pamětí a inteligencí a v případě, že ano, zjistit, čím je tento vztah nejvíce sycen. K vyřešení tohoto úkolu použijeme korelační a faktorovou analýzu pretestových výsledků všech dětí zahrnutých do experimentu.
2. Dále bude naší snahou ověřit, zda děti s nižším SES opravdu dosahují v námi sledovaných kognitivních oblastech signifikantně horších výsledků.
3. Dalším krokem pak bude ověřit, zda pomocí navrženého tréninkového programu je možné rozvíjet WM a zda je možný transfer do dalších paměťových a rozumových schopností.
4. Dále se pokusíme verifikovat, zda jsou tréninkové benefity možné i u dětí ze znevýhodněného sociokulturního prostředí a jaké jsou rozdíly v těchto benefitech v porovnání s dětmi s vyšším SES
5. Posledním cílem naší studie je pak pokusit se objasnit vztah efektu tréninku a dalších proměnných, zejména pak kognitivních a motivačních charakteristik. Především nám jde o to ověřit, zda námi navržený program má nějaké výraznější omezení související s jeho využitím u různých osob.

## 7. METODY

Výzkum probíhal v klasickém designu pretest – tréninková fáze – retest. Sběr dat byl uskutečněn ve třech etapách (vždy zhruba od září do prosince). První etapu sběru dat je možné považovat za jakousi pilotáž. Ve zbylých dvou etapách pak probíhal sběr konečných dat. Ve druhé etapě byla testována a trénována skupina dětí, která následně utvořila experimentální skupinu. Ve třetí etapě<sup>21</sup> pak byla testována se stejným časovým odstupem mezi pretestem a retestem neaktivní kontrolní skupina<sup>22</sup>. Níže budou detailněji popsány tréninkové i testové metody i metody statistického zpracování. Dále budou popsány charakteristiky skupin dětí, které byly do tréninku zařazeny.

### 7.1. TRÉNINKOVÝ PROGRAM

Hlavním cílem naší studie bylo ověřit efektivitu tréninku pracovní paměti (WM). Po stanovení tohoto cíle se bylo třeba rozhodnout, jaký tréninkový program zvolit. Z výše uvedené analýzy studií zabývajících se problematikou tréninku WM vyplynulo, že nejčastějšími metodami k tréninku zrakově-prostorové WM jsou úlohy *n-back task* a úlohy typu paměťových matic. Především tento typ úkolů jsme tedy následně sledovali ve freewarových i komerčně dostupných hrách. S narůstajícími zkušenostmi s těmito hrami jsme postupně zjišťovali, že žádná hra či program nám nevyhovuje dostatečně (nízká možnost vlastní modifikovatelnosti hry, nemožnost záznamu hry a ukládání důležitých dat, přílišné finanční náklady atd.). Z těchto důvodů jsme se rozhodli o vlastní návrh softwaru. Cílem bylo navrhnout takový program, který by (1) byl v souladu s našimi teoretickými východisky i se závěrem analýzy efektivnosti tréninkových programů, (2) splňoval všechny naše požadavky týkající se zejména možnosti nastavení různých parametrů spolu s ukládáním veškerých záznamů z průběhu jednotlivých tréninků, (3) byl postaven na naší osobní zkušenosti s freewarovými a komerčně dostupnými hrami. V následující části textu budou tedy popsány obě verze programu. Pilotní verze programu byla nejprve zamýšlena jakožto verze konečná. V průběhu první etapy sběru dat se ale objevilo mnoho nedostatků (viz níže), které bylo třeba odstranit. Na tomto podkladě tedy vznikla druhá a prozatím konečná verze tréninkového programu s názvem *Memory Campaign* (Páchová & Štumpf, 2012a).

<sup>21</sup> Vzhledem k časové náročnosti experimentu nebylo možné nejprve všechny děti otestovat a následně je rozdělit na skupinu experimentální a na skupinu kontrolní.

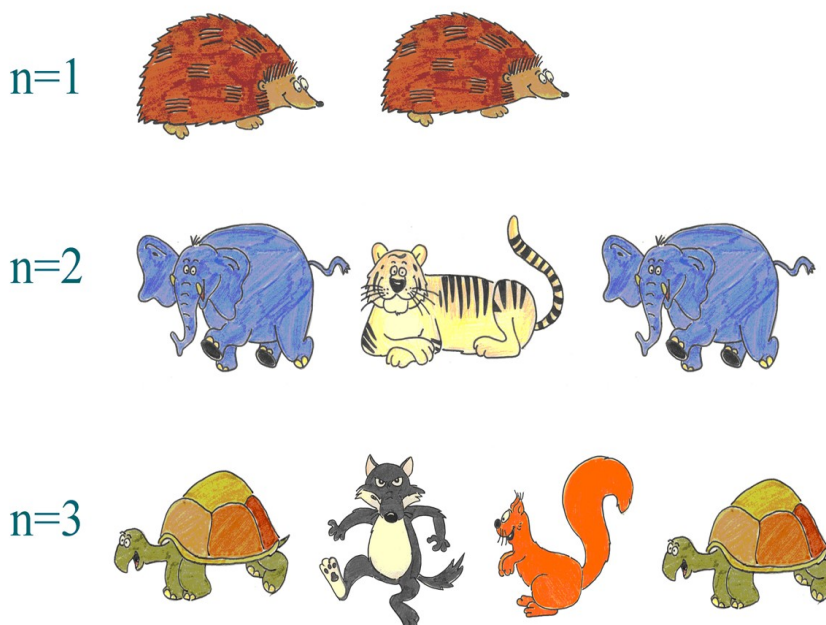
<sup>22</sup> Jsme si vědomi toho, že pro získání přesnějších dat by bylo vhodné zařadit aktivní kontrolní skupinu, která by místo na našem tréninkovém programu pracovala s jiným materiálem. To však z časových i materiálních důvodů nebylo možné.

### 7.1.1. PILOTNÍ VERZE TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU — N-BACK-MEMORY-MATRIX

V první fázi rozmyšlení programu jsem se rozhodli navrhnout 6 her, přičemž polovina z těchto her vycházela z principů *n-back task* a druhá polovina z principu paměťových matic. Obtížnost hry je určována zejména hodnotou  $n$ .<sup>23</sup>

Všechny hry typu *n-back task* začínají na obtížnosti  $n=1$ . Úkolem je rozhodnout, zda došlo k  $n$ -události (v případě  $n=1$   $n$ -událost nastává tehdy, kdy po sobě následují dvě totožná zobrazení, příklady  $n$ -událostí viz obr. 10). Tento jednoduchý back, který většina dostupných programů nenabízí, jsme zvolili z důvodu dostupnosti hry pro děti s nízkou kapacitou WM a také jako možnost lepšího zácvičku a seznámení se s obecným principem hry.

Obr. 10: Příklady sekvencí  $n$ -události pro jednotlivá  $n$



Každá hra je tvořena několika koly (jejichž počet lze nastavit) a každé kolo je tvořeno několika podúkoly (pro lepší představu struktury hry viz obr. 11). Pokud se dítěti daří dobře (zvládne většinu podúkolů daného kola), v dalším kole postoupí do vyššího levelu, pokud se mu nedaří, v dalším kole úroveň o level klesne. Pokud dítě chybuje pouze občasně, jeho level zůstává v následujícím kole shodný. Představme si hru s pěti koly např. s tímto nastavením hodnot  $n$ : 1. level:  $n=1$ , 2. level:  $n=1$ , 3. level:  $n=2$ , 4. level:  $n=2$ , 5. level:  $n=3$ . Dítě začíná na levelu 1 ( $n=1$ ) a za 5 kol se může posunout až do levelu 5 ( $n=3$ ) a nebo může zůstat po celou

<sup>23</sup> Hodnota  $n$  je hodnotou určující, jak dlouhou řadu obrázků si má dítě zapamatovat, respektive to za jaké situace má dítě reagovat. Pokud je  $n=1$  je cílem reagovat tehdy, když se objeví shodný signál bezprostředně po sobě. V případě  $n=2$  dítě reaguje tehdy, když se shodný signál objevil před dvěma kroky atd.

dobu hraní v levelu 1. Takové dítě tedy odehraje 5 kol, ale jeho level i hodnota  $n$  budou stále 1. Tím je zaručeno, že i když se dítěti nedaří, nepřestává hrát (samozřejmě pokud neodehrálo předepsaný počet kol) – hra nekončí, ale dítě prakticky získává další pokus. Pokud hra probíhá ve skupině, takovéto uspořádání umožňuje, že děti úspěšné i neúspěšné odehrají za stejnou časovou jednotku stejný počet kol.

Obr. 11: Struktura hry *n-back-memory-matrix*

### Hra (např. obrázkový n-back)



Hodnota  $n$  je odvozována od úspěšnosti v předchozím kole na základě přednastavených levelů. Pokud je dítě úspěšné, v dalším kole postupuje na další level, pokud ne, zůstává na stejném, respektive o level kesá.

např.: 1. level:  $n=1$   
 2. level:  $n=1$   
 3. level:  $n=2$   
 ....  
 5. level:  $n=3$

Výhodou všech typů našich *n-backů* je možnost téměř stoprocentní kontroly nad průběhem hry. U každého levelu je možnost nastavení všech důležitých parametrů – hodnota *n*, počet podúkolů, doba zobrazení, počet *n-událostí*, minimální počet správných řešení, při kterých dojde k postupu do vyššího levelu, velikost matice (u prostorových *backů*)<sup>24</sup>. Takovýto design hry se nám zdá výhodný zejména proto, že lze hru přizpůsobit možnostem a potřebám konkrétního dítěte. Tím, že se hra přizpůsobí dítěti, je sníženo riziko věčného selhávání či naopak stálého postupu, od čehož si slibujeme nižší úbytek motivace v průběhu tréninku. Dalším motivačním prvkem obsaženým v naší modifikaci *n-back task* hry je možnost hraní multiplayer (možnost hraní dvou hráčů na jednom PC proti sobě). Na základě vlastních zkušeností s hrami tohoto typu jsme se rozhodli pro stoprocentní nutnost reakce po každém kole. Dítě musí reagovat vždy – tedy jak v případě *n-události*, tak i v opačném případě (stiskem jiného tlačítka). Domníváme se, že tento způsob ovládání hry vede k vyšší koncentraci hráče. Při naší vlastní zkušenosti s hrami jsme dále považovali za užitečné, aby hra poskytovala okamžitou zpětnou vazbu o správnosti odpovědi. Z toho důvodu jsme se rozhodli tuto funkci zabudovat i do našeho vlastního programu. V levé části obrazovky je umístěn semafor – v případě správné odpovědi se jeho světla rozsvítí zeleně, v případě chyby červeně. Za další důležitý motivační prvek rovněž považujeme zpětnou vazbu po každém kole – tzn. dítě dostává informaci o tom, jak si během daného kola vedlo a co tento výsledek znamená (opakování levelu, vzestup do dalšího levelu atd.).

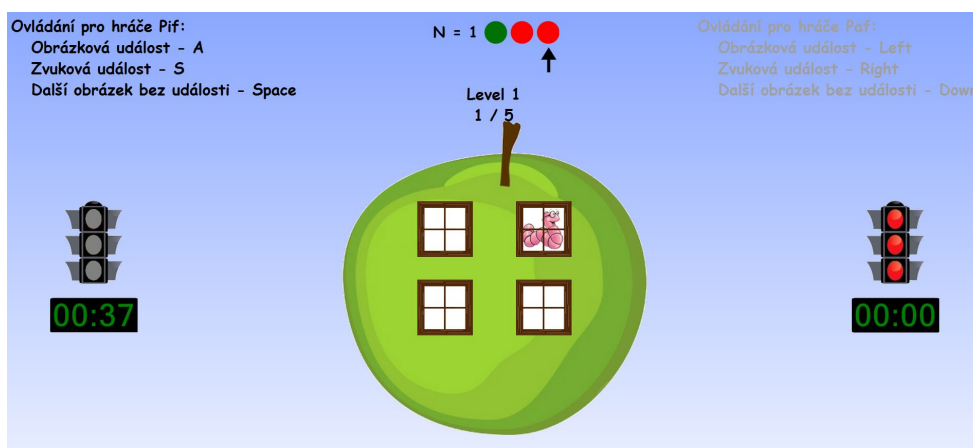
Námi navržený program tedy obsahoval celkem 6 her. První hra nese název *Obrázkový n-back*. Jedná se o hru určenou k tréninku zrakové WM. Úkolem je reagovat stisknutím určeného tlačítka, pokud je aktuální zobrazení shodné jako tomu bylo před *n*-zobrazeními (jinými slovy nastává *n-událost*) (viz obr. 9), respektive reagovat stisknutím jiného tlačítka v případě, že se tomu tak nestalo. Výhodou naší verze hry je možnost nahrát do databáze obrázků jakékoli obrázky v běžně dostupných formátech, které si dítě může samo vybrat. Zároveň je tím umožněno vytvářet různé varianty této hry. Tato možnost byla zakomponována z důvodu zvýšení atraktivnosti pro dětské uživatele. V průběhu sběru pilotních dat, zhruba po jedné třetině hraní s původními obrázky (kreslená zvířátka), měly děti možnost ve skupinách zvolit jakékoli téma (např. jednou ze skupin bylo vymyšleno téma *mláďata savců*), které jsme jim poté na přání zhotovili. Zhruba ve dvou třetinách tréninku pak

<sup>24</sup> Na základě těchto prvotních nastavení pak již během celého hraní není třeba zasahovat. Hra se sama přizpůsobí dítěti. Problém, který jsme se snažili vyřešit při návrhu druhé verze programu, je však v tom, že následující sezení začínají děti opět od úrovně  $n=1$ . Úspěšné dítě tedy takto ztratí spoustu času trénováním hluboko pod svými možnostmi. Tuto potíž jsme v průběhu pilotního sběru dat vyřešili tím, že jsme vyrobili několik verzí her, které začínaly na různých obtížnostních parametrech. Dle úspěšnosti pak dětem byly postupně měněny verze na obtížnější či jednodušší.

měly děti možnost své nové téma vyměnit za téma, které si vymyslela jiná skupina. Obou těchto možností děti s radostí využily a bezpochyby to pomohlo ke zvýšení jejich motivace.

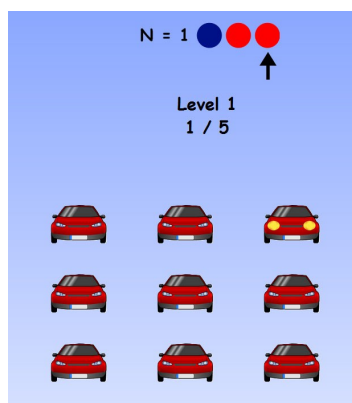
Druhou verzí hry stavící na principu *n-back task* je hra *Červí panelák*. Jedná se o prostorový *n-back* určený k tréninku zrakově-prostorové WM. Princip hry je obdobný jako v předchozí hře. Obrazovka je tvořena jablkem, které je rozčleněno do několika polí (počet polí je závislý na obtížnosti daného úkolu a je ho možné libovolně variovat). Úkolem hráče je reagovat v případě, že se červík objeví na stejném místě jablíčka, jako tomu bylo před *n*-zobrazeními (v opačném případě je nutná reakce pomocí jiného tlačítka) (viz obr. 12).

Obr. 12: Příklad hry *Červí panelák*



Třetím typem hry typu *n-back* je hra s názvem *Parkoviště aut*. Jedná se opět o prostorový *n-back*, který je určen k tréninku zrakově-prostorové WM. Princip hry je totožný s předchozí variantou. Obrazovka je tvořena různým počtem aut poskládaných do matice (počet aut je opět závislý na obtížnosti daného úkolu a je ho možné libovolně variovat). Úkolem je reagovat tehdy, když zabliká stejné autíčko jako autíčko před *n*-zobrazeními (viz obr. 13). Tato hra byla původně navržena jako *dual n-back task*. Kromě zrakového signálu děti dostávaly i signál zvukový (podrobněji je princip popsán výše u studie Jaeggi et al., 2008). Pro děti však byl úkol příliš náročný a také užívání sluchátek při společném tréninku s sebou přinášelo mnoho komplikací. Od této varianty bylo proto ustoupeno a během dalšího tréninku byla využívána pouze zraková podoba hry.

Obr. 13: Příklad hry *Parkoviště aut*



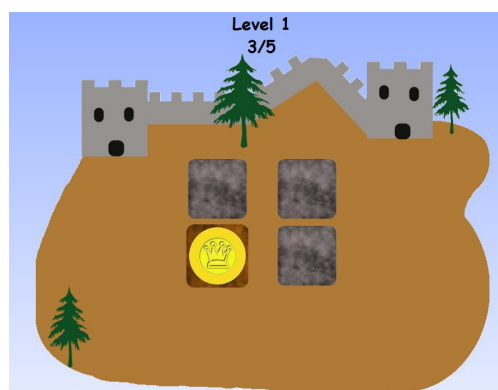
Druhým principem pilotní verze našeho programu je princip zřetězení-prostorových matic. Tento princip je obsažen ve třech principiálně identických variantách hry. Obecným principem hry je zapamatovat si políčka matice, ve kterých se objevil předmět A a ve kterých se objevil předmět B (objevování předmětů probíhá v různém pořadí např. AABAB...). Úkolem je nejprve pomocí klikání myši nalézt všechny předměty A a následně všechny předměty B. Zvyšování obtížnosti probíhá přidáváním předmětů a zvyšováním počtu políček v matici. Při kliknutí na předmět B v době, kdy je nutné hledat předmět A, dítě ztrácí jeden herní život. Je tedy nutné správně si zapamatovat jak políčka, ve kterých se něco objevilo, tak i identitu objeveného. Jinými slovy je nutné udržet v paměti informaci o předmětech B za současného hledání předmětů A.

Hra je opět tvořena jednotlivými koly, přičemž úspěšné splnění kola znamená postup do vyššího levelu, nesplnění kola pak pokles do nižšího levelu a občasné chybování setrvání na stejném levelu. Podobně jako v hrách typu n-back, je i v těchto hrách možnost nastavení všech podstatných parametrů: počet životů, doba zobrazení, počet podúkolů, minimální úspěšnost pro setrvání v daném levelu, počet kladných jevů (A), počet záporných jevů (B) a šířka a výška matice. Varianty zřetězení-prostorových matic jsou následující:

- a) *Hříbkový les* – úkolem je nalézt nejprve všechny hříbky a následně všechny muchomůrky;
- b) *Zámková dlažba* (obr. 14) – úkolem je nalézt všechny mince, následně všechny lebky;
- c) *Krtci v zahradě* – úkolem je nalézt nejprve všechny krtky a následně všechny žížaly.



Obr. 14: Příklad zrakově-prostorové matice – Zámková dlažba



### 7.1.2. OBECNÉ CHARAKTERISTIKY DRUHÉ VERZE TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU - MEMORY CAMPAIGN

První etapa sběru dat ukázala na některé nedostatky hry *n-back-memory-matrix*. Nejzávažnější z nich se týkal celkové adaptability hry. Hra byla adaptabilní, ale pouze v rámci jednoho sezení. V dalším sezení hráč opět začínal na bazální úrovni. Tento nedostatek jsme se snažili v rámci pilotáže vyřešit návrhem her různých obtížností, které byly dětem postupně přidělovány (viz výše – poznámka 24). Tento způsob byl však málo flexibilní a velmi časově náročný. Každé sezení jednotlivého dítěte bylo třeba celkově prozkoumat a rozhodnout se, od jaké obtížnosti bude příště dané dítě začínat. Tuto obtížnost pak bylo třeba individuálně nastavit v PC každého dítěte.

Pokud tedy naším cílem bylo, aby si program zapamatoval konkrétní úroveň dětí i mezi sezeními, bylo třeba navrhnout systém účtů. V nové verzi hry má tedy dítě nejen svůj přezdívku, ale zároveň i své heslo. Po přihlášení se pak dítě ocitá ve svém uživatelském rozhraní s přístupem k úrovním, kterých dosáhlo v minulých trénincích. Úroveň, jež se zobrazuje hráči, je v zásadě součtem dvou úrovní, na kterých se hráč aktuálně nachází ve hrách typu *n-back task* a ve hrách typu paměťových matic. Na základě toho, jak se dítěti aktuálně v hrách daří, program podle předem nastaveného algoritmu určí hráčovy úrovně v obou oblastech. Při dalším spuštění hry budou tyto úrovně, opět podle předem navrženého schématu, převedeny do aktuálního nastavení obtížnosti spuštěné hry (aktualizována bude např. hodnota *n* v případě úkolů typu *n-back task*).

Další obtíže byly méně závažného charakteru a týkaly se především zlepšení schopnosti hry motivovat dětské hráče. Aby hráč měl neustále přehled, kolik tréninku již zvládl a kolik ho má stále před sebou, byla navržena mapa ve tvaru hrací desky (viz. obr. 15) s jednou hrací figurkou.

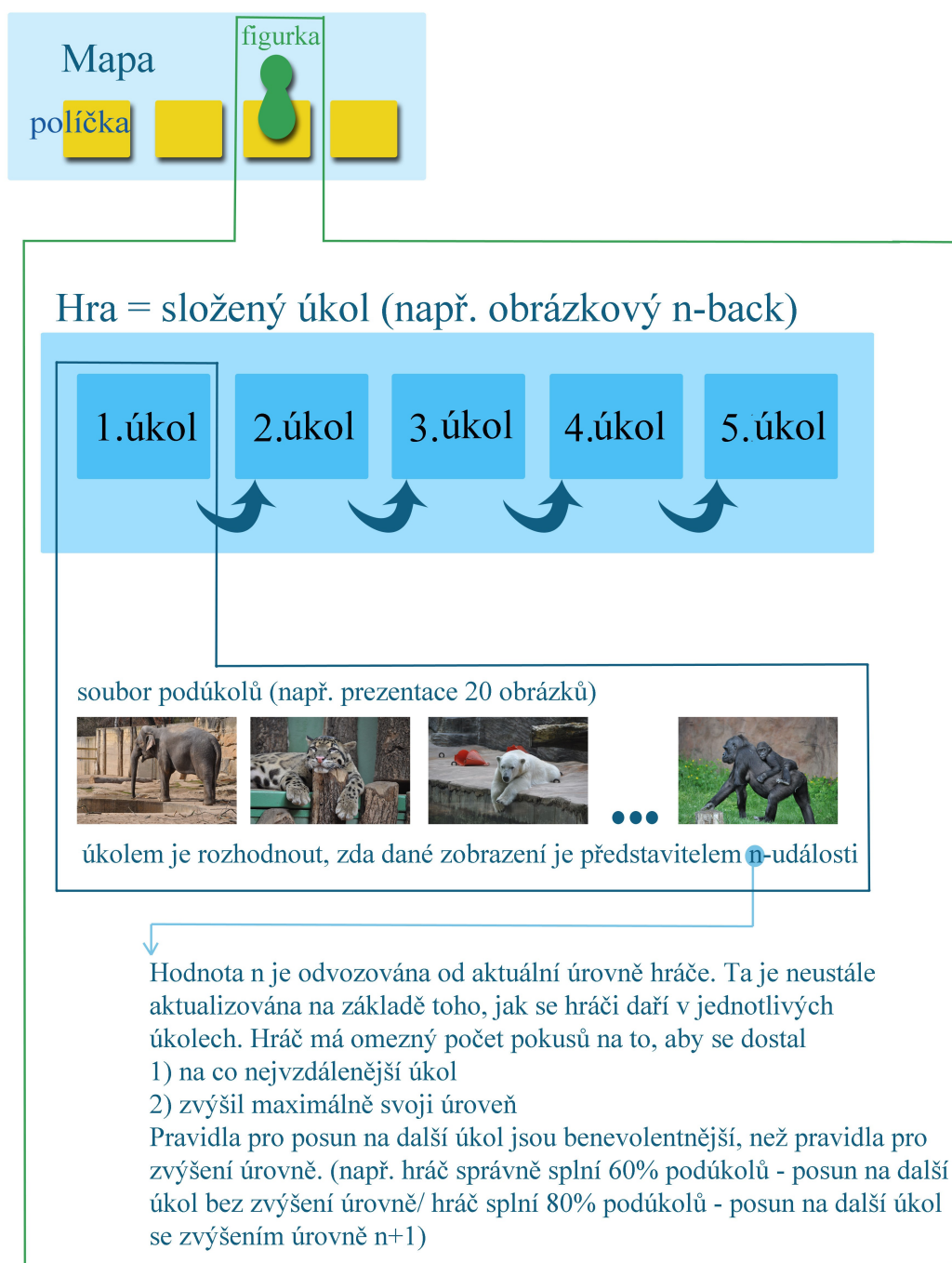
Obr. 15: Mapa ve tvaru hrací desky – příklad mapy z tréninkového programu ZOO Memory Campaign



Pod každým políčkem mapy se pak skrývá jeden složený úkol (jedna hra založená na obdobných principech jako v předchozí verzi programu – viz výše). Pro představu struktury viz obr. 16. Součástí mapy je i grafické zobrazování aktuální úrovně obtížnosti, na které se hráč nachází<sup>25</sup>. Tato hodnota dává hráči zpětnou vazbu o jeho tréninkových pokrocích (viz obr. 15, levý sloupec).

<sup>25</sup> Tato úroveň je tvořena součtem hodnot dvou hlavních úrovní (úroveň n-her a úroveň Hledáček) na kterých se hráč aktuálně pohybuje – detailněji bude popsáno níže.

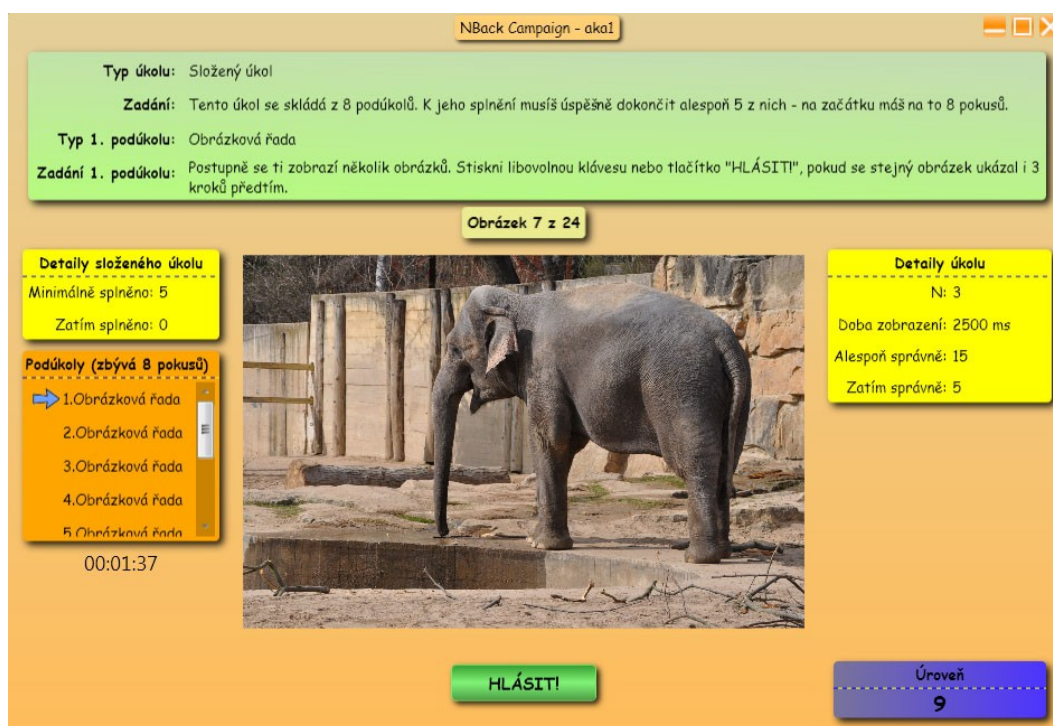
Obr. 16: Struktura hry



V rámci každého úkolu i v rámci jednotlivých podúkolů dostává dítě zpětnou vazbu i na svůj aktuální výkon (obdobně jako tomu bylo v pilotní verzi hry, pouze namísto semaforu se hráči objevuje pozitivní či negativní emotikon - 😊 😞 - v závislosti na správnosti či nesprávnosti jeho odpovědi). Kromě toho v průběhu hry může dítě na obrazovce počítače neustále sledovat informace týkající se aktuální hry, kterou hraje. V horní části obrazovky je popis aktuálně hrané hry. V levé části je znázorněno, kolik pokusů hráči zbývá na to, aby se

v rámci složeného úkolu dostal na co nejdálší úkol. V pravé části obrazovky pak hráč vidí detaily právě plněného úkolu: např. v případě  $n$ -her hráč dostává informaci o hodnotě  $n$ , o počtu splněných podúkolů i o tom, kolik podúkolů je třeba splnit, aby hráč postoupil na další úkol. V dolní části obrazovky je pak v případě  $n$ -her umístěno tlačítko „hlásit“, které je třeba stisknout v případě, že nastane  $n$ -událost (viz obr. 17). Tlačítko pro případ, že  $n$ -událost nenastane, nemohlo být na obrazovku počítače umístěno z technických důvodů, i když jsme jeho funkci shledali jako přínosnou.

Obr. 17: Hráčské rozhraní při plnění úkolu typu *Obrázková řada*



Program sám o sobě neobsahuje žádné hry, obrázky ani mapy. Umožňuje však utvářet neomezené množství her tvořených na principu  $n$ -back task a na principu paměťových matic. Kromě hráčského režimu má program i správcovský režim, v jehož prostředí lze vytvářet hry a provádět veškerá nastavení.

Po přihlášení se do správcovského režimu je v horní liště na výběr z několika záložek: *Správa účtů*, *Správa map*, *Správa úkolů*, *Obrázkové sady*, *Úrovně  $n$  – her*, *Úrovně hledaček a Statistiky*.

Pod záložkou *Správa map* lze vytvářet a editovat mapy. Každá mapa má svůj název, své ID a horní a dolní věkový limit, pro který je určena (v uživatelském rozhraní se pak hráčům zobrazují pouze mapy, které jsou relevantní pro jejich věkovou kategorii). Do

editačního pole mapy se vkládají jednotlivá hrací políčka. Rovněž je možné nastavit pozadí mapy, které se následně bude hráčům zobrazovat. Políčka jsou několika typů: startovní, cílové a s úkolem. Každá mapa musí obsahovat startovní a cílové políčko a dále libovolný počet políček s úkoly. Každému políčku může být přiřazen jeden úkol, či jeden složený úkol.

Úkoly je možné vytvářet a editovat v záložce *Správa úkolů*. Při zadávání nového úkolu je nejprve třeba určit jeho typ. Na výběr je z následujících možností: *Obrázková řada*, *N-hra prostorová*, *Hledačka*, *Složený úkol* a *Diagnostický úkol*. V případě volby *Obrázková řada* bude vytvořen úkol principiálně totožný s jedním kolem hry *Obrázkový – n-back* z pilotní verze programu. Obtížnost úkolu je zadávána relativně a vychází z hráčovy aktuální úrovně<sup>26</sup>. Ve tvaru  $x\pm y$ , kdy  $x$  je aktuální hodnota úrovně a  $y$  námi nastavená konstanta, lze pak zadávat relativní hodnotu úrovně, ze které bude program vycházet při nastavování hodnot obtížnosti. Např. v případě nastavení úrovně  $x-1$ , bude hráči s úrovní 3 nastavena obtížnost odvozující se od úrovně 2. Dále je možné nastavit délku zobrazení prezentovaného obrázku - podúkolu v sekundách, délku kola v sekundách, minimální počet  $n$ -událostí v procentech a minimální úspěšnost v plnění podúkolů (rovněž v procentech), při které bude kolo považováno za splněné. Kromě toho je možné nastavit pravidla, za jakých dojde ke zvýšení, respektive ke snížení úrovně hráče (např. v případě úspěšnosti vyšší než 90% bude aktuální úroveň zvýšena o 1) a vybrat sadu obrázků (předem uložených pomocí záložky *Obrázkové sady*) které budou hráči prezentovány. Takto tedy získáme úkol odpovídající jednomu kolu hry *Obrázkový – n-back* z pilotní verze programu. Pokud budeme chtít vytvořit hru totožnou s hrou *Obrázkový – n-back*, je potřeba kromě výše uvedeného vytvořit další úkol, tentokrát úkol typu *Složený úkol*. V detailech této volby je možné nastavit libovolný počet úkolů, které budou *Složený úkol* tvořit. Každý tento úkol v rámci *Složeného úkolu* může teoreticky být libovolným, předem navrženým úkolem typu *Obrázková řada*, *N-hra prostorová* či *Hledačka*. Pokud ale budeme chtít vytvořit analogickou hru ke hře *Obrázkový – n-back*, budou všechny úkoly tvořeny shodným úkolem typu *Obrázková řada*. Vzhledem k tomu, že hodnota  $n$  nebude nastavena absolutně, ale relativně pomocí úrovní, zajistíme, že každý následující úkol v rámci *Složeného úkolu* bude odpovídat aktuální úrovni hráče. Opět můžeme využít příklad. Hráč s aktuální úrovní 6 v rámci her typu *n-back task* (*Obrázková řada*, *N-hra prostorová*) spustí následující *Složený úkol*:

---

<sup>26</sup> Aktuální úroveň hráče je odvozována od výsledku, kterého dítě dosáhlo v Diagnostickém úkolu a je současně upravována pomocí pravidel po odehrání každého jednotlivého úkolu.

Složený úkol s 5 úkoly a 6 pokusy:

- Úkol 1: Obrázková řada s nastavením úrovně  $x$ , s pravidlem pro změnu úrovně - 0-40% úspěšnost podúkolů =  $x-1$ / 90-100% úspěšnost podúkolů =  $x+1$  a s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 61%
- Úkol 2: Obrázková řada s nastavením úrovně  $x$ , s pravidlem pro změnu úrovně - 0-40% úspěšnost podúkolů =  $x-1$ / 90-100% úspěšnost podúkolů =  $x+1$  a s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 61%
- Úkol 3: Obrázková řada s nastavením úrovně  $x$ , s pravidlem pro změnu úrovně - 0-40% úspěšnost podúkolů =  $x-1$ / 90-100% úspěšnost podúkolů =  $x+1$  a s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 61%
- Úkol 4: Obrázková řada s nastavením úrovně  $x$ , s pravidlem pro změnu úrovně - 0-40% úspěšnost podúkolů =  $x-1$ / 90-100% úspěšnost podúkolů =  $x+1$  a s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 61%
- Úkol 5: Obrázková řada s nastavením úrovně  $x$ , s pravidlem pro změnu úrovně - 0-40% úspěšnost podúkolů =  $x-1$ / 90-100% úspěšnost podúkolů =  $x+1$  a s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 61%

Hypoteticky může průběh hry vypadat např. takto

- Pokus 1: Úkol 1, úspěšnost 30% → úroveň =  $x-1 = 6-1 = 5$ , setrvání na úkolu 1
- Pokus 2: Úkol 1, úspěšnost 35% → úroveň =  $x-1 = 5-1 = 4$ , setrvání na úkolu 1
- Pokus 3: Úkol 1, úspěšnost 70% → úroveň =  $x = 4$ , postup na úkol 2
- Pokus 4: Úkol 1, úspěšnost 80% → úroveň =  $x = 4$ , postup na úkol 3
- Pokus 5: Úkol 1, úspěšnost 90% → úroveň =  $x+1 = 4+1 = 5$ , postup na úkol 4
- Pokus 6: Úkol 1, úspěšnost 30% → úroveň =  $x-1 = 5-1 = 4$ , setrvání na úkolu 4

Hráč tedy během 6 pokusů dokázal postoupit na 4. úkol z 5 a jeho úroveň klesla ze 6 na 4. V této hře se tedy hráči zřejmě dařilo o něco hůře než ve hrách minulých. Nelze ale říci, že se hráč nesnažil, jelikož při poklesu úrovně (a tím pochopitelně i obtížnosti, v daném případě by snížení úrovně znamenalo i snížení  $n$ ) byla jeho úspěšnost vysoká. Pokud by tomu tak nebylo, hráč by např. mohl i po 6 pokusech zůstat stále na 1. úkolu, hra by nebyla považována za

splněnou a hráč by v mapě nepostoupil na další políčko a celou hru – složený úkol by tedy musel opakovat.

Obdobně funguje i úkol typu *N-hra prostorová*. V rámci tohoto typu lze vytvářet hry podobné jednomu kolu hry *Červí panelák*. V tomto typu úkolu je rozdíl od *Obrázkové řady* možné nastavit délku a šířku matice. Dále se nastavuje design hry pomocí nahrání vlastních libovolných obrázků. Složený úkol funguje naprosto shodně jako v případě *Obrázkové řady*, pouze jsou jednotlivé úkoly tvořeny *N-hrou prostorového typu*.

V případě úkolu typu *Hledačka* je kromě rozměrů matice rovněž nastavován (namísto hodnoty  $n$ ) počet pozitivních a negativních událostí. Ten je opět nastavován ve formátu  $x+/-y$ , kdy hodnota  $x$  je odvozena od aktuální úrovně hráče a hodnota  $y$  je konstanta určující obtížnost ve vztahu k úrovni hráče. Opět např. pomocí zadání  $x-1$  zajistíme, že program nastaví obtížnost, která bude o malý krok nižší, než byla úroveň hráče v minulé hře. Pochopitelně je opět možné vytvářet *Složené úkoly*.

Hlavní charakteristikou výše uvedených her je tedy to, že obtížnost dalšího úkolu, ale i následující hry (např. při dalším sezení) je relativní, automaticky odvozována dle nastavených pravidel od aktuální úrovně hráče. Program se tedy na základě námi určených pravidel snaží obtížnost nastavovat tak, aby byla adekvátní k hráčovým schopnostem.

Jinak je tomu v *Diagnostickém úkolu*. Zde není cílem, aby hráč odehrál požadovaný počet kol (daných počtem pokusů) při adekvátní zátěži, ale aby ukázal, jaké jsou jeho schopnosti. Z principu věci je třeba, aby úkol diagnostický předcházel dalším úkolům. Na základě výsledků, které hráč v tomto úkolu dosáhne, pak program může nastavit úroveň, na které hráč bude začínat. *Diagnostický úkol* je zároveň vhodné přiřadit i k poslednímu políčku mapy a pomocí výsledku sledovat, jakého zlepšení hráč díky tréninku dosáhl. Vytvořit diagnostický úkol je o něco pracnější, jelikož obtížnost úkolů nemůže být odvozována od hráčovy globální úrovně a každé kolo musí být vytvářeno zvlášť. Obtížnost úkolů není dána relativně, ale absolutně. Pokud tedy je naším cílem vytvořit diagnostický úkol typu *Obrázková řada*, je nejprve třeba vytvořit daný počet úkolů s různými úrovněmi obtížnosti. Úroveň v tomto případě tedy nebude zadávána ve formátu  $x+/-y$ , ale pouze ve formátu  $y$ , kdy  $y$  je rovno absolutně nastavené úrovni. Následně pak tyto úkoly budou včleněny do *Diagnostického úkolu*. *Diagnostický úkol* by tedy mohl vypadat např. takto:

Diagnostický úkol s 5 koly a 6 pokusy:

- Úkol 1: Obrázková řada s nastavením úrovně 1, s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 90%
- Úkol 2: Obrázková řada s nastavením úrovně 2, s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 90%
- Úkol 3: Obrázková řada s nastavením úrovně 3, s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 90%
- Úkol 4: Obrázková řada s nastavením úrovně 4, s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 90%
- Úkol 5: Obrázková řada s nastavením úrovně 5, s pravidlem pro postup na další úkol v případě úspěšnosti větší než 90%

Hypoteticky může průběh diagnostického úkolu vypadat např. takto:

- Pokus 1: Úkol 1, úspěšnost 50% → setrvání na úkolu 1
- Pokus 2: Úkol 1, úspěšnost 90% → postup na úkol 2
- Pokus 3: Úkol 2, úspěšnost 30% → setrvání na úkolu 2
- Pokus 4: Úkol 2, úspěšnost 80% → setrvání na úkolu 2
- Pokus 5: Úkol 2, úspěšnost 95% → postup na úkol 3
- Pokus 6: Úkol 3, úspěšnost 30% → setrvání na úkolu 3

Během takovéto diagnostické fáze by se tedy hráč během 6 pokusů dostal na úkol 3. Program by následně nejvyšší zvládnuté parametry převedl na danou úroveň obtížnosti. Na základě této obtížnosti by pak hráči byla nastavena adekvátní obtížnost v následujícím úkolu, kde by již úroveň obtížnosti nebyla dána absolutně, ale relativně (viz výše).

Z předchozího textu tedy vyplývá, že pomocí *Diagnostického úkolu* je určena hráčova aktuální úroveň. Na jejím základě je pak možné, aby program nastavil aktuální úroveň následujícího tréninkové sezení. Mezi jednotlivými sezeními, ale i v rámci jednoho sezení (vždy po odehrání jednoho úkolu), je tato aktuální úroveň neustále revidována, tak aby odpovídala hráčovým výkonům. To se děje skrze relativní nastavení úrovní. Kromě toho je nutné, aby byla správně nastavena pravidla, za kterých dojde ke změně úrovně - např. pokud hráč správně splní více jak 80% podúkolů, úroveň bude zvýšena o 1. Pokud hráč při tomto



nastavení splní požadovaný počet podúkolů a jeho úroveň před hrou byla 2, pak jeho aktualizovaná úroveň bude 3. Aby na základě této informace však mohl program provést správné nastavení hodnot, je třeba nejprve určit, jaké hodnoty se skrývají pod danou úrovní. Toto nastavení umožňuje záložka s názvem *Úroveň n-her*, respektive *Úroveň hledáček*. V těchto záložkách je možné nastavit libovolný počet úrovní spolu s popisem hodnot, které se pod danou úrovní skrývají.

Záložka *Správa účtů* obsahuje seznam všech registrovaných hráčů včetně hlavních hráčových charakteristik, jakými jsou zejména typ mapy a pozice hráče na ní, aktuální úrovně v obou typech úkolů a údaje o aktivitě hráče.

Poslední záložka s názvem *Statistiky* umožňuje export celých průběhů tréninků do souboru typu excel.

### 7.1.3. ZOO MEMORY CAMPAIGN V NAŠEM VÝZKUMU

Pro účely našeho experimentu byl v prostředí Memory Campaign navržen tréninkový program ZOO Memory Campaign. Tréninková mapa byla tvořena 42 hracími políčky (viz výše, obr. 14).

První a poslední políčko obsahovalo diagnostickou verzi tréninkových her, 40 políček bylo tréninkových. Pod každým tréninkovým políčkem byl skryt složený úkol, který byl tvořen jednou ze 6 her navržených pro účely experimentu. Odehrání jednoho tréninkového políčka trvalo cca 10 minut čistého hracího času. Hry byly v podstatě trojího druhu - dvě hry byly typu *Obrázková řada (Zvířecí přehlídka, Zvířecí přehlídka – fotky)*, další dvě typu *n-hra prostorová (Lví ubytovna, Opičí schovka)* a poslední dvě typu *Hledáčka (Méd'ovy trable, Koníkovo mlsání)*. Následující tabulka (tab. 8) ukazuje přehled her včetně hlavních charakteristik.

Tab.8: Přehled her obsažených v programu *ZOO Memory Campaign*

Název hry	Typ hry	Min. úsp.	Událostí	Úroveň +1	Úroveň -1
Zvířecí přehlídka	Obrázková řada	61%	40%	90-100%	0-60%
Zvířecí přehlídka-f	Obrázková řada	61%	40%	90-100%	0-60%
Lví ubytovna	N-hra prostorová	61%	40%	85-100%	0-60%
Opičí schovka	N-hra prostorová	61%	40%	90-100%	0-60%
Méd'ovy trable	Hledačka	51%		85-100%	0-50%
Koníkovo mlsání	Hledačka	51%		85-100%	0-50%

Tabulka znázorňuje přehled všech her (složených úkolů) zahrnutých v programu *ZOO Memory Campaign*. V tabulce je zapsán název hry – složeného úkolu a její typ. Každá hra zahrnuje několik úkolů. Hodnota minimální úspěšnosti se váže k úkolům v rámci jednotlivých složených úkolů. Pokud je úspěšnost úkolu nižší, nežli uváděné číslo, je úkol označen za nesplněný a hráč ho musí opakovat. Toto číslo je voleno tak, aby prakticky všichni hráči, kteří se alespoň trochu v rámci svých možností snažili, úkol splnili. Pokud by v rámci hry (složeného úkolu) nesplnili větší počet úkolů, pak bude za neúspěšnou považována celá hra v rámci daného políčka a hráč v mapě nepostupuje. Další hodnota se váže k poměru n-událostí, které se budou objevovat v rámci úkolu. Je důležité, aby toto číslo nebylo ani příliš nízké (pak by stačilo hru nechat volně běžet a nereagovat<sup>27</sup>), ale ani příliš vysoké (pak by stačilo neustále tisknout tlačítko „hlásit“). Poslední dvě políčka pak souvisí s nastavenými pravidly pro změnu úrovně. Aby byla úroveň zvýšena, je třeba, aby hráč splnil větší množství podúkolů. Může tedy nastat taková situace, že úkol bude splněn a hráč postoupí do dalšího kola, ale jeho úroveň zůstává shodná. Např. v případě že Obrázkových řad a prostorových n-her taková situace nastane vždy, když hráč splní více než 61% podúkolů (minimální počet pro to, aby byl úkol splněn), ale zároveň méně než 90% podúkolů (minimální úspěšnost pro postup do vyšší úrovně, se kterou se váže vyšší n).

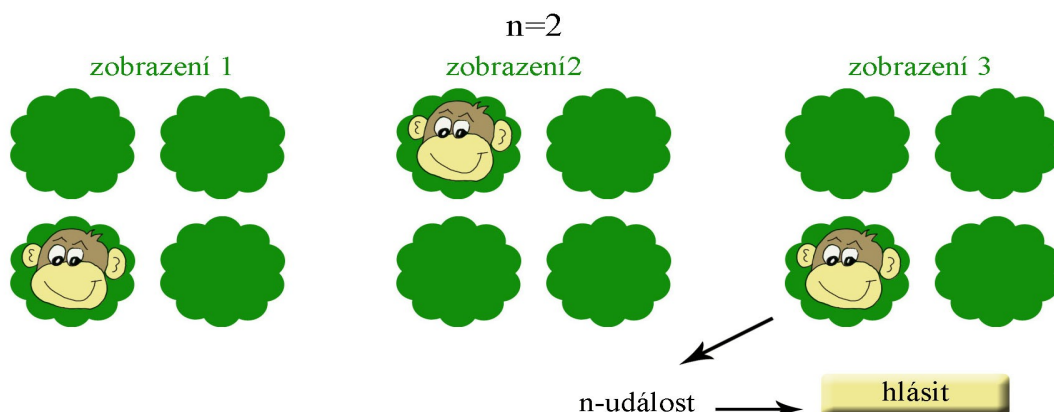
f – fotky

*Zvířecí přehlídka* je hra designově shodná s hrou *Obrázkový n-back*. Úkolem je reagovat tehdy, když se objeví shodný obrázek, jako před n kroky (n-událost). V případě n-události hráč tiskne tlačítko „hlásit“. V případě, že n-událost nenastane, hráč nereaguje. *Zvířecí přehlídka – fotky* je pak hra strukturálně shodná, pouze s jinými obrázky. Namísto kreslených zvířat jsou podnětovým materiálem fotografie zvířat.

*Lví ubytovna* a *Opičí schovka* (viz obr. 18) je hra založená na principu zrakově-prostorových n-backů. V případě první hry je na obrazovce počítače zobrazena matice tvořená modrými čtverci s šedým okrajem, ve kterých se postupně objevuje lev. Pokud se lev objeví ve stejném čtverci, jako tomu bylo před n-zobrazeními, hráč tiskne tlačítko „hlásit“. V případě *Opičí schovky* jde o totéž, jen namísto čtverců jsou zelené keře, ve kterých se postupně objevuje opička.

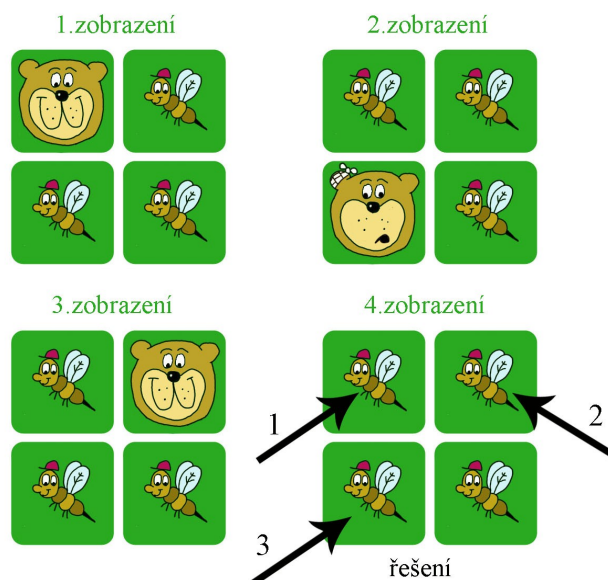
<sup>27</sup> Na rozdíl od pilotní verze programu, je v této verzi třeba stisknout tlačítko pouze v případě N-události. Toto je dáno technickými možnostmi hry, kdy nebylo možné na obrazovku umístit další tlačítko navíc.

Obr. 18: Příklad hry *Prostorový n-back* z programu *ZOO Memory Campaign – Opičí schovka* (Příklad n-události pro n=2).



*Méd'ovy trable* (obr. 19) a *Koníkovo mlsání* jsou hry založené na principu paměťových matic (hledáčky). Obrazovka je opět tvořena maticí (počet polí závisí na obtížnosti úkolu). V případě první hry se v matici postupně objevují medvídci. Medvídci jsou buď veselí a nebo smutní. Během prezentace medvídků hráč nereaguje, až následně označí nejprve všechna pole s veselými medvídky a poté s medvídky smutnými. *Koníkovo mlsání* je hra analogického typu, pouze namísto medvídků se v matici objevují sytí a hladoví koníci.

Obr. 19: Příklad hry typu *Hledáčka: Méd'ovy trable*



### 7.1.3.1. ZMĚNY NASTAVENÍ V PRŮBĚHU TRÉNINKU

V průběhu tréninku jsme byli nuceni některé parametry her u některých hráčů přenastavit a to z následujících důvodů. Jak bylo popsáno výše, poměr n-událostí v rámci jednotlivých úkolů je vždy kompromisem. Nesmí být příliš nízký (pak by bylo možné nechat úkol pouze puštěný a hráč by i tak mohl postupovat), ale ani příliš vysoký (pak by bylo možné bezmyšlenkovitě všechny podúkoly označit jako n-události a hráč by postupoval). Nastavili jsme tedy 40%, což bylo ideální číslo pro hodnoty n zhruba od 1 do 5. Pokud ale hráč postoupil do vyšší úrovně, kde program nastavoval hodnoty n vyšší, situace se změnila. Úkoly nejsou v nové verzi určeny počtem podúkolů, ale celkovým časem trvání daného úkolu. Při počátečním nastavení délky úkolu na 60 sekund, délky zobrazení jednoho obrázku na 2,5 sekundy a prostoji mezi zobrazeními na 0,5 sekundy, jeden úkol obsahoval 20 podúkolů. Čtyřicetiprocentní poměr n-událostí pak znamená, že v 8 podúkolech nastane n-událost. Při  $n=3$  může tedy hypotetický úkol vypadat takto: ABC **ABC** ADE **ADA** ECD ACC CC (tučně jsou znázorněny n-události, tedy místa, kdy hráč musí stisknout tlačítko hlásit). Pokud by hráč nechal hru volně běžet, splnil by správně 12 úkolů, což je 60%. S takovým výsledkem by tedy úkol nesplnil. Pokud by naopak tisknul tlačítko hlásit při každém podúkolu, správně by splnil 8 úkolů, tedy 40%. Tato hodnota by mu tedy také samozřejmě nestačila. Nyní zkusme podobný příklad pro  $N=7$ . AADEABB **ABEEABB** **ABDAABD**. Pokud by hráč v tomto případě ponechal hru volně běžet, splnil by stejně jako v předchozím případě 60% podúkolů. V případě, že by stisknul tlačítko hlásit v každém podúkolu, skóroval by opět jen ve 40% případech. Pokud si ale hráč uvědomí, že v prvních 7 podúkolech k n-události nemůže dojít a naopak, že v dalších podúkolech je n-událost velmi pravděpodobná a bude tedy tisknout tlačítko vždy, bez vynakládání snahy, pak zvládne 16 podúkolů – tedy 80%. Tato hodnota mu pak bohatě stačí pro to, aby beze snahy mohl postupovat do stále dalších a dalších úkolů. Zmiňovaný scénář nastal u několik hráčů v první čtvrtině tréninku a dále u několika hráčů v průběhu další části tréninku. Abychom vyřešili tento problém, navrhli jsme druhou verzi tréninkového programu s názvem *ZOO Memory Campaign 2*. Designově se tato verze nelišila od původní, pouze některá nastavení v rámci programu byla upravena tak, aby nemohl nastat výše uvedený problém. Tato mapa však byla přiřazena vždy pouze dětem, které v první verzi hry došly až za zmiňovanou hranici funkčnosti programu a to proto, že nová verze by pro méně úspěšné hráče byla příliš obtížná. Délku jednoho kola bylo totiž nutné dvojnásobně zvýšit a zároveň zrychlit prezentaci jednotlivých podúkolů, tak aby v rámci jednoho úkolu

bylo prezentováno minimálně 60 obrázků. Tím byla sice značně omezena možnost vzniku výše uvedené problematické situace, zároveň ale došlo ke zvýšení obtížnosti.

#### 7.1.4. SHRNUÍ CHARAKTERISTIK TRÉNINKOVÉ PROGRAMU ZOO MEMORY CAMPAIGN

Tréninkový program *ZOO Memory Campaign* je tedy cca 400-500 minutový program určený k tréninku pracovní paměti (WM). Kromě tréninkové fáze obsahuje i fázi diagnostickou, jejímž cílem je (1) získat úvodní informace o hráčových schopnostech a na základě těchto informací pak nastavit tréninkový program a (2) následně po tréninku ověřit tréninkové zisky. Program je tvořen šesti hrami, přičemž 4 z nich vycházejí z principu *n-back task* a 2 z principu paměťových matic. Každá hra trvá cca 10 minut a v průběhu tréninkové fáze se hry náhodně střídají. Celý tréninkový program je založen na adaptabilitě, tzn. program neustále vyhodnocuje hráčovy dovednosti a přizpůsobuje jim obtížnost tréninku. Design programu je přizpůsoben věkové kategorii dětských hráčů (mladší školní věk), společným tématem tréninkového programu jsou zvířata.

#### 7.1.5. VLASTNÍ PAMĚŤOVÉ TRÉNOVÁNÍ

Tréninková fáze probíhala zhruba dvakrát týdně 40 minut po dobu cca 1,5 měsíce. Každé dítě odtrénovalo v průměru zhruba 400-500 minut. Trénink probíhal v prostorách školy ve skupinách obsahujících 10-20 dětí. Každé dítě hrálo samostatně na osobním počítači, který byl majetkem školy. V průběhu tréninku byli žáci motivováni jak k odtrénování co nejvíce minut během tréninkového sezení, tak i k dosahování co nejlepších výsledků. Před každým tréninkem byli vyhlášeni hráči, kterým se dařilo při předchozím tréninku nejlépe, hráči, kteří se snažili a hráči, kteří se nesnažili. Úspěšné děti si mohly samolepku vybrat, průměrným byla přidělena a ty děti, které se evidentně nesnažily zůstaly bez odměny. Děti rovněž byly motivovány vizí malých plyšových zvířátek, které jim byly ukázány v průběhu tréninku a slíbeny za odměnu za zdárné ukončení.

## 7.2. TESTOVÁ BATERIE

Jak bylo uvedeno výše, výzkum probíhal v designu pretest, tréninková fáze a retest. V pretestové a retestové fázi byla testována inteligence, matematické dovednosti, pracovní paměť (WM), paměť krátkodobá (STM) a schopnost učit se (SU). Inteligence byla měřena pomocí Ravenových Standardních progresivních matic (SPM, Raven, 2003)<sup>28</sup>. Matematické dovednosti byly měřeny didaktickými testy, které vycházely z uvolněných úloh výzkumů TIMSS<sup>29</sup>. Zrakově-prostorová WM byla měřena pomocí subtestu *Paměť na korálky* ze Stanford-Binetova inteligenčního testu (Thorndike, Hagen & Sattler, 1986). V tomto subtestu je dítěti na 5 vteřin ukázána fotografie korálků různých barev a tvarů uspořádaných na tyčce, přičemž mu je dána instrukce, aby si toto uspořádání zapamatovalo. Po 5 vteřinách je fotografie otočena a úkolem dítěte je sérii korálků sestavit. Tento subtest nebyl původně spjat s WM. Vzhledem k tomu, že definujeme WM jakožto systém umožňující aktivní udržení informace v mysli za účelem vyřešení problému a navzdory rušení způsobené řešením problému (Páchová, 2012a), považujeme tento subtest za vhodný k měření zmiňované funkce. Rušení je způsobeno nutností hledat potřebné korálky a navlékat je na tyčku. Zraková krátkodobá paměť (STM) byla měřena pomocí subtestu *Paměť na předměty* Stanford-Binetova inteligenčního testu (Thorndike et al., 1986). V tomto subtestu je dítěti prezentována řada obrázků. Úkolem je tuto řadu následně zopakovat. K měření sluchových pamětí byly užity subtesty *Paměť na čísla* (Thorndike et al., 1986). Sluchová STM byla měřena pomocí části, ve které je třeba zapamatovat si čísla v prezentovaném pořadí. Sluchová WM byla zkoumána pomocí výkonu, jakého dítě dosáhlo při opakování čísel v obráceném pořadí. Dále byl zadáván subtest *Paměť na jména* z inteligenčního testu Woodcock-Johnson (Woodcock, McGrew, & Mather, 2001). V tomto subtestu je testované osobě předkládán soubor obrázků mimozemšťanů a současně je seznamován s jejich jmény (jména jsou smyšlená, tak aby byly omezeny asociace). Následně je pak testovaná osoba žádána, aby přiřadila obrázky mimozemšťanů ke jménům, které jsou předkládány administrátorem. Test je založen na schopnosti učit se (SU), jelikož po každém přiřazení administrátor dává testované osobě zpětnou vazbu o správnosti či nesprávnosti řešení. V případě chyby je navíc předkládáno správné řešení. Testovaná osoba se tedy může „poučit“ a v následujícím kole

---

<sup>28</sup> Pracováno bylo s hrubými skóry.

<sup>29</sup> Retestová data v oblasti matematických dovedností máme bohužel pouze pro pilotní část výzkumu, jelikož pro mnoho dětí z následného experimentu byly úlohy již v pretestu velmi snadné a v retestu tudíž zadávány nebyly. Pretestová data máme získána od všech dětí a pracujeme s nimi v kapitole zabývající se vztahem paměti a vyšších poznávacích procesů.

prezentací skórovat lépe. Po zkušenostech z pilotního testování jsme se rozhodli, že pro retestovou diagnostiku vytvoříme jiný, analogický soubor mimozemšťanů a jmen, abychom snížili efekt druhého testování. Souhrn metod je uveden v následující tabulce (tab. 9).

Tab.9: Souhrn diagnostických metod užitých k testování paměti a inteligence

Sledovaná oblast	Test
<b>Intelligence</b>	Ravenovy Standardní progresivních matice
<b>vSTM</b>	Paměť na předměty
<b>vWM</b>	Paměť na korálky
<b>aSTM</b>	Paměť na čísla
<b>aWM</b>	Paměť na čísla v zpětném pořadí
<b>SU</b>	Paměť na jména

vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

Mimo pretestové baterie byl rovněž všem dětem, které byly zařazeny do hlavní tréninkové skupiny (děti EC a ER, viz níže), zadán Dotazník školní výkonové motivace žáků (Hrabal & Pavelková, 2011).

### 7.3. DALŠÍ NESTANDARDIZOVANÉ TESTOVÉ METODY

Kromě výše uvedených metod jsme volili ještě metody další. Jednalo se zejména o polostrukturované rozhovory, které byly provedeny s 30 dětmi a učiteli<sup>30</sup>. Pokud v textu užíváme citace jednotlivých dětí, k jejich identifikaci uvádíme smyšlené křestní jméno a kód ve tvaru *číslo dítěte – Rom/Čech\_výkon v tréninkových hrách (1-3<sup>31</sup>) + porozumění hře (1-3) + výkon v IQ testu (1-3)*. Tzn. např. kód Tita: 08-C\_1+1+1, popisuje českou dívku, která si vedla velmi dobře ve všech sledovaných proměnných.

Dále děti vyplňovaly v průběhu tréninku krátký dotazník (viz příloha 3) a test porozumění úlohám typu *n-back task* (viz příloha 4), navržený pro potřeby experimentu. V tomto testu jsou v tištěné podobě dětem skupinově předkládány problémy typu *n-back task* a úkolem dítěte je rozhodnout, v jakých situacích nastala *n-událost*. Tímto jsme chtěli ověřit pochopení principu a schopnost převést toto pochopení na jiný typ materiálu.

Rodiče nebo učitelé dále vyplňovali anamnestický dotazník (viz příloha 5), z něhož byla následně vybraná data přetransformována do hodnoty socioekonomického statusu (SES) rodiny, ve které dítě vyrůstá. K transformaci byla použita upravená metoda uvedená autory

<sup>30</sup> Ukázky rozhovorů jsou uvedeny v příloze 7.

<sup>31</sup> Hodnocení na škále 1-3, čím nižší hodnota tím lepší výkon.

Jednoróg a kol. (2012). SES byl počítán takto:  $SES = [(koeficient\ vzdělání\ matky * koeficient\ povolání\ matky) + (koeficient\ vzdělání\ otce * koeficient\ povolání\ otce)]/2$ .<sup>32</sup> Tabulka převodních koeficientů je uvedena v příloze (viz příloha 6). Pro korelační analýzy byly uváděné koeficienty vynásobeny hodnotou -1, tak aby platilo, že čím vyšší hodnota SES, tím vyšší socioekonomický status rodiny.

#### 7.4. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Data jsou uváděna jako aritmetický průměr a střední chyba aritmetického průměru  $M \pm SEM (n)$ , kde  $n$  je velikost souboru (počet dětí).

Normalita dat byla testována Shapiro-Wilk  $W$  testem. Normální rozložení nebylo prokázáno, proto jsme volili neparametrické metody. Pro testování rozdílů mezi dvěma nezávislými soubory (chlapci vs. dívky, romské vs. české děti) byl použit Mann Whitneyho  $U$  test. V případě posuzování rozdílů mezi dvěma závislými soubory (výsledky pretestu a retestu) byl použit Wilcoxonův párový test. Při korelačních analýzách byl použit Spearmanův korelační koeficient. Rozdíly byly brány jako signifikantní na hladině významnosti  $p < 0,05$ . K měření effect size, neboli věcné významnosti jsme užili veličinu Cohenovo  $d$ . Zvolili jsme jednu z jednodušších metod počítání této hodnoty, tedy  $d = (M2 - M1) / SD$ , kde  $M2$  představuje aritmetický průměr retestových hodnot experimentální skupiny,  $M1$  aritmetický průměr pretestových hodnot experimentální skupiny a  $SD$  směrodatnou odchylku pretestových hodnot kontrolní skupiny. Faktorová analýza byla počítána jak metodou hlavních komponent, tak metodou maximální věrohodnosti, Statistické analýzy byly provedeny převážně pomocí softwaru Statistica 6.1 (StatSoft, Tulsa, UK).

#### 7.5. VÝZKUMNÝ VZOREK

Celkem se výzkumu zúčastnilo 163 dětí (87 chlapců, 76 dívek, průměrný věk  $9,88 \pm 0,04$  (163) ) navštěvujícími 4. či minoritně 5. ročník základní školy.

Z tohoto počtu tvořilo 62 dětí pilotní (experimentální či kontrolní) skupinu ( $Z$ ) – viz tab. 10. Až na výjimky uvedené v dalším textu budou data z pilotní studie využita pouze při analýze korelací v té části práce, která se zabývá vztahy mezi zkoumanými proměnnými.

---

<sup>32</sup> V případě že dítě vyrůstá pouze s matkou/s otcem byly koeficienty pečujícího rodiče dosazeny rovněž za koeficienty druhého rodiče.



Tab. 10: Popisné charakteristiky pilotní skupiny dětí

	<b>Četnost</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>Věk</b>
<b>Z</b>	62	37	25	9,94 ± 0,03 (62)

Z – pilotní skupina nezařazená do hlavního experimentu, M – chlapci, F- dívky

Zbytek dětí (50 chlapců a 51 dívek) tvoří skupinu, která byla zahrnuta do hlavního experimentu – hlavní skupina (HS). Celkem se jedná o čtyři podskupiny – dvě experimentální (E) tvořené českými (EC) a romskými dětmi<sup>33</sup> (ER) a dvě skupiny kontrolní (K) tvořené rovněž českými<sup>34</sup> (KC) a romskými (KR) dětmi. Charakteristiky jednotlivých skupin jsou uvedeny v následující tabulce (tab. 11)

Tab. 11: Popisné charakteristik dětí zahrnutých do hlavního experimentu (hlavní skupina – HS)

	<b>Četnost</b>	<b>M</b>	<b>F</b>	<b>Věk</b>
<b>EC</b>	49	22	27	9,90 ± 0,07 (49)
<b>ER</b>	12	8	4	10,23 ± 0,18 (12)
<b>KC</b>	26	13	13	9,70 ± 0,10 (26)
<b>KR</b>	14	7	7	9,89 ± 0,10 (14)
<b>Celkem</b>	<b>101</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>9,93 ± 0,40 (101)</b>

EC – experimentální skupina české děti, ER - experimentální skupina romské děti, KC – kontrolní skupina české děti, KR – kontrolní skupina romské děti, M – chlapci, F- dívky

Pomocí neparametrické ANOVy (Kruskal-Wallisův test) nebyl prokázán signifikantní rozdíl v parametru věk mezi jednotlivými skupinami. Věkové rozdíly tedy dále nebyly uvažovány jako významné a nebylo s nimi dále pracováno.

Statistickému porovnání byly podrobeny i další charakteristiky zkoumaného vzorku dětí HS. Jednalo se zejména o výsledky v pretestové baterii. Mezi dívkami a chlapci nebyly pozorovány statisticky významné rozdíly v žádné ze sledovaných charakteristik ani ve vztahu k retestu, jejich rozdíly jsme se tedy dále nezabývali.

<sup>33</sup> Jsme si vědomi zjednodušení a které činíme při uvažování v dimenzi české versus romské dítě. Pochopitelně, že většina dětí, které jsou okolím považovány za děti romské a žijí na našem území mají české občanství a mnohdy považují češtví i za svou národnostní příslušnost. Mezi kritéria ovlivňující zařazení jedince k dané národnosti patří jak vědomí vlastní národnostní příslušnosti, tak i posuzování okolím. Takováto data byla sbírána od dětí pomocí dotazníku (viz příloha 3) a od učitelů v rámci rozhovorů a komparována byla rovněž s posuzováním experimentátora. Shoda mezi dětskými, učitelskými a experimentátorovými odpověďmi byla více jak 95 procent.

<sup>34</sup> Do skupiny český děti bylo zařazeno i několik dětí jiných než romských menšin (zejména Rusové a Ukrajinci), kterých bylo v našem vzorku několik. Jejich výsledky se neodlišovaly od výsledků českých dětí a nebudou dále sledovány.

Naopak byly potvrzeny předpokládané rozdíly mezi českými a romskými dětmi v hodnotě SES (čím vyšší hodnota, tím nižší SES, tab. 12).

Tab.12: Rozdíly v hodnotě SES mezi českými a romskými dětmi

	<b>C</b>	<b>R</b>	<b>úroveň p</b>
<b>SES</b>	14,10 ± 1,00 (75)	51,08 ± 2,02 (26)	≤0,001

SES – socioekonomický status, C – skupina českých dětí, R – skupina romských dětí

Důležité pro další interpretaci dat bylo zejména zjištění rozdílů mezi kontrolními a experimentálními skupinami. Souhrnné výsledky jsou ukázány v následující tabulce (tab. 13).

Tab. 13: Srovnání rozdílů v pretestových úlohách mezi kontrolní a experimentální skupinou

	<b>E</b>	<b>K</b>	<b>úroveň p</b>
<b>SPM</b>	37,77 ± 0,22	38,03 ± 0,29	0,42
<b>vSTM</b>	6,34 ± 0,03	6,78 ± 0,03	0,89
<b>vWM</b>	23,54 ± 0,08	22,37 ± 0,11	0,50
<b>aSTM</b>	5,81 ± 0,03	6,17 ± 0,04	0,81
<b>aWM</b>	4,41 ± 0,03	4,32 ± 0,04	0,86
<b>SU</b>	53,17 ± 0,17	51,88 ± 0,25	0,88

E – experimentální skupina, K – kontrolní skupina, SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

Z uvedená tabulky vyplývá, rozdíl mezi skupinou E a K nebyly významné v žádné oblasti. Jelikož jsme předpokládali, že výsledky českých dětí budou vyšší, než výsledky romských dětí, zabývali jsme se dále zejména srovnáním pretestových výsledků mezi skupinami EC a KC a skupinami ER a KR. Pro úplnost však uvádíme rovněž srovnání mezi českými a romskými dětmi ve všech sledovaných charakteristikách (tab. 14).

Tab. 14: Srovnání českých a romských dětí z hlediska pretestových charakteristik

	<b>C</b>		<b>R</b>		<b>Úroveň p</b>
<b>SPM</b>	42,99	± 0,93	22,42	± 3,67	≤0,001
<b>vSTM</b>	6,73	± 0,17	5,88	± 0,56	0,03
<b>vWM</b>	24,67	± 0,47	18,69	± 2,13	≤0,001
<b>aSTM</b>	6,11	± 0,19	5,35	± 0,50	0,14
<b>aWM</b>	4,60	± 0,20	3,69	± 0,36	0,02
<b>SU</b>	54,61	± 0,94	46,92	± 4,75	≤0,001

C – skupina českých dětí, R – skupina romských dětí, SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

Z tabulky je patrné, že s výjimkou sluchové krátkodobé paměti (aSTM) byly ve všech oblastech výsledek skupiny českých dětí signifikantně vyšší, nežli výsledek romských dětí.

Naopak při porovnání skupin EC a KC nebyly nalezeny žádné významné rozdíly (viz tab. 15 ). Výsledky rozdílů v retestu tedy mohou být tedy bez omezení dále interpretovány.

Tab.15: Porovnání pretestových výsledků českých dětí zařazených do experimentální a kontrolní skupiny

	<b>EC</b>		<b>KC</b>		<b>Úroveň p</b>
<b>SPM</b>	42,43	± 1,17	44,04	± 1,53	0,30
<b>vSTM</b>	6,73	± 0,23	6,73	± 0,27	0,90
<b>vWM</b>	24,84	± 0,60	24,35	± 0,74	0,62
<b>aSTM</b>	6,16	± 0,24	6,00	± 0,32	0,64
<b>aWM</b>	4,61	± 0,24	4,58	± 0,35	0,79
<b>SU</b>	54,20	± 1,33	55,38	± 1,08	0,79

EC – experimentální skupina českých dětí, KC – kontrolní skupina českých dětí, SPM – standardní progresivní matice vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

Skupiny ER a KR se statisticky významně lišily ve dvou oblastech (zraková krátkodobá paměť - vSTM a aSTM) – viz tab. 16. Retestové rozdíly v příslušné kapitole budou interpretovány s ohledem na tuto skutečnost.

Tab.16: Porovnání pretestových výsledků romských dětí zařazených do experimentální a kontrolní skupiny

	<b>ER</b>	<b>KR</b>	<b>Úroveň p</b>
<b>SPM</b>	19,25 ± 2,96	25,57 ± 2,54	0,12
<b>vSTM</b>	4,75 ± 0,49	6,86 ± 0,41	≤0,00
<b>vWM</b>	18,58 ± 0,77	18,79 ± 0,86	1,00
<b>aSTM</b>	4,33 ± 0,41	6,21 ± 0,29	≤0,00
<b>aWM</b>	3,58 ± 0,51	3,79 ± 0,33	0,47
<b>SU</b>	48,92 ± 3,00	45,21 ± 3,98	0,59

ER – experimentální skupina romských dětí, KR – kontrolní skupina romských dětí, SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

## 8. VÝSLEDKY

Jak uvádíme v příslušné kapitole, cílem naší práce bylo (1) prozkoumat vztah mezi paměťovým systémem a rozumovými dovednostmi, (2) ověřit efektivitu námi navrženého programu určeného k tréninku pracovní paměti (WM) a prozkoumat možný transfer do dalších oblastí, (3) ověřit efektivitu programu u dětí ze znevýhodněného sociokulturního prostředí a porovnat benefity se skupinou dětí pocházejících z vyššího sociokulturního prostředí a (4) objasnit vztah efektu tréninku a dalších proměnných.

V následující části textu tedy budou prezentovány výsledky, ke kterým jsme v příslušných oblastech dospěli.

### 8.1. VZTAH MEZI PAMĚŤOVÝM SYSTÉMEM A INTELIGENCÍ

V této části textu se pokusíme o prozkoumání vztahu mezi paměťovými a rozumovými dovednostmi s cílem porozumět tomuto vztahu a ověřit, zda naše úvahy o možnostech kognitivního rozvoje se odvíjejí správným směrem.

Do korelační analýzy byly zařazeny pretestové výsledky všech skupin (Z – děti z pilotní skupiny, E – experimentální skupina, K – kontrolní skupina). Celkem se tedy jednalo o výsledky 163 dětí v paměťových subtestech a v *Ravenových standardních progresivních maticích* (SPM). Souborné výsledky korelací jsou uvedeny v následující tabulce (tab. 17).

Tab. 17: Souborné výsledky korelační analýzy v paměťových subtestech a v SPM

	SPM	vSTM	vWM	aSTM	aWM
SPM	1,00				
vSTM	0,42	1,00			
vWM	0,61	0,39	1,00		
aSTM	0,24	0,27	0,18	1,00	
aWM	0,28	0,35	0,31	0,39	1,00
SU	0,36	0,36	0,42	0,21	0,37

Všechny korelační koeficienty jsou významné na  $p \leq 0,05$ . Šedě podbarvená políčka pak označují střední závislost<sup>35</sup>.

SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

<sup>35</sup> Hodnoceno dle Chráska (2007): 0,20 - 0,40 nízká závislost, 0,40 – 0,70 střední závislost, nad 0,70 vysoká závislost.

Všechny výsledky uvedené v tabulce jsou statisticky významné. Šedě podbarvená políčka označují střední závislost. Z tabulky mimo jiné vyplývá, že nejtěsnější závislost byla sledována mezi zrakovou pracovní pamětí (vWM) a SPM. Tento fakt bude více projednán v další části textu.

### 8.1.1. PAMĚŤ A INTELIGENCE

Abychom lépe porozuměli vztahu mezi pamětí a inteligencí, převedli jsme všechny získané skóry na porovnatelné hodnoty. Postupovali jsme podle následujícího vzorce:

$$H_x = X * M / 20,$$

kde  $H_x$  je transformovaná hodnota,  $X$  je původní hodnota,  $M$  je aritmetický průměr původních hodnot a 20 je náhodně zvolená konstanta. V pozorovaných oblastech SPM, vSTM (zraková krátkodobá paměť), vWM (zraková pracovní paměť), aSTM (sluchová krátkodobá paměť), aWM (sluchová pracovní paměť) a SU (schopnost učit se) jsme pak získali u každého dítěte 6 transformovaných hodnot, které je mezi sebou možné porovnávat. Aritmetický průměr všech oblastí byl vzhledem ke zvolené konstantě ve všech oblastech 20.

Při snaze zabývat se vztahem paměti a inteligence jsme nejprve počítali pro každé dítě index paměti, počítaný jako aritmetický průměr transformovaných hodnot v paměťových oblastech, včetně oblasti SU. Korelace mezi indexem paměti a SPM byla statisticky významná ( $r=0,53$ , střední závislost).

Dále jsme se pokusili rozdělit paměť do jednotlivých, standardně zmiňovaných paměťových oblastí. Index STM byl počítán jako aritmetický průměr transformovaných hodnot vSTM a aSTM, index WM byl počítán jako aritmetický průměr transformovaných hodnot vWM a aWM. Dále uvádíme index SU, který je roven transformovaným hodnotám získaných v subtestu, který je spojován se schopností učit se. Paměť na jména, kterou užíváme k měření SU má blízko jak ke konceptu WM, tak částečně souvisí i s konceptem LTM. Ani s jedním z konceptů ji však nejde zcela ztotožnit. Pokud se zaměříme na sledování času, který je třeba k zapamatování a je tou nejjednodušší a nejzákladnější charakteristikou v rozdělování na jednotlivé paměťové typy, je jasné, že testy k měření WM a SU se od sebe liší. Zatímco v případě testů WM je čas nutný k zapamatování maximálně v řádu desítek vteřin, u testu SU se jedná minimálně o minuty. U testů WM je třeba mít informace neustále aktualizované, u testu SU tomu tak není. Zde jsou informace přístupné aktuálnímu vybavení, ale bez procesu vybavování nelze úlohu řešit. Ani souvislost s LTM však není zcela

přímočará. Obecně se má za to, že ukládání informací do LTM je dlouhodobý proces, který je spojován se strukturálními či biologickými změnami ve fungování mozku (Costa-Mattioli, Sossin, Klann, & Sonenberg, 2009). Takovéto změny pochopitelně nemůžeme v rámci substestu *Paměť na jména* předpokládat. Na druhou stranu pojetí WM v Cowanově teorii (např. 2010), jakožto aktivované části LTM relativizuje rozdíly mezi WM a LTM. Při takovémto pojetí by zřejmě bylo možné SU k LTM víceméně vztáhnout.

Přesto jsme se nakonec rozhodli nespojovat SU s žádnou obecně užívanou a popsanou paměťovou funkcí. Následně jsme tedy vypočítali korelace mezi jednotlivými paměťovými indexy odděleně (včetně SU) a SPM (viz tab. 18).

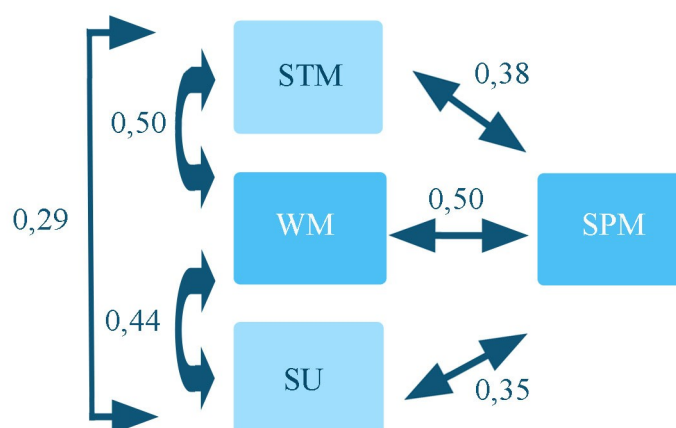
Tab. 18: Korelace mezi SPM a paměťovými indexy.

	SPM	STM	WM
SPM	1,00		
STM	0,38	1,00	
WM	0,50	0,50	1,00
SU	0,35	0,29	0,44

Všechny korelační koeficienty jsou významné na  $p \leq 0,05$ . Šedě podbarvená políčka pak označují střední závislost. SPM – standardní progresivní matice, STM – index krátkodobé paměti, WM – index pracovní paměti, SU – schopnost učit se.

Z tabulky vyplývá, že vztah paměti a SPM je nejvíce zprostředkován skrze WM. Zde byla nalezena střední závislost, oproti nízké závislosti u dalších paměťových oblastí. Pomocí srovnání korelačních koeficientů bylo v následném testu ukázáno, že závislost mezi SPM a WM je statisticky významně těsnější, nežli vztah SPM a dalších paměťových funkcí (viz tab. 18 a obr. 20)

Obr . 20. Vztah paměti a inteligence



Z uvedeného schématu vyplývá, že souvislost paměti a inteligence je nejvíce zprostředkována skrze WM. Výše uvedená tabulka (tab. 17) rovněž ukazuje, že zraková vWM souvisí s výkonem v SPM více, nežli aWM. Tuto skutečnost lze však zčásti přičíst k tomu, že rovněž SPM jsou zadávány ve zrakové modalitě. S výkonem v SPM nejméně souvisela hodnota aSTM, kterou jsme měřili pomocí subtestu Paměť na čísla ve shodném pořadí. Tento subtest je ze zadávaných paměťových subtestů nejvíce mechanicky uchopitelný, z toho důvodu není nejnižší míra vztahu k SPM nijak překvapivá.

### 8.1.2. TYPY PAMĚTI

Na základě získaných korelačních koeficientů jsme se rovněž zabývali vztahem jednotlivých paměťových funkcí. Kromě výše uvedených indexů jsme rovněž vypočítali index sluchové paměti (aM), který byl počítán jako aritmetický průměr transformovaných hodnot aSTM a aWM a index zrakové paměti (vM) počítaný jako aritmetický průměr transformovaných hodnot vSTM a vWM. Z tohoto přehledu a z přehledu uvedeného výše je patrné, že data použitá pro počítání indexu aM, WM a STM, respektive vM, WM a STM se vzájemně překrývají a počítat mezi nimi korelace by bylo zavádějící. Redukovaná tabulka je uvedena níže (viz tab. 19).

Tab. 19: Vztah mezi jednotlivými paměťovými funkcemi

	STM	WM	aM	vM
STM	1,00			
WM	0,50	1,00		
aM			1,00	
vM			0,42	1,00
SU	0,29	0,44	0,32	0,43

Všechny korelační koeficienty jsou významné na  $p \leq 0,05$ . Šedě podbarvená políčka pak označují střední závislost.

STM – index krátkodobé paměti, WM – index pracovní paměti, aM – sluchová paměť, vM – zraková paměť, SU – schopnost učít se.

Závislost mezi WM a STM je středně vysoká, stejně tak jako vztah mezi aM a vM. Dělení na WM a STM a současně na zrakovou a sluchovou je tedy dle našich dat opodstatněné.

Závislosti mezi WM a STM, respektive WM a SU, jsou současně signifikantně těsnější, nežli závislost mezi SU a STM. WM je zřejmě centrální paměťovou funkcí, která



nejen že zprostředkovává vztah mezi pamětí a inteligencí, ale současně sdílí určitý základ s oběma dalšími důležitými oblastmi.

Pokud se zaměříme na dělení paměťových funkcí podle modalit, zjistíme, že korelace mezi oběma koncepty je středně vysoká. Jedná se tedy o dvě oddělené funkce, které však spolu nějak souvisí. Z Cowanovy teorie uvedené v přehledu literatury vyplynulo, že dělení paměti podle modalit je neopodstatněné, tuto tezi naše data nepotvrzují. Pouze nízké korelace byly nalezeny v rámci jednotlivých pamětí lišících se svou modalitou – korelace mezi aSTM a vSTM byla 0,27 a aWM a vWM byla korelace 0,31 (viz tab. 17).

### 8.1.3. PAMĚŤ A SES

Hodnota socioekonomického statusu (SES) byla získávána pouze od dětí zařazených do kontrolní a experimentální skupiny (K,E), nikoli od skupiny Z (pilotní skupina). Do následující analýzy tedy byly zařazeny výsledky 93 dětí. Závislost SES a paměťových funkcí a indexů, se kterými bylo pracováno výše, je uvedena v následující tabulce (tab. 20).

Tab. 20: Vztah SES a dalších sledovaných oblastí

	SES
<b>SPM</b>	0,73
<b>vSTM</b>	0,30
<b>vWM</b>	0,52
<b>aSTM</b>	0,18
<b>aWM</b>	0,28
<b>SU</b>	0,35
<b>STM</b>	0,31
<b>WM</b>	0,46
<b>aM</b>	0,33
<b>vM</b>	0,50

Všechny korelační koeficienty, s výjimkou aSTM, jsou významné na  $p \leq 0,05$ . Šedě podbarvená políčka pak označují střední závislost, respektive vysokou závislost v případě SPM.

SPM – standardní progresivní matice, vSTM – zraková krátkodobá paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – sluchová krátkodobá paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se, STM – index krátkodobé paměti, WM – index pracovní paměti, aM – index sluchové paměti, vM – index zrakové paměti

S výjimkou aSTM jsou všechny korelace statisticky významné. Nejvyšší korelace s SES byla nalezena v případě SPM. Z paměťových funkcí byla nalezena nejvyšší souvislost SES a vWM – tedy funkce, na kterou byl následně zaměřen tréninkový program. Celkově

byla nejvyšší závislost sledována v oblastech, které, jak vyplynulo z předchozí výsledkové části, nejvíce souvisí s rozumovými schopnostmi.

#### 8.1.4. SCHÉMA VZTAHU PAMĚŤOVÝCH A VYŠŠÍCH POZNÁVACÍCH FUNKCÍ POMOCÍ FAKTOROVÉ ANALÝZY

Výše byly naznačeny úvahy o vztahu sledovaných oblastí vycházejících z korelační analýzy. Tyto úvahy se nyní ještě pokusíme verifikovat pomocí faktorové analýzy.

Do faktorové analýzy byly zahrnuty pouze ty děti, u kterých jsme měli zaznamenána pretestová data ve všech sledovaných oblastech (inteligence, paměťové funkce, SES a výkony v matematickém didaktickém testu). Celkem se jednalo o 52 dětí (12 romských, 40 českých). Faktorová analýza byla zpracována jak metodou maximální věrohodnosti, tak metodou hlavních komponent. Výsledky obou typů analýzy se v zásadě nelišily, rozhodli jsme se tedy dále pracovat pouze s výsledky jedné z nich (metoda hlavních komponent s rotací).

Třemi faktory bylo pomocí této metody vyčerpáno 75% rozptylu. Výsledky uvádíme v následující tabulce (tab. 21)

Tab. 21: Výsledky faktorové analýzy

	Faktory		
	1	2	3
<b>SPM</b>	0,85		
<b>vSTM</b>	0,45	0,60	
<b>vWM</b>	0,74		0,51
<b>aSTM</b>		0,84	
<b>aWM</b>		0,79	0,38
<b>SU</b>			0,87
<b>SES</b>	0,85		
<b>M_N</b>	0,49	0,65	
<b>M_V</b>	0,74	0,31	

SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – pracovní zraková paměť, aSTM – sluchová krátkodobá paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se, SES – socioekonomický status, M\_N- matematické úlohy s předpokládaným nízkým zatížením WM, M\_V matematické úlohy s předpokládaným vysokým zatížením WM

V tabulce je uvedeno rozložení jednotlivých proměnných mezi třemi faktory. První faktor jsme nazvali faktor vyšších poznávacích procesů. Tento faktor je sycen výkonem v SPM a SES, částečně pak didaktickým testem a současně výkonem v obou testech zrakové paměti (vSTM, vWM).

Druhý faktor má nejbližší ke konceptu krátkodobé paměti. Vysvětluje především výkon v subtestu *Paměť na čísla* (aSTM), ale z větší části i výkon v subtestu *Paměť na čísla v opačném pořadí* (aWM) a částečně i obě části didaktického testu.

Třetí faktor jsme nazvali faktorem pracovní paměti (WM). Tento faktor vysvětluje zejména výkon v subtestu *Paměť na jména* (SU), ale částečně i oba skóry v testech spojovaných s WM (*Paměť na korálky* a *Paměť na čísla v opačném pořadí*).

Faktorová analýza tedy potvrdila vysokou souvislost všech sledovaných proměnných. Většina rozptylu by totiž mohla být vysvětlena i pouze pomocí jednoho faktoru. Z paměťových funkcí byla nalezena nejvyšší faktorová zátěž faktorem vyšších poznávacích procesů u subtestu, který považujeme za nástroj měření vWM. Tento fakt může poukazovat opravdu k tomu, že vWM nejvíce zodpovídá za vztah paměti a vyšších poznávacích procesů. Faktor vyšších poznávacích procesů však částečně vysvětluje i výkon v subtestu vSTM. Dalším možným vysvětlením, které již bylo také výše nastíněno, je vztah zrakových pamětí a SPM přes shodnou – zrakovou modalitu. V takovém případě bychom ale mohli očekávat alespoň částečnou spojitost prvního faktoru se subtestem *Paměť na jména*, který rovněž rámcově ve zrakové modalitě pracuje. Současně bychom nečekali tak vysokou souvislost s výkonem v matematických testech. Alternativním vysvětlením tedy může být, že ty části zrakové paměti, které jsou vysvětleny prvním faktorem, v sobě skrývají používání vědomých strategií, které jsou kognitivně velmi náročné.

Obě zrakové paměti tedy můžeme popsat pomocí vlivu prvního faktoru vyšších poznávacích procesů a dalšího specifického faktoru – v případě vWM se jedná o vliv faktoru WM a v případě vSTM to je faktor STM. Na toto zjištění se pak můžeme podívat pomocí dvou úhlů pohledu. Subtesty *Paměť na korálky* a *Paměť na předměty* v sobě zahrnují vždy jak paměťovou podsložku řešení, tak podsložku využití strategií. A nebo lze uvažovat jinak. Vzhledem k tomu, že náš soubor není tvořen homogenní skupinou dětí, lze předpokládat, že u jednotlivých skupin dětí měří totožné subtesty jiné funkce. Např. je možné, že u dětí, které využívají paměťové strategie, souvisí výkony ve zmiňovaných subtestech spíše s prvním faktorem, zatímco u dětí, které strategie nevyužívají, jsou výsledky syceny spíše paměťovými faktory.

Co se týče sluchových pamětí, zde je situace jiná. Subtest *Paměť na čísla* je zcela vysvětlen vlivem faktoru STM. Tento faktor však rovněž vysvětluje velkou část druhého sluchového subtestu, který jsme považovali za více související s WM – tedy subtestu *Paměť na čísla v opačném pořadí*. Přesto, že část subtestu je vysvětlena vlivem faktoru WM, takovýto výsledek částečně vyvrací naši domněnku o tom, že subtest *Paměť na čísla*

v opačném pořadí měří jinou kvalitu a ospravedlňuje tak ty studie, které mezi těmito subtesty nerozlišují. Dalo by se však uvažovat o tom, že ta část subtestu *Paměť na čísla v opačném pořadí*, která je vysvětlena vlivem 3. faktoru, souvisí opět s tím, že u některých dětí tento subtest měří jiný aspekt. Některým dětem otočení čísel zabralo minimum času. Jakoby se zdálo, že čísla jednoduše „od někud čtou“. Takovéto děti však častěji selhávaly u delší série čísel. Naopak jiná skupina dětí měla s otočením čísel „větší práci“. Otočení čísel těmto dětem trvalo déle, ale také se mezi nimi občas objevily takové děti, které dosáhly výborných výsledků. Z popisu je patrné, že zatímco u první skupiny dětí nemůžeme o velkém zaměstnání WM mluvit, u druhé skupiny je situace zcela opačná. Je možné, že tento fakt souvisí tím, že druhá skupina dětí překročila kapacitu aktuální bezprostřední STM (ať již proto, že jejich kapacita je nižší a nebo proto, že se dostaly na větší množství položek) a musela využít přídatné zdroje, které zřejmě souvisí s WM. V budoucnu by možná bylo zajímavé ověřit, k jakým výsledkům bychom došli, kdybychom pracovali se skupinou starších dětí či dospělých. Na základě našich domněnek lze předpokládat, že by složka subtestu *Paměť na čísla v opačném pořadí*, která byla vysvětlena vlivem faktoru WM, byla významnější.

U subtestu *Paměť na jména*, který jsme považovali za nástroj měření SU a v určité fázi jsme polemizovali se souvislostí s LTM, se ukázala velká souvislost s faktorem WM. S podivem však je, že tento subtest je zcela vysvětlen faktorem WM a nenacházíme další souvislosti, zejména vztah k prvnímu faktoru vyšších poznávacích procesů, přesto, že se domníváme, že určité strategie dětí k plnění tohoto úkolu užívaly. Je však možné, že tyto strategie byly zcela jiné kvality, než strategie užitá v subtestech vWM a vSTM.

Zajímavým zjištěním je rovněž fakt, že proměnná SES má vztah pouze k faktoru vyšších poznávacích procesů. Rozřešit otázku, zda SES je příčinou intelektového výkonu (vliv rodinného prostředí na kognitivní vývoj dítěte) či jeho nepřímým důsledkem (intelektový výkon dítěte jako genetický korelát intelektu rodičů a jeho příčinný vztah k SES), v tomto okamžiku nelze. Již dopředu však můžeme konstatovat, že zjištění vyšších tréninkových benefitů u dětí s nižším SES by naznačovalo, že prvně jmenované má k pravdě blíže.

Co se týče matematického testu, předpokládali jsme u úloh, které jsme považovali za náročné na kapacitu WM (M\_V – úlohy s předkládanou vysokou zátěží WM vs. M\_N – úlohy s předpokládanou nízkou zátěží WM), souvislost s faktorem WM. Potvrdilo se sice, že obě skupiny matematických úloh se od sebe částečně liší, ale zřejmě jinak, než byl náš prvotní

předpoklad.<sup>36</sup> V případě úloh M\_V byla větší část vysvětlena pomocí vlivu faktoru vyšších poznávacích procesů, zbytek pak vlivem faktoru STM. U úloh M\_N to bylo částečně opačně. Větší část byla vysvětlena faktorem STM a menší pak faktorem vyšších poznávacích procesů. S faktorem WM výkony v matematickém testu nesouvisely. Zajímavé však je, že pokud do faktorové analýzy nezahrneme výkony v SPM, matematické úlohy se rozpadnou více v souladu s našimi prvotními předpoklady – viz tab. 22.

Tab. 22: Výsledky faktorové analýzy (metoda hlavních komponent s rotací)

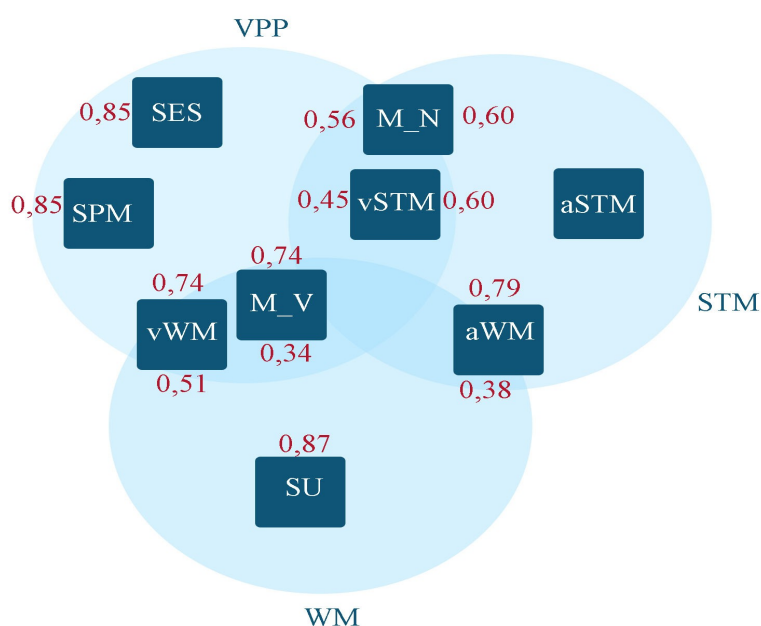
	Faktory		
	1	2	3
<b>vSTM</b>	0,43	0,61	
<b>vWM</b>	0,66		0,60
<b>aSTM</b>		0,84	
<b>aWM</b>		0,82	0,33
<b>SU</b>		0,33	0,87
<b>SES</b>	0,87		
<b>M_N</b>	0,56	0,60	
<b>M_V</b>	0,74		0,34

vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – pracovní zraková paměť, aSTM – sluchová krátkodobá paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se, SES – socioekonomický status, M\_N- matematické úlohy s předpokládaným nízkým zatížením WM, M\_V -matematické úlohy s předpokládaným vysokým zatížením WM

V případě M\_N je situace shodná – výkon je vysvětlen kromě prvního faktoru rovněž vlivem faktoru STM. U M\_V je však část vlivu vysvětlena pomocí faktoru WM, což by odpovídalo našim původním předpokladům. Celkové schéma vztahu mezi proměnnými je uvedeno na následujícím obrázku (obr. 21).

<sup>36</sup> Matematické úlohy jsme rozdělili do dvou skupin podle stupně zatížení WM, které jsme u daných úloh předpokládali. Dostali jsme tedy úlohy s předpokládaným vysokým zatížením WM a úlohy s nízkým zatížením WM (rozdělení úloh je uvedeno v příloze 8).

Obr.21: Schéma vztahu mezi proměnnými



### 8.1.5. SHRUTÍ VÝLEDKŮ ANALÝZY VZTAHŮ MEZI PAMĚŤOVÝM SYSTÉMEM A INTELIGENCÍ

Z analýzy vyplynulo, že mezi paměťovým systémem a inteligencí existuje středně vysoká závislost. Vztah mezi pamětí a inteligencí je pak zřejmě zprostředkován skrze WM, zejména pak její zrakovou částí. To je zároveň oblast, která z paměťových funkcí nejvíce souvisí se socioekonomickým statusem (SES).

Na základě potvrzení vztahů v rámci paměťového systému a současně vztahu paměti a inteligence tedy můžeme dále předpokládat, že tréninkem WM může dojít jak ke zlepšení dalších paměťových funkcí, tak současně i ke zlepšení intelektových schopností. Vzhledem k tomu, že bylo ukázáno, že výkon v testech vWM velmi souvisí s SES a je tedy u dětí z nižšího sociokulturního prostředí oslaben, lze dále předpokládat, že trénink by u těchto dětí mohl být prospěšnou intervencí.

### 8.2. EFEKTIVITA TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU – ROZDÍLY MEZI PRETESTEM A RETESTEM

Design výzkumu umožnil zjistit efekt tréninku na základě rozdílů mezi pretestem a retestem v rámci jednotlivých skupin i mezi nimi.

Z analýzy uvedené při popisu výzkumného vzorku (oddíl 7.5.) vyplynulo, že mezi kontrolní a experimentální skupinou nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly

v pretestových výsledcích. V následující analýze tedy můžeme bez omezení srovnávat významnost rozdílů v pretestu v kontrastu s významností rozdílů v retestu.

V případě skupin EC (experimentální skupina českých dětí) a KC (kontrolní skupina českých dětí) nebyly rovněž nalezeny žádné statisticky významné pretestové rozdíly. V případě romských dětí se ale experimentální a kontrolní skupina (ER a KR) lišila v parametrech STM. Vzhledem ke sběru dat, který probíhal v několika etapách, nebylo možné tuto nesrovnalost odstranit. Efekt tréninku tedy budeme testovat na základě rozdílů mezi pretestem a retestem v rámci jednotlivých skupin. Tím retestové rozdíly mezi skupinami neovlivní celkové hodnocení.

Nejprve se zaměříme na efekt tréninkového programu ve smyslu zlepšení v rámci trénovaných úloh, dále se budeme zabývat efektivitou tréninkového programu včetně transferového zlepšení do dalších oblastí a dále se zaměříme na rozdíly mezi českými a romskými dětmi.

#### 8.2.1. EFEKT TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU - ROZDÍLY MEZI POČÍTAČOVÝM PRETESTEM A RETESTEM V RÁMCI EXPERIMENTÁLNÍ SKUPINY

Jak bylo popsáno v příslušném oddílu o charakteru tréninkového programu (viz oddíl 7.1.2), hlavní fázi tréninku předcházela diagnostická fáze pomocí úloh, které byly s tréninkovými úlohami analogické. Jednalo se o diagnostickou verzi hry typu zrakový *n-back task* a diagnostickou verzi hry typu paměťových matic. Stejný diagnostický test byl zadán i po závěrečném tréninku. Výsledky rozdílů mezi pretestem a retestem jsou uvedeny v následující tabulce (tab.23).

Tab.23: Rozdíly mezi počítačovým pretestem a retestem

	<b>pretest</b>	<b>retest</b>	<b>úroveň p</b>	<b>d</b>
<b>n-back</b>	2,57 ± 0,02	3,62 ± 0,03	≤0,001	0,83
<b>paměťové matice</b>	4,50 ± 0,02	6,74 ± 0,04	≤0,001	1,51

d – Cohenovo d

Z tabulky vyplývá, že díky tréninkové fázi došlo ke statistickému zlepšení v trénovaných úlohách. Abychom mohli hovořit o tréninkovém efektu a o tom, zda je možné rozvíjet kapacitu pracovní paměti (WM), je nutné sledovat spíše transferová zlepšení. Tento výsledek nicméně naznačuje, že tréninkový program splnil svůj bazální účel, tedy schopnost rozvíjet výkon v trénovaných úlohách.

## 8.2.2. TRANSFEROVÁ ZLEPŠENÍ VE SLEDOVANÝCH OBLASTECH - ROZDÍLY MEZI KONTROLNÍ A EXPERIMENTÁLNÍ SKUPINOU V PRETESTU A V RETESTU

Jak bylo uvedeno v oddíle popisujícím výzkumný vzorek (viz 7.5.), kontrolní a experimentální skupina se ve výsledcích pretestu od sebe statisticky významně nelišila. V tabulce (tab. 24) je uvedeno srovnání všech dětí kontrolní (K) a experimentální (E) skupiny v pretestu a retestu.

Tab. 24: Srovnání rozdílů mezi kontrolní a experimentální skupinou v pretestu a v retestu.

	Pretest	Retest
	Úroveň p	
<b>SPM</b>	0,85	0,37
<b>vSTM</b>	0,32	≤0,001
<b>vWM</b>	0,22	≤0,001
<b>aSTM</b>	0,37	0,34
<b>aWM</b>	0,72	0,01
<b>SU</b>	0,60	0,02

V levém sloupci jsou uvedeny hodnoty p pro rozdíly mezi experimentální a kontrolní skupinou v pretestu. V pravém sloupci pak uvádíme hodnoty p pro rozdíly v retestu. Šedě podbarvená jsou políčka značící statistickou významnost.

SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

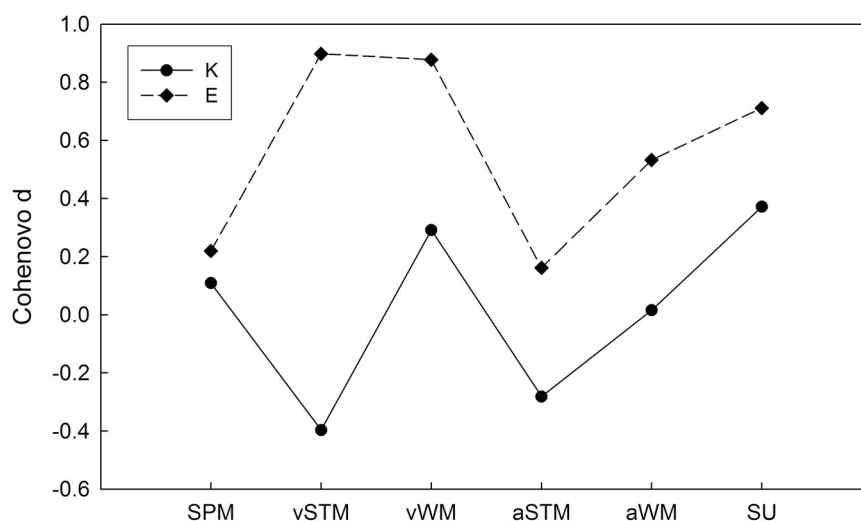
Z tabulky vyplývá, že zatímco v pretestu nebyly nalezeny mezi kontrolní a experimentální skupinou žádné statisticky významné rozdíly, v retestu byly rozdíly patrné ve 4 z 6 sledovaných oblastí. Transferové zlepšení bylo tedy pozorováno v obou typech WM a dále ve zrakové STM a ve schopnosti učit se (SU).

Lze tedy říci, že tréninkový program vedl ke zlepšení jak úloh měřících funkci shodnou s funkcí trénovanou, tak byl prokázán transfer do dalších paměťových oblastí. Nicméně transfer do oblasti inteligence se na celkových datech prokázat nepodařilo.

K posouzení rozdílů mezi transferovým zlepšeními v rámci kontrolní a experimentální skupiny jsme rovněž spočítali věcnou významnost rozdílů mezi pretestem a retestem (Cohenovo d). Výsledky jsou znázorněny v následujícím grafu (obr. 22).



Obr. 22: Zlepšení mezi pretestem a retestem v rámci experimentální a kontrolní skupiny (Cohenovo d)



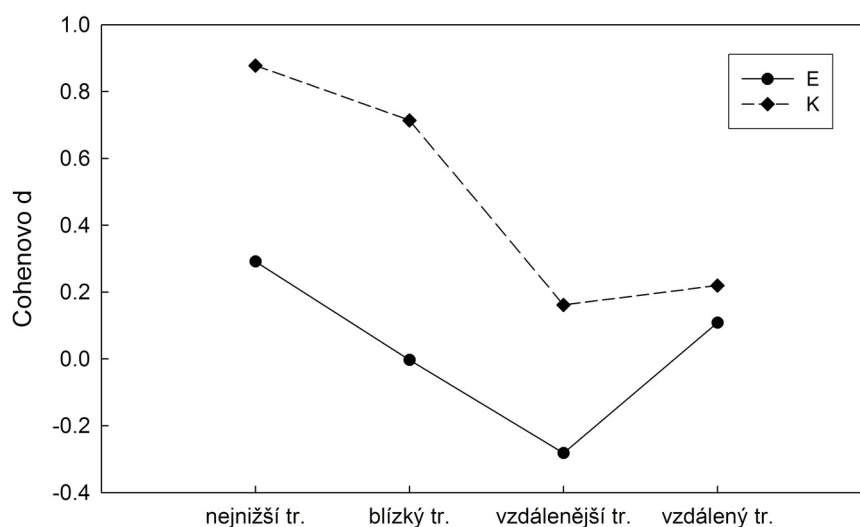
Hodnoty vyšší než 0,5 značí věcnou významnost zlepšení.

K – kontrolní skupina, E – experimentální skupina, SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

Graf potvrzuje výsledky uvedené v tabulce (tab. 24). Ve všech sledovaných oblastech je věcná významnost zlepšení vyšší v experimentální, než v kontrolní skupině. Pro oblasti vSTM, vWM, aWM a SU jsou pak hodnoty Cohenova d vyšší než 0,5, což poukazuje na střední efekt tréninku.

Vzhledem k tomu, že náš trénink byl primárně zaměřen na trénování vWM, zlepšení v této oblasti lze považovat za příklad nejbližšího transferu. Dále zlepšení ve vSTM, aWM a SU považujeme za příklad blízkého transferu, aSTM pro nás představuje vzdálenější transfer a SPM transfer vzdálený. Hodnoty Cohenova d pro zlepšení v rámci jednotlivých transferových oblastí jsou uvedeny v následujícím grafu (obr. 23).

Obr. 23: Hodnoty Cohenova d pro jednotlivé transferové oblasti – srovnání kontrolní a experimentální skupiny



Pozn.: Pokud je typ transferu sledován pomocí více testů, je uvedená hodnota aritmetickým průměrem hodnot d u všech sledovaných oblastí.

tr. – transfer, K – kontrolní skupina, E - experimentální skupina. Hodnoty  $d \geq 0,5$  jsou považovány za věcně významné.

Z grafu vyplývá, že efekt tréninku byl věcně významný v obou oblastech bližšího transferu. V oblastech vzdálenějších efekt potvrzen nebyl.

Typy transferu, tak jak byly nastíněny výše, byly odvozeny z teoretických úvah uvedených v rozboru současných tréninkových studií (viz oddíl 3.2), nevycházely tedy z našich dat. Bylo by však možné předpokládat, že budou nalezeny korelace mezi tréninkovými úlohami a diagnostickými subtesty a to tak, že nejvíce budou s tréninkovými úlohami korelovat subtesty nejbližšího transferu a nejméně transferu nejvzdálenějšího. Jak bude uvedeno dále, tento předpoklad platí jen částečně.

Kromě výše rozebíraných nepočítačových subtestů (SPM, *Paměť na korálky*, *Paměť na předměty*, *Paměť na čísla*, *Paměť na čísla v opačném pořadí* a *Paměť na jména*) prošly děti z experimentálních skupin (ER, EC) rovněž diagnostickou částí tréninkové hry (viz kapitola metody – oddíl 7.). V této části byly děti testovány pomocí tréninkových úloh. Jednalo se o úkoly typu paměťových matic a úkoly typu *n-back task*. Souvislost pretestových výsledků počítačových a nepočítačových úloh je uvedena v následující tabulce (tab. 25).

Tab. 25: Korelace mezi pretestovým skóry v počítačových a nepočítačových úlohách

	zrakový N-Back	paměťové matice
<b>SPM</b>	0,47	0,67
<b>vSTM</b>	0,50	0,57
<b>vWM</b>	0,44	0,54
<b>aSTM</b>	0,11	0,27
<b>aWM</b>	0,22	0,14
<b>SU</b>	0,30	0,37

Podbarvená políčka jsou políčka značící statisticky významné korelace. Tmavší barvou jsou pak uvedeny korelace středně vysoké, světlejší jsou korelace nízké.

SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se

Podle našeho předpokladu byly nalezeny vysoké korelace mezi paměťovými subtesty měřícími zrakovou WM a STM. Středně vysoké korelace byly nalezeny i v případě SPM. V případě úloh *n-back task* by tento fakt bylo možné vysvětlit tak, že k správnému pochopení principu úlohy jsou rozumové schopnosti zásadním předpokladem. Této interpretaci však brání fakt, že korelace mezi SPM a řešením paměťových matic byla dokonce vyšší, než korelace SPM a *n-back task*. Vysoká míra vztahu tedy může být zřejmě alespoň částečně vysvětlena pomocí shodné modality jak v případě tréninkových úloh, tak v případě SPM. Vztah mezi tréninkovými úlohami a sluchovými paměťmi naopak překvapivě potvrzen nebyl.

### 8.2.3. EFEKTIVITA TRÉNINKU U ROMSKÝCH DĚTÍ – SROVNÁNÍ ROZDÍLŮ MEZI PRETESTEM A RETESTEM V RÁMCI JEDNOTLIVÝCH SKUPIN

Dále byly srovnávány rozdíly mezi výsledky v pretestu a retestu v rámci sledovaných skupin. Tento postup se nám jevil jako korektnější vzhledem k tomu, že mezi skupinami ER experimentální skupina romských dětí) a KR (kontrolní skupina romských dětí) byly v pretestu ve dvou subtestech nalezeny významné rozdíly. Zabýváme se tedy zlepšeními mezi výsledky v pretestu a retestu bez závislosti na jejich absolutních hodnotách. Souhrnné výsledky jsou uvedeny v následující tabulce (tab. 26).

Tab. 26: Srovnání rozdílů mezi pretestem a retestem – u experimentálních skupin romských (ER) a českých (EC) dětí a u kontrolních skupin romských (KR) a českých (KC) dětí.

<b>ER</b>						
	<b>pretest</b>		<b>retest</b>		<b>úroveň p</b>	<b>Cohenovo d</b>
<b>SPM</b>	19,25	± 0,85	25,92	± 0,85	0,04	1,27
<b>vSTM</b>	4,75	± 0,14	7,50	± 0,16	≤0,001	1,98
<b>vWM</b>	18,58	± 0,22	21,58	± 0,35	0,02	0,71
<b>aSTM</b>	4,33	± 0,12	4,75	± 0,08	0,29	0,23
<b>aWM</b>	3,58	± 0,15	4,33	± 0,07	0,29	0,51
<b>SU</b>	48,92	± 0,87	56,17	± 0,93	0,04	1,12

<b>EC</b>						
	<b>pretest</b>		<b>retest</b>		<b>úroveň p</b>	<b>Cohenovo d</b>
<b>SPM</b>	42,43	± 0,17	44,06	± 0,15	0,04	0,31
<b>vSTM</b>	6,73	± 0,03	7,61	± 0,03	≤0,001	0,63
<b>vWM</b>	24,84	± 0,09	28,88	± 0,10	≤0,001	0,95
<b>aSTM</b>	6,16	± 0,03	6,35	± 0,03	1,00	0,10
<b>aWM</b>	4,61	± 0,03	5,49	± 0,03	≤0,001	0,60
<b>SU</b>	54,20	± 0,19	61,65	± 0,19	≤0,001	1,15

<b>KR</b>						
	<b>pretest</b>		<b>retest</b>		<b>úroveň p</b>	<b>Cohenovo d</b>
<b>SPM</b>	25,57	± 0,62	27,93	± 0,73	0,10	0,45
<b>vSTM</b>	6,86	± 0,10	5,29	± 0,11	≤0,001	-1,13
<b>vWM</b>	18,79	± 0,21	19,50	± 0,15	0,10	0,17
<b>aSTM</b>	6,21	± 0,07	5,71	± 0,12	0,34	-0,27
<b>aWM</b>	3,79	± 0,08	4,14	± 0,09	0,72	0,24
<b>SU</b>	45,21	± 0,98	49,00	± 0,85	0,58	0,58

<b>KC</b>						
	<b>pretest</b>		<b>retest</b>		<b>úroveň p</b>	<b>Cohenovo d</b>
<b>SPM</b>	44,04	± 0,30	44,77	± 0,20	1,00	0,14
<b>vSTM</b>	6,73	± 0,05	6,73	± 0,06	1,00	0,00
<b>vWM</b>	24,35	± 0,14	25,92	± 0,15	0,15	0,37
<b>aSTM</b>	6,00	± 0,06	5,65	± 0,07	0,21	-0,19
<b>aWM</b>	4,58	± 0,07	4,42	± 0,04	0,82	-0,11
<b>SU</b>	55,38	± 0,21	59,31	± 0,33	≤0,001	0,60

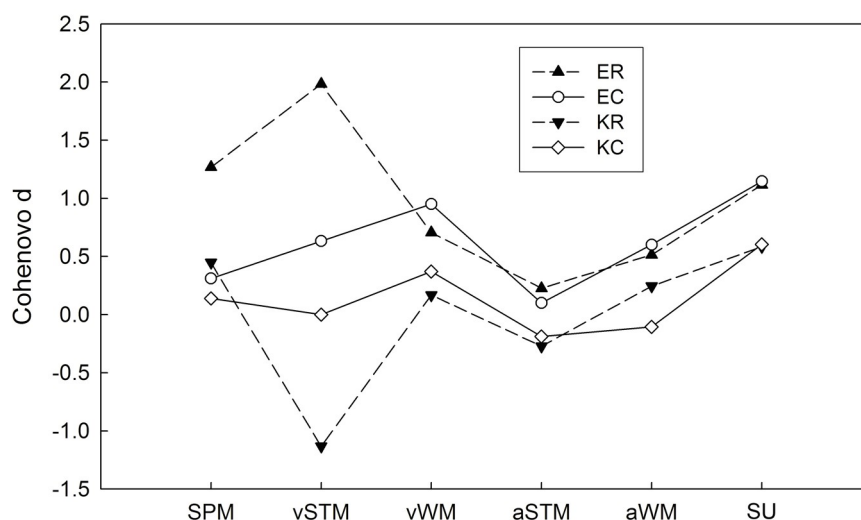
Šedě podbarvená políčka značí statisticky významné zlepšení, respektive střední až velký efekt tréninku v případě hodnot Cohenova d.

ER – experimentální skupina romských dětí, EC – experimentální skupina českých dětí, KR – kontrolní skupina romských dětí, KC – kontrolní skupina českých dětí, SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učít se.

S výjimkou SU v případě skupiny KC nebylo v kontrolních skupinách nalezeno žádné statisticky významné zlepšení mezi pretestem a retestem. Díky tréninku došlo ke statisticky významnému zlepšení u 5 z 6 sledovaných oblastí v případě českých dětí (EC) respektive u 4 z 6 sledovaných oblastí v případě romských dětí (ER).

Vzhledem k tomu, že sledované skupiny se mezi sebou lišily jak počtem členů, tak svými rozptyly, rozhodli jsme se o posouzení zlepšení mezi pretestem a retestem pomocí hodnoty Cohenova  $d$ , která lépe popisuje věcnou významnost zlepšení.<sup>37</sup> Získané hodnoty jsou uvedeny jak v tabulce, tak přehledněji v následujícím grafu (obr. 24).

Obr. 24: Srovnání hodnot Cohenova  $d$  pro sledované skupiny.



ER – experimentální skupina romských dětí, EC – experimentální skupina českých dětí, KR – kontrolní skupina romských dětí, KC – kontrolní skupina českých dětí, SPM – standardní progresivní matice, vSTM – krátkodobá zraková paměť, vWM – zraková pracovní paměť, aSTM – krátkodobá sluchová paměť, aWM – sluchová pracovní paměť, SU – schopnost učit se.

Z uvedeného grafu vyplývá, že hodnoty  $d$  víceméně kopírují výše uvedenou statistickou významnost, respektive tam, kde bylo zlepšení statisticky významné, ukazuje hodnota  $d$  minimálně na střední efekt.<sup>38</sup> Výjimkou je výkon skupiny EC v SPM. Zde byla vypočítaná statistická významnost spíše odrazem velikosti vzorku, než reálného zlepšení. V ostatních oblastech jsou hodnoty  $d$  v experimentálních skupinách vždy vyšší, než hodnoty  $d$  v kontrolních skupinách. Z grafu dále vyplývá, že zlepšení ve zrakových paměťových

<sup>37</sup> Popis způsobu výpočtu hodnoty Cohenova  $d$  je veden v kapitole 7.4.

<sup>38</sup>  $d \geq 0,80 \rightarrow$  velký efekt,  $d = 0,50 - 0,80 \rightarrow$  střední efekt a  $d = 0,20 - 0,50 \rightarrow$  malý efekt (Cohen, 1988; Sheskin, 2007)

subtestech (vSTM, vWM a SU) byla vyšší, nežli zlepšení ve sluchových subtestech (aSTM a aWM).

Rozdíly mezi experimentálními skupinami českých a romských dětí (ER a EC) jsou viditelné zejména ve výkonech SPM a vSTM, kde zlepšení ve skupině romských dětí bylo markantnější. Na rozdíl od skupiny EC tedy došlo u skupiny ER k transferu i do nejbližší oblasti.

#### 8.2.4. EFEKTIVITA TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU V OBLASTI ROZVOJE MATEMATICKÝCH

##### DOVEDNOSTÍ

Jak bylo uvedeno v kapitole zabývající se výzkumnými metodami (kap. 7), v pilotní verzi výzkumu jsme rovněž sledovali transferové zlepšení do oblasti matematických dovedností. V hlavní fázi sběru dat jsme matematické testy zadali pouze v pretestu. Vzhledem k tomu, že v případě českých dětí mnohé z nich atakovaly nejvyšší možné skóre, v retestu jsme již matematický test nezadávali. Výsledky v pilotní fázi výzkumu však byly velmi slibné a proto jsme se rozhodli je alespoň stručně načrtnout.

Z dětí zařazených do pilotní skupiny tvořilo 44 dětí (28 chlapců a 16 dívek) skupinu zařazenou do hlavního pilotního experimentu. Ve všech případech se jednalo o děti se středním či vyšším SES (děti s nižším SES nebyly do pilotního experimentu zahrnuty). Rozdíly mezi chlapci a dívkami nebyly statisticky významné. Experimentální skupina byla tvořena 27 dětmi, zbytek dětí byl zařazen do neaktivní kontrolní skupiny. V pretestové fázi nebyly nalezeny signifikantní rozdíly mezi tréninkovou a kontrolní skupinou v didaktickém testu matematických schopností (ukázka matematického testu je uvedena v příloze 8). Následovala tréninková fáze, ve které se experimentální skupina zúčastnila 400 minutového počítačového tréninku pracovní paměti (v kapitole zabývající se metodami - oddíl 7 - je pilotní program popsán pod názvem N-back-memory-matrix). Po této fázi podstoupily obě skupiny retest. Retestové úlohy byly analogické k úlohám pretestovým, nebyly s nimi však totožné. Bylo ukázáno, že experimentální skupina se v testu matematických schopností významně zlepšila. U kontrolní skupiny ke zlepšení nedošlo (kompletní výsledky jsou k nalezení v článku Vliv tréninku pracovní paměti na oblast vyšších poznávacích procesů, Páchová, 2012b).

#### 8.2.5. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ V OBLASTI EFEKTIVITY TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU

V oddíle zabývající se efektivitou tréninkového programu bylo ukázáno, že díky programu došlo ke statisticky významnému zlepšení výkonu v trénovaných úlohách.

Dále byl rovněž ukázán blízký transfer do 4 z 5 paměťových oblastí. Toto zlepšení bylo statisticky i věcně významné a to jak v porovnání s kontrolní skupinou, tak i při porovnávání pretestových a retestových výsledků v rámci experimentální skupiny.

Současně bylo ukázáno, že efekt tréninku byl vyšší v případě romských dětí z experimentální skupiny (v porovnání s experimentální skupinou českých dětí). Kromě blízkého transferu byl u této skupiny prokázán rovněž transfer do nejbvzdálenější oblasti (SPM). V datech získaných v rámci pilotního experimentu byly rovněž naznačeny benefity v oblasti matematických schopností.

### **8.3. SOUVISLOSTI MEZI RETESTOVÝM ZLEPŠENÍM A DALŠÍMI CHARAKTERISTIKAMI DĚTÍ V RÁMCI EXPERIMENTÁLNÍCH SKUPIN**

V předchozí kapitole bylo ukázáno, že díky tréninkovému programu došlo k významnému zlepšení některých kognitivních funkcí. V této kapitole se pokusíme zjistit, zda existuje souvislost mezi retestovým zlepšením a dalšími charakteristikami v experimentální skupině romských (ER) a českých (EC) dětí. Naším cílem je ověřit, zda existují u námi navrženého programu nějaká omezení, která by předem vylučovala využití u některých specifických skupin osob.

V zásadě jsme se zabývali charakteristikami, které lze označit jako charakteristiky kognitivní, motivační a socioekonomické. V dalším textu nejprve popíšeme, jakým způsobem byly jednotlivé charakteristiky definovány a následně se pokusíme najít mezi těmito charakteristikami souvislosti ve snaze objasnit příčiny efektu tréninku.

#### 8.3.1. POPIS VYBRANÝCH CHARAKTERISTIK

##### **8.3.1.1. Kognitivní charakteristiky**

Pro následující analýzu jsme vybrali 5 kognitivních charakteristik. První z nich byla nazvána *intelektové předpoklady* a byla počítána jako aritmetický průměr hodnot SPM v pretestu a v retestu.

Další charakteristikou byla *herní úroveň paměti*, jejíž hodnota se rovná úrovni, které dané dítě dosáhlo při závěrečném počítačovém testování.

*Efekt tréninku* byl počítán jako aritmetický průměr všech individuálních zlepšení v retestových úlohách (SPM, *Paměť na předměty*, *Paměť na korálky*, *Paměť na čísla*, *Paměť na čísla v opačném pořadí* a *Paměť na jména*). *Individuální zlepšení* se rovná procentuálnímu zlepšení mezi retestem a pretestem, bylo tedy počítáno podle vzorce:

$$\text{Individuální zlepšení} = [(\text{retest} - \text{pretest}) * 100] / \text{pretest}$$

Dále jsme pracovali s charakteristikou *zlepšení úrovně*, kterou je myšlen rozdíl mezi retestovou a pretestovou *herní úrovní paměti* (tj. rozdíl mezi diagnostickými počítačovými testy v retestu a pretestu).

Poslední kognitivní charakteristikou je pak proměnná *porozumění hře*, která značí výkon v testu porozumění úlohám typu *n-back task* (popis testu v kapitole 7.3., celý test uveden v příloze 4).

### 8.3.1.2. Motivační charakteristiky

Mezi motivační charakteristiky byly řazeny 4 hodnoty. První dvě vycházejí z dotazníku školní výkonové motivace žáků (Hrabal & Pavelková, 2011), ve kterém se pracuje se dvěma základními potřebami - potřeba úspěšného výkonu (*PUV*) a potřeba vyhnutí se neúspěchu (*PVN*).

Dále byl zadáván námi navržený dotazník (viz příloha 3), ve kterém měly děti na škále 1-10 určit, nakolik je trénink baví (1 vůbec nebaví, 10 baví maximálně). Tuto charakteristiku nazýváme *subjektivní zaujetí hrou*. Ve stejnou dobu jsme zkusili i my na stejné škále označit, nakolik se domníváme, že dané děti hra baví. Tato charakteristika byla nazvána *objektivní zaujetí hrou*<sup>39</sup>. Ve svých úvahách jsme vycházeli z pozorování zejména toho, jak se děti při hodinách soustředí, jakou vynakládají snahu a jak se zajímají o své výsledky. Jsme si vědomi toho, že zmiňované charakteristiky nemusí zdaleka odrážet jen to, jak hra děti baví. Stejně tak se dalo předpokládat, že vnitřně hra může bavit i dítě, které se nesnaží a naopak, že dítě, které se snaží, může být vedeno zcela odlišnými důvody než je to, že ho hra baví. Nicméně byla předpokládána souvislost mezi vnějšími pozorovanými charakteristikami dítěte a jeho

---

<sup>39</sup> Myšleno ve smyslu protikladu k subjektivnímu hodnocení samotným dítětem.



vnitřním prožitkem. Nakolik se tento předpoklad potvrdil, bude uvedeno dále v příslušné části textu.

### 8.3.1.3. Socioekonomické charakteristiky

Socioekonomické charakteristiky jsou syceny hodnotou SES. Způsob výpočtu této hodnoty je uveden v příslušném oddíle (7.3).

### 8.3.2. VZTAHY MEZI VYBRANÝMI CHARAKTERISTIKAMI

Výše bylo popsáno, jakým způsobem byly vybrané charakteristiky počítány, nyní budou prezentovány jejich vzájemné souvislosti. Celkové výsledky shrnuje následující tabulka (tab. 27 ).

Z níže uvedené tabulky je patrné, že většina korelací mezi skupinou kognitivních a motivačních charakteristik není významná a nebo je spíše nižší. Výjimkou je charakteristika *objektivní zaujetí hrou*, která středně vysoce koreluje jak s *herní úrovní paměti*, tak se *zlepšením úrovně* a *s porozuměním hře*. Uvedené aspekty budou více projednány v příslušných oddílech.

Tab. 27: Korelace mezi vybranými charakteristikami

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
<b>1. intelektové předp.</b>	1,00								
<b>2. herní úroveň paměti</b>	0,68	1,00							
<b>3. efekt tréninku</b>	-0,27	-0,14	1,00						
<b>4. zlepšení úrovně</b>	0,28	0,74	0,04	1,00					
<b>5. porozumění hře</b>	0,72	0,60	-0,29	0,28	1,00				
<b>6. PUV</b>	0,03	0,22	0,11	0,32	0,09	1,00			
<b>7. PVN</b>	0,13	0,10	0,06	0,17	-0,19	-0,14	1,00		
<b>8. obj. zaujetí hrou</b>	0,36	0,65	-0,02	0,61	0,51	0,27	-0,03	1,00	
<b>9. subj.zaujetí hrou</b>	0,00	0,16	0,06	0,25	0,15	0,24	-0,17	0,30	1,00
<b>10.SES</b>	0,69	0,36	-0,41	0,06	0,54	-0,02	-0,05	0,20	-0,02

Šedě jsou podbarveny statisticky významné korelace  $p \leq 5$ . Tmavě šedě jsou pak označeny korelace značící střední závislost.

SES – socioekonomický status, PUV – potřeba úspěšného výkonu, PVN – potřeba vyhnutí se neúspěchu

### 8.3.2.1. Efekt tréninku versus další sledované charakteristiky

V první řadě bylo naším cílem zjistit, s jakými charakteristikami souvisí *efekt tréninku*. Chtěli jsme ověřit, zda pro to, aby došlo k transferovému zlepšení do jiných oblastí je potřeba, aby se např. dítě snažilo a nebo aby ho trénink bavil.

Z výše uvedené tabulky (tab. 27) vyplývá, že parametr *efekt tréninku* s dalšími charakteristikami překvapivě příliš nesouvisí. Transferové zlepšení bylo víceméně nezávislé na *herní úrovni paměti* i na *intelektových předpokladech dítěte* a stejně tak i na *motivačních charakteristikách*. Středně vysoká korelace byla nalezena pouze ve vztahu k socioekonomickému statusu (SES) a to tak, že čím nižší SES byl u dítěte zjištěn, tím vyšší bylo jeho transferové zlepšení. Tento závěr je v souladu s předchozími zjištěními, ve kterých bylo ukázáno, že ve skupině ER (experimentální skupina romských dětí) byl efekt tréninku vyšší, než ve skupině EC (experimentální skupina českých dětí).

Výrazná omezení, která by limitovala využití tréninkového programu ve smyslu cílových osob tedy na našich datech ukázána nebyla.

### 8.3.2.2. SES versus další sledované charakteristiky

Jak bylo uvedeno v předchozím odstavci, SES středně vysoce koreloval s *efektem tréninku*. Statisticky významné korelace byly nalezeny i u dalších kognitivních charakteristik (uváděno od nejvyšších k nižším korelacím): *intelektové předpoklady*, *porozumění hře* a *herní úroveň paměti*. Tyto závěry prakticky rovněž pouze kopírují předchozí zjištění, ve kterých bylo ukázáno, že skupina ER dosahovala v kognitivních úkolech významně horších výsledků než skupina EC.

Pokud se zaměříme na vztah SES a motivačních charakteristik, žádné významné vztahy nebyly nalezeny. Přestože děti s nižším SES dosahovaly v tréninku horších výsledků, nelišily se od dětí s vyšším SES ani v oblasti výkonových potřeb a ani v oblasti *subjektivního* či *objektivního zaujetí hrou*. O vztahu výkonu a motivačních charakteristik bude podrobněji pojednáno níže.

### 8.3.2.3. Porozumění hře versus další kognitivní a motivační charakteristiky

Charakteristika *porozumění hře* korelovala středně vysoce zejména s dalšími kognitivními charakteristikami jako jsou *intelektové předpoklady* a *herní úroveň paměti* a dále

pak s *objektivním zaujetím hrou* a *SES*, což jsou v obou případech charakteristiky, které se vztahují i k dalším kognitivním charakteristikám.

Souvislost *porozumění hře* s motivačními charakteristikami, např. ve smyslu „když hře rozumím, víc mě baví“, prokázána nebyla.

#### 8.3.2.4. Subjektivní versus objektivní zaujetí hrou

Dále jsme se zabývali vztahem mezi *subjektivním* a *objektivním hodnocením* zaujetí hrou. Vztah mezi těmito dvěma koncepty byl potvrzen jen částečně. Byla sice nalezena statisticky významná korelace mezi tím, jak hodnotily své zaujetí děti a naším hodnocením, tato korelace však byla spíše slabší (0,3). Celkově děti měly k hraní pozitivnější vztah, nežli byl náš předpoklad (aritmetický průměr subjektivního zaujetí hrou  $7,3 \pm 0,04$ , objektivní zaujetí hrou  $5,2 \pm 0,04$ ).

Co je však překvapivější, je fakt, že dětmi uváděné hodnoty nekorelují s žádnou další zkoumanou kognitivní ani motivační charakteristikou – *intelektové předpoklady*, *paměťová herní úroveň paměti*, *efekt tréninku*, *zlepšení úrovně*, *porozumění hře* ani *výkonové potřeby*.

Oproti tomu *objektivní hodnocení* korelovalo s většinou uváděných charakteristik (uváděno od nejsilnějších po nejslabší korelace): *herní úroveň paměti*, *zlepšení úrovně*, *porozumění hře*, *intelektové předpoklady* a *PUV* (viz tab.).

#### 8.3.2.5. Subjektivní zaujetí hrou, výkonová motivace a kognitivní charakteristiky

Neexistence vztahu mezi *subjektivním zaujetím hrou* a dalšími charakteristikami jako je např. *zlepšení úrovně*, může v zásadě souviset s několika možnými vysvětleními, jejichž ověření by však bylo dosti komplikované. (1) Zaujetí hrou je možná natolik subjektivní prožitek, že ho nelze spojovat s žádnými pozorovatelnými vlastnostmi, nevede ani k větší snaze, ani k lepším výkonům. (2) Vztah mezi subjektivním zaujetím hrou a dalšími charakteristikami existuje, nicméně slabá vůle dětem neumožňuje, aby se projevil. (3) Mezi zaujetím a dalšími charakteristikami je vztah, nicméně takto pojaté sebereflexe nejsou sledované děti schopny. (4) V hodnocení dětí se odráží stylizace, respektive snaha zavděčit se. Rozřešit, která z možností je blíže pravdě, úplně nelze. O částečnou analýzu toho, jaké mechanismy stojí za snahou dítěte a za jeho herním zaujetím, se pokusíme níže ve spojitosti s výpověďmi vybraných dětí.

Následující tabulka (tab. 28) potvrzuje, že subjektivní zaujetí hrou je nezávislé na typu hráče<sup>40</sup>, naopak objektivní zaujetí hrou s typem hráče velmi souvisí.

Tab.28: Srovnání aritmetických průměrů hodnot subjektivního a objektivního zaujetí hrou u třech typů hráčů

	Subj. zaujetí hrou	Obj. zaujetí hrou
<b>Slabí hráči</b>	7,07	3,57
<b>Průměrní hráči</b>	7,51	5,09
<b>Dobří hráči</b>	7,27	7,73

Hodnoty uváděné v tabulce značí míru zaujetí hrou, které bylo hodnoceno na škále 1 – 10 a to tak, že čím vyšší je hodnota, tím vyšší je zaujetí.

Z tabulky dále vyplývá tendence pozorovatele k podceňování zaujetí - nejvíce u hráčů slabých a dále pak u hráčů podprůměrných. Naopak u dobrých hráčů se ukázala mírná tendence k přeceňování jejich zaujetí. Pozorovatel mohl implicitně ve svých hodnoceních zaujetí vycházet z toho, jak se hráčům dařilo. Co stojí za touto diskrepancí, která se nejvíce projevuje u slabých hráčů? Je to spíše tendence na straně pozorovatele k podceňování úsilí a zájmu u méně úspěšných, či je na vině subjektivní hodnocení vlastního zaujetí na straně dětí, kdy slabší hráči mají tendenci k přeceňování svého zájmu? Nebo se jedná o chybu konceptuální, kdy přespříliš spojujeme koncept zaujetí hrou s objektivně pozorovatelnými veličinami?

Vztah mezi *subjektivním zaujetím hrou* a dalšími charakteristikami tedy prokázán nebyl. Subjektivní zaujetí hrou nekorelovalo ani s výkonovými potřebami, s nimiž bychom korelace mohli očekávat. Dále jsme tedy zkusili zkombinovat charakteristiku *subjektivní zaujetí hrou* s charakteristikou *herní úroveň paměti* a vyzkoušet jejich vztah k výkonovým potřebám. Z logiky věci vyplývá, že lze předpokládat vyšší výkonové potřeby u skupiny dětí, které hra nebavila (nízké *subjektivní zaujetí*), ale zároveň byly schopny podat kvalitní výkony (*vysoká paměťová úroveň*).

Za účelem ověření této hypotézy jsme děti rozdělili do 4 skupin dle toho, (a) jak je hra baví (subjektivní hodnocení menší než 6 = hráče hra nebaví, vyšší nebo rovno 6 = hráče hra baví) a (b) jaké výkony ve hře podávali (hráči dobří a průměrní = vysoké výkony, hráči podprůměrní = nízké výkony). První skupinu tedy tvořily děti, které hra nebaví, ale jsou schopny podat výkon (Nv), druhou skupinou jsou pak děti, které hra nebaví a současně je

<sup>40</sup> Hráči, jejichž závěrečná úroveň v počítačovém retestu byla nižší nebo rovna 8, jsou považováni za slabé hráče, ti s úrovní větší nebo rovnou 13 jsou považováni za dobré hráče. Hráči, jejichž úroveň se nacházela mezi krajními hodnotami, jsou pak řazeni do skupiny průměrných.

jejich výkon nízký (Nn), ve třetí skupině jsou děti, které hra baví a jsou schopny vysokého výkonu (Bv) a konečně ve čtvrté skupině jsou děti, které sice hra baví, ale jsou nevýkonné (Bn). Hodnoty PUV a PVN u všech čtyř skupin jsme porovnali pomocí analýzy rozptylu. Signifikantní rozdíl byl zaznamenán pouze v případě hodnot PUV. Následná post hoc analýza (LSD test) ukázala následující rozdíly (viz tab. 29).

Tab. 29: Srovnání potřeb úspěšného výkonu u 4 skupin hráčů

	Nv	Nn	Bv
Nn	0,04		
Bv	0,60	0,00	
Bn	0,97	0,02	0,57

Šedě jsou podbarvena políčka značící statisticky významný rozdíl mezi potřebami úspěšného výkonu.

Nv – děti, které hra nebaví, ale jsou schopny podat výkon, Nn – děti, které hra nebaví a nedokáží podat výkon,

Bv – děti, které hra baví a dokáží podat výkon, Bn – děti, které hra baví a nedokáží podat výkon.

Byla tedy potvrzena hypotéza, že děti ze skupiny Nv mají signifikantně vyšší výkonovou potřebu ( $3,63 \pm 0,10$ ), než děti ze skupiny Nn ( $2,44 \pm 0,12$ ). Dále bylo ukázáno, že děti ze skupiny Nn mají současně signifikantně nižší potřebu úspěšného výkonu i než děti ze skupiny Bv a Bn.

To, co tedy úspěšné hráče, která hra nebavila, vedlo ke kvalitním výkonům, byla vysoká potřeba úspěšného výkonu. Naopak nezaujatí hráči s nekvalitními výkony nebyli tlačeni ani zájmem a ani potřebou. Z obdobného důvodu byla rovněž vysoká výkonová potřeba nalezena u skupiny dětí, která hra bavila a současně podávaly kvalitní výkony.

Herní úroveň paměti (výkony ve hře) je tedy zřejmě sycena jak subjektivním zaujetím hrou, tak PUV. Bylo ukázáno, že děti, které trénink nebavil, ale současně dosahovaly dobrých výsledků, mají signifikantně vyšší PUV, než děti, které dobrých výsledků nedosahovaly.

Výše bylo naznačeno, že pozorovaná snaha u dítěte nemusí nutně znamenat, že je hra subjektivně bavila (diskrepance mezi *subjektivním zaujetím hrou* a *objektivním zaujetím*). Pozorovaná snaha totiž může souviset i s rozložením výkonových potřeb a pravděpodobně i s dalšími charakteristikami. V rozhovorech jsme se tedy děti ptali, co je vedlo k tomu, že při hraní vynakládaly vyšší či nižší snahu.

Děti hovořily o obou základních druzích motivace – o motivaci vnitřní a o motivaci vnější. Jako vnitřní motivy děti uváděly obecný zájem o hru (hraju, protože mě tato činnost baví)<sup>41</sup> a snahu podat co nejvyšší výkon (sebepřekonávání se<sup>42</sup>/překonávání druhých<sup>43</sup>). První jmenované souvisí spíše se *subjektivním zaujetím hrou*, druhé pak s *potřebou úspěšného výkonu* (PUV). Kromě toho děti dále hovořily o vnějších motivech. Těmito pak pro ně nejčastěji byly odměny za pilné trénování<sup>44</sup> (jedná se rovněž o snahu podat co nejvyšší výkon, ale výkon zde není důležitý sám o sobě, ale důležitost získává až ve vztahu k možné odměně). Odměna však nemusí být pouze hmotná, ale je jí i např. to, že větší snaha přinese dřívější ukončení tréninku.<sup>45</sup> Mimo toto dělení pak stojí početně relativně hojně zastoupená skupina motivačních podnětů, vycházejících z přesvědčení dětí, že trénink je sám o sobě užitečný. Zde nelze jasně určit, jaké pohnutky stojí za těmito tvrzeními. Děti pravděpodobně obdobné fráze slyšely – ať již od nás, od učitelů, od rodičů a nebo z médií. Podpovrchovou motivací tedy může být jak snaha zavděčit se autoritám, tak i opravdový zájem dítěte zlepšit své paměťové dovednosti.<sup>46</sup>

Snaha dítěte je tedy zřejmě sycena *subjektivním zaujetím hrou* buď přímo („líbí se mi fotky zvířátek“) nebo prostřednictvím vnějších motivů („baví mě to, protože se potom rozdávají nálepky“). Snaha může být ovlivňována i přímo vnější motivací („vůbec mě to nebaví, ale hrozně chci získat toho plyšáka“) nebo potřebou úspěšného výkonu („hra mě nebaví, ale nesnesl bych, kdybych prohrál, proto se snažím“ nebo „baví mě soutěžit sám se sebou / s ostatními“)

---

<sup>41</sup> Celkem u 4 dětí (všechny romské) bylo z výpovědí zaznamenáno, že jejich dostatek či nedostatek snahy souvisel s tím, zda je předkládané hry bavily, či nikoli. Např. Pavel (58-R\_3+3+3): *Z jakýho důvodu mně to jako nutí snažit se? Nejspíš proto, že teď pořád hraju a už mi to jde, tak se snažím a pak třeba něco z toho mám a nebo jsou tam ty fotografie, ty mě baví hodně, tak se snažím, když mě to baví.*

<sup>42</sup> Např. Tobiáš (34-C\_2+2+1): *Mě nezajímá jestli jsem lepší, než třeba...támhle ten...prostě támhleten, ale hlavně že mám nějakou dobrou úroveň.*

<sup>43</sup> Tento typ motivace byl častější u romských dětí. Např. Ája (53-R\_3+3+3) to vyjádřila takto: *O nálepky mi nejde moc, ale vím že vede mě k tomu, abych byla lepší než Kryštof, protože on má vždycky nejlepší n.*

<sup>44</sup> Např. Týna (39-C\_3+2+2) popisuje, proč se nyní snaží více než v minulosti: *Nevěděla jsem že přinese plyšáky.*

<sup>45</sup> David (20-C\_2+1+1): *No, chci být lepší v tý paměti a chci to taky i dohrát.*

<sup>46</sup> Celkem byla takováto výpověď nalezena u 8 českých dětí. Děti v podstatě reflektují své obtíže s pamětí a předkládají svou víru, že paměťový trénink pro ně může být užitečný. Např.: Vali (07-C\_1+1+1): *Protože já mám hrozně děravou paměť a nikdy si nic nezapamatuju, že si mám třeba vyčistit zuby (smích).*

### 8.3.3. SHRNUÍ POVAHY VZTAHU MEZI KOGNITIVNÍMI, MOTIVAČNÍMI A SOCIOEKONOMICKÝMI CHARAKTERISTIKAMI HRÁČŮ

V tomto oddíle jsme se zabývali vztahy mezi vybranými charakteristikami. V první řadě byl naším zájmem vztah charakteristiky *efekt tréninku* s dalšími proměnnými. Bylo ukázáno, že tato charakteristika s ostatními příliš nesouvisí a že tedy využití tréninkového programu u různých skupin osob není nijak výrazně omezeno.

Jedinou proměnnou, která s charakteristikou *efekt tréninku* souvisela, je *SES*. Bylo potvrzeno, že čím nižší je *SES* rodiny, tím vyšší je *efekt tréninku*. V zásadě tedy byl znovu potvrzen náš předpoklad, že děti s nižším *SES* by mohly z podobných tréninkových programů těžit.

Dále jsme se zabývali vztahy mezi motivačními charakteristikami a jejich vlivem na charakteristiky kognitivní. Ukázalo se, že parametr *subjektivní zaujetí hrou* nesouvisí s žádnými kognitivními a ani s výkonovými potřebami. I přesto jsme se domnívali, že motivační oblast je v otázkách paměťového tréninku důležitou entitou. Aby trénink vůbec proběhl, je alespoň minimální míra elementární aktivity na straně hráče nutným předpokladem. Zabývali jsme se tedy motivačními charakteristikami dále a zjistili jsme, že vztah mezi *subjektivním zaujetím hrou* a *PUV* je zprostředkován skrze *paměťovou úroveň* – a to tak, že u hráčů, které hra nebavila a současně byli schopni podat kvalitní výkon, byla potvrzena vyšší *PUV*.

Z rozhovorů s dětmi dále vyplynulo, že vynakládání snahy ke hře je v zásadě syceno vnitřními a vnějšími motivy (*subjektivní zaujetí hrou, potřeba úspěšného výkonu*).

## 8.4. SHRNUÍ VÝLEDKŮ VÝZKUMU

Hlavním cílem naší studie bylo ověřit efektivitu jádrového tréninku pracovní paměti (WM) s důrazem na efekt u dětí z nižšího sociokulturního prostředí. Nejprve tedy bylo potřeba (1) prozkoumat vztah mezi paměťovým systémem a rozumovými schopnostmi, dále pak (2) ověřit efektivitu námi navrženého programu určeného k tréninku pracovní paměti a prozkoumat možný transfer do dalších oblastí, (3) ověřit efektivitu programu u dětí z nižšího sociokulturního prostředí a porovnat benefity se skupinou dětí pocházejících z vyššího sociokulturního prostředí a (4) objasnit vztah efektu tréninku a dalších proměnných.

Ve výsledkové části se nejdříve zabýváme vztahem mezi paměťovým systémem a rozumovými schopnostmi. Významný vztah mezi rozumovými schopnostmi a WM byl na našich datech prokázán, čímž byl splněn první předpoklad pro další úvahy o možnostech rozvoje vyšších poznávacích procesů prostřednictvím tréninku dílčích paměťových funkcí.

Dále jsme se zabývali ověřováním efektivity tréninkového programu. Nejprve bylo ukázáno, že díky tréninku WM došlo k významnému zlepšení v tréninkových úlohách. Následně bylo potvrzeno, že toto zlepšení s sebou přineslo rovněž zlepšení v oblasti blízkého transferu. Efekt tréninku byl potvrzen u 4 z 5 sledovaných paměťových funkcí. Efekt do oblasti SPM (*Ravenovy standardní progresivní matice*) však nebyl na celkových datech potvrzen.

Efekt tréninku byl potvrzen i v experimentální skupině romských dětí (ER). Dokonce bylo ukázáno, že tento efekt je věcně vyšší, než efekt ve skupině českých dětí (EC). Na rozdíl od skupiny EC byl u skupiny ER rovněž potvrzen vzdálený transfer do oblasti SPM. Současně bylo ukázáno, že proměnná *efekt tréninku* nesouvisí s žádnou jinou sledovanou charakteristikou (motivační ani kognitivní), s výjimkou hodnoty SES. Byl tedy potvrzen předpoklad, že tréninkový benefit je u dětí s nižším SES vyšší, což může souviset s předpokládanou vyšší mírou nerealizovaného potenciálu v zóně nejbližšího vývoje (Páchová & Rendl, 2013).



## 9. DISKUZE

Cílem práce bylo ověřit možnosti rozvoje vyšších poznávacích funkcí pomocí tréninku funkcí bazálnějších s důrazem na kognitivní rozvoj u dětí s nižším socioekonomickým statusem (SES). Za tímto účelem jsme nejprve analyzovali literaturu v oblasti vztahu vyšších poznávacích procesů a bazálnějších funkcí a vytypovali jsme funkce, které s vyšším poznávacími procesy nejvíce souvisí. Následně jsme prokázali, že u dětí z rodin s nižším SES bývají námi vytypované funkce oslabené a že lze tedy předpokládat, že by tyto děti mohly z našeho programu těžit.

Dále jsme tedy navrhli tréninkový program, který jsme následně evaluovali na skupině českých a romských dětí.

V další části textu se pokusíme naše výsledky interpretovat ve vztahu k současným studiím, které se touto problematikou zabývají.

### 9.1. VZTAH PRACOVNÍ PAMĚTI A INTELIGENCE

#### 9.1.1. STRUKTURA PAMĚTI

V teoretické části práce jsme se nejprve zabývali paměťovým systémem a to především proto, abychom dále mohli zjišťovat, jaká část paměti nejvíce zprostředkovává vztah k vyšším poznávacím procesům.

Většina studií vychází v zásadě z tříložkového paměťového modelu – pracovní paměť (WM), krátkodobá paměť (STM) a dlouhodobá paměť (LTM), který ještě bývá dělen do oblastí podle modalit (sluchová vs. zraková paměť). Pomocí faktorové analýzy byly vytypovány 3 faktory, které vysvětlují většinu rozptylu našich pretestových dat. První faktor jsme nazvali faktorem vyšších poznávacích procesů a je nejvíce sycen výkonem v Ravenových standardních progresivních maticích (SPM), dále socioekonomickým statusem (SES), částečně výkonem v matematickém testu a v subtestech měřících zrakovou paměť (pracovní - vWM, krátkodobou - vSTM). Druhý faktor je pak faktor STM a je sycen zejména výkonem v testech STM a dále pak výkonem v sluchové pracovní paměti (aWM). Třetí faktor pak odpovídá nejvíce konceptu WM (subtest SU – schopnost učit se), vWM a částečně a WM.

#### 9.1.1.1. LTM/SU versus STM

Rozlišení paměti na STM a LTM má dlouhou tradici a v jejich oddělování, opírajícím se zejména o potřebnou délku udržení informace, nejsou výraznější potíže. Na našich datech se nemůžeme tímto vztahem zabývat, jelikož v rámci testů zadávaných v pretestu a retestu nebyla LTM měřena. Měřena ale byla schopnost učit se (SU), o které předpokládáme, že stojí na pomezí LTM a WM. Mohli bychom tedy předpokládat výraznější vazbu mezi WM a SU, nežli mezi SU a STM. Na našich datech byl tento předpoklad potvrzen. Vazba mezi SU a STM byla výrazně slabší, než vazba mezi SU a WM. Ve faktorové analýze navíc bylo ukázáno, že SU byla nejvíce sycena právě faktorem WM.

#### 9.1.1.2. LTM/SU versus WM

Odlišení LTM a WM již nebývá vždy tak jednoznačné. Jde zejména o to, že někteří autoři předpokládají existenci procesů, které jsou spjaty jak s WM, tak s LTM. Jedná se zejména o procesy vybavovací (*cue dependent search, retrieval*). Např. Unsworth a Engle (2007) předpokládá, že kapacita WM je přibližně 4 položky. Pokud jsou prezentovány více než 4 položky, musí být stávající položky přesunuty do LTM, aby mohly být v STM nahrazeny položkami novými. Z LTM jsou následně položky vybavovány pomocí procesu vybavování. Zdá se tedy, že se oba koncepty do jisté míry překrývají. Na vztah mezi WM a LTM upozorňuje rovněž Cowan (např. 2010), jehož pohled na WM lze zjednodušeně interpretovat jako pohled na aktivovanou část LTM.

Do našeho experimentu nebylo měření LTM explicitně zahrnuto. Měřena však byla funkce SU, která stojí mezi WM a LTM. Mezi WM a SU byla nalezena středně významná korelace, která byla statisticky významnější, než vazba mezi SU a výkonem v testech STM.

#### 9.1.1.3. STM versus WM

Ještě obtížnější situace panuje v rozlišení STM a WM. K této problematice jsme v literatuře našli několik přístupů. První přístup vychází z myšlenky neoddělitelnosti WM a STM, obě funkce jsou v podstatě považovány za totéž. Druhý přístup pracuje s termíny nadřazenosti a podřazenosti. Některé studie prokazují, že STM je součástí WM (Cowan, 1988, 1995; Talmi, Grady, Goshen-Gottstein, & Moscovitch, 2005), existují však rovněž studie ukazující opak – tedy že WM je součástí STM (Seamon & Kenrick, 1994). Obdobně

jako ve vztahu LTM a WM se hovoří o tom, že STM a WM sdílejí některé shodné procesy. V tomto případě se jedná o proces aktivního uchování – *active maintenance*, který je společný pro obě paměťové složky. Konečně třetí skupina studií považuje STM a WM za dvě samostatné funkce (Kane et al., 2004; Swanson & Luxenberg, 2009).

Vzhledem k našemu přístupu k WM jakožto k systému umožňujícímu aktivní uchování informace v mysli i její vybavení za účelem vyřešení problému a navzdory interferenci, která udržení informace komplikuje (Páchová, 2012a), se tedy nejvíce přikláníme k pojetí nadřazenosti WM nad STM. STM považujeme za svébytný krátkodobý sklad ve smyslu fonologické smyčky či zrakově-prostorového náčrtníku, který je nutný pro zdárné fungování WM.

Naše data nám však neumožňují výše uvedená pojetí experimentálně zcela vyvrátit ani ověřit. Mezi oběma koncepty byla nalezena středně vysoká korelace. Zřejmě se tedy nejedná ani o zcela samostatné funkce a ani o funkce, jež by bylo možné považovat za totožné. Určit, která funkce je nadřazená či podřazená, je však velmi obtížné. Dalo by se předpokládat, že pokud je výkon v úlohách měřících WM podmíněn správným fungováním STM, mohou existovat děti, které dosáhnou vysokého výkonu v STM a současně nízkého výkonu ve WM, ale nikdy naopak. Za účelem ověření této hypotézy jsme rozdělili děti na třetiny dle toho, jaký byl jejich výkon v jednotlivých paměťových indexech (děti podprůměrné, průměrné a nadprůměrné). Ukázalo se, že ze 163 dětí jich 72 dosáhlo shodného výkonu v testech STM i WM (v obou případech výkony podprůměrné, průměrné, či nadprůměrné). Děti, jejichž výkon se lišil o dva stupně (tedy např. nadprůměrný výkon ve WM a podprůměrný v STM), bylo minimum (celkem se jednalo o 12 dětí, přičemž u 5 z nich převažoval výkon v STM a u 7 z nich výkon ve WM). Na našich datech tedy není možné uvedenou hypotézu potvrdit.

#### **9.1.1.4. Sluchová versus zraková paměť**

Podle modelu Baddeleyho a Hitcha (1974) je WM tvořena zrakovým a sluchovým skladem (zrakově-prostorový náčrtník a fonologická smyčka) a centrální exekutivou. Dva sklady se starají o aktivní uchování informací a centrální exekutiva je zodpovědná za zaměření pozornosti na relevantní informace a za koordinaci kognitivních procesů, které existují simultánně.

Oproti tomu Cowan považuje Baddeleyho dělení skladů za nadbytečné (Cowan, 2010). Vychází při tom z předpokladu, že v mnoha úkolech, ve kterých je nutné zapamatovat si řadu zrakových stimulů, lze tyto stimuly rovněž kódovat akusticky. V naší testové baterii se

jedná např. o subtest *Paměť na předměty*, kdy si mnoho dětí, kromě zrakového kódování, jednotlivé předměty rovněž hlasitě opakuje. Z rozhovorů s dětmi vyplynulo, že některé z nich využívají takovou strategii dokonce vědomě, kdy si např. vymýšlejí krátké verbální příběhy, ve kterých figurují předkládané předměty a nebo i čistě zrakový materiál kódují verbálně<sup>47</sup>.

Na základě analýzy literatury a praktické zkušenosti s dětmi jsme tedy předpokládali, že mezi testy měřícími sluchovou a zrakovou paměť bude nalezena statisticky významná korelace. Tento předpoklad byl sice potvrzen, ale nalezená závislost byla spíše nižší. Podle výše uvedeného modelu vztahu zrakové a sluchové paměti bychom rovněž mohli předpokládat existenci dětí, které budou úspěšné v testech zrakové paměti a současně neúspěšné v testech sluchové paměti, ale nikoli obráceně. Při ověření této hypotézy jsme postupovali shodně jako v případě rozdílů WM a STM. I v tomto případě však bylo dětí, které byly nadprůměrné v úkolech jednoho typu a současně podprůměrné v úkolech druhého typu, velice málo. Hypotézu tedy nebylo možné pomocí našich dat ověřit.

Vzhledem k povaze našich dat tedy není možné přesně rozřešit vztahy uvnitř paměťového systému, zvláště ve smyslu podřazenosti a nadřazenosti určitých systémů. Nicméně korelační studií bylo prokázáno, že vazba mezi WM a STM a dále pak vazba mezi WM a SU je statisticky významnější, než vazba mezi SU a STM. Zdá se tedy, že naše data v zásadě potvrzují jedinečnost postavení WM ve středu paměťového systému (např. Shelton, 2010) a stojí v opozici ke studiím, které buď existenci paměťových podsložek popírají (např. Colom et al., 2006a, b) a nebo jednotlivé typy paměti považují za absolutně samostatné entity (např. Kane et al., 2004; Swanson & Luxenberg, 2009).

### 9.1.2. PAMĚŤ A INTELIGENCE

Z analýzy studií zaměřených na vztah paměti a inteligence bylo ukázáno, že právě WM bývá spojována s funkcí, která s inteligencí nejvíce souvisí (Ackerman et al., 2002; Colom et al., 2004, 2006a, b; Shelton et al., 2010; Mogle et al., 2008; Unsworth & Engle, 2007). Existují však rovněž studie, které poukazují na významnost LTM ve vztahu k vyšším poznávacím procesům (Mogle et al. 2008), respektive na významnost procesů spojených se STM (Shelton et al., 2010).

---

<sup>47</sup> Např. Vali (07-C\_1+1+1) popsala způsob zapamatování prostorového n-back tasku takto: *Vlastně, nepamatuju si jaký okýnka, ale já si říkám, zprava, zleva a takhle nějak jakoby do nějakého tvaru to dám.*

Naše analýza studií, zabývajících se neurokoreláty paměti a inteligence se přiklání nejvíce ke vztahu inteligence a WM. V příslušné kapitole bylo naznačeno, že mozkové oblasti zodpovědné za řešení úkolů inteligenčního testu (např. Jung & Haier, 2007) a za fungování pracovní paměti (např. Chein et al., 2011) se překrývají.

Obě funkce bývají spojovány s frontoparietální oblastí. Výzkumně bylo ukázáno, že vyšší kapacita WM je spojena s vyšší aktivací příslušné frontoparietální oblasti. Ukazuje se, že intenzivní trénink WM vede ke zvýšení aktivity ve frontoparietální oblasti (Olesen et al., 2004). Tento fakt umožňuje předpokládat, že tréninkem WM může dojít jak ke zlepšení výkonu v úkolech WM, tak v oblastech spojených s vyššími poznávacími procesy. Při jiných typech tréninku, např. při tréninku LTM nebo tréninku motorických dovedností, však bývá často ukazováno spíše na snížení aktivity v mozkových oblastech následně po tréninku dané funkce (např. Klingberg & Roland, 1998). Jde však vždy o trénink funkcí, u nichž je předpokládána automatizace procesů spojených s vykonáním naučených úkolů. Trénink WM se tedy od výše uvedených svým zaměřením liší.

Výsledky naší korelační studie vztah WM a inteligence potvrzují. Mezi celkovým indexem paměti a inteligence byla nalezena středně vysoká korelace. Všechny paměťové systémy WM, STM i SU pak statisticky významně korelovaly se SPM, ale vztah WM a SPM byl statisticky významně těsnější, než vztahy SPM a ostatních paměťových systémů. Obdobné výsledky byly naznačeny i pomocí faktorové analýzy, kdy bylo ukázáno, že většina rozptylu daného sledovanými oblastmi by mohla být vysvětlena pomocí jednoho faktoru.

Naše výsledky tedy potvrzují závěry učiněné v teoretické části, že tedy právě WM zprostředkovává vztah paměti a vyšších poznávacích procesů. Dále bylo ukázáno, že při rozlišení WM na paměť sluchovou a zrakovou, je to právě zraková WM, u které byl ukázán nejtěsnější vztah k vyšším poznávacím procesům.<sup>48</sup>

## **9.2. EFEKTIVITA JÁDROVÉHO TRÉNINKU PRACOVNÍ PAMĚTI**

### **9.2.1. TYPY TRÉNINKU BAZÁLNÍCH FUNKCÍ**

Při analýze stávající literatury k možnostem tréninku dílčích kognitivních funkcí jsme zjistili existenci dvou typů tréninku. Přístup k tréninku je možné rozdělit do dvou oblastí. Tou první je oblast specifického tréninku (*domain-specific*), která zahrnuje zejména trénink

<sup>48</sup> Musíme ale podotknout, že vyšší poznávací procesy byly v našem případě měřeny performačním testem – tudíž testem modalitně shodným právě se zrakovou WM.

specifických strategií určených k lepšímu zapamatování. Druhou oblastí je pak trénink všeobecný (*domain-general*), který jde hlouběji k funkcím, které přímo nesouvisí se zapamatovávaným materiálem, ale jsou pro fungování paměťových procesů velmi podstatné, např. kontrola pozornosti, aktualizace paměťových bufferů či redukce informací přicházejících z irelevantních zdrojů (Morrison & Chein, 2011). Někdy se hovoří rovněž o tréninku explicitním v kontrastu k tréninku implicitnímu (Klingberg, 2010).

Na základě tohoto dělení lze pak rozlišovat studie, které se zaměřují na trénink specifického aspektu WM tj. na trénink strategií, *strategy training* a všeobecného aspektu, tj. na jádrový trénink, *core training* (Morrison & Chein, 2011).

Z analýzy literatury vyplynulo, že efektivita jádrového tréninku pracovní paměti je vyšší a umožňuje lepší využití tréninkových zisků do dalších transferových oblastí (Cowan et al., 2005; Lépine et al., 2005).

Náš tréninkový program byl navržen na základě zrakové podoby paradigmatu jádrového tréninku. Porovnání efektivit mezi jádrovým tréninkem a tréninkem strategií tedy není na našich datech možné. Nicméně z rozhovorů s dětmi vyplynulo, že dělení na oba typy tréninkových paradigmat není zdaleka tak jednoznačné, jak by se na první pohled mohlo zdát. Každé dítě totiž k trénování přistupuje svým vlastním způsobem. Popisy některých dětí k otázce, jakým způsobem přistupují k tréninkovému programu opravdu naznačují, že se jedná spíše o trénink implicitní, který je nezávislý na povaze materiálu<sup>49</sup>. U jiných dětí však bylo pozorováno rozvíjení vlastních strategií k lepšímu zapamatování daného materiálu<sup>50</sup>. Samozřejmě, že se ani v tomto případě nejednalo o žádný explicitní výcvik tréninkových strategií, ale vzhledem k tomu, že trénink trval relativně dlouho a že jednotlivé děti mohly své strategie sdílet se svými spolužáky, není již hranice mezi oběma typy tréninků zdaleka tak ostrá.

S tréninkem a měřením transferu do dalších oblastí je však ještě jedna potíž, která do značné míry souvisí s předchozím odstavcem, ve kterém bylo naznačeno, že stejný tréninkový materiál může u různých dětí oslovovat jinou funkci. Nejde jen o způsoby kódování, ale i o způsoby rozumění tréninkové úloze. Z rozhovorů s dětmi vyplynulo, že ne všechny děti

---

<sup>49</sup> Např. Míra (54-R\_3+x+3) popisuje svou zkušenost s hrami typu n-back takto: *Já se na to prostě koukám a jak já mám tu obrazovku jasnou...jako že jí mám světlou, tak já tam pořád vidím ty obrázky.*

<sup>50</sup> Např. Lija (09-C\_1+1+1) na otázku k tomu, jak hraje hru typu n-back odověděla: *Když je to kreslené, tak říkám...když bude třeba nejdřív žralok a potom třeba kočička, tak..já řeknu třeba žralok, kočička, nebo žralok snědl kočičku, a nebo si to prostě zapamatuju.*

rozuměly úlohám stejně, z čehož vyplývá, že i zapojená funkce musela být u různých dětí jiná.

Např. hru typu zrakový *n-back task* některé děti chápaly jako jednoduchou rekogniční úlohu – stisknout tlačítko je třeba tehdy, když se objeví daný obrázek podruhé<sup>51</sup> a nebo se řešením nechtěly zabývat.<sup>52</sup> U takovýchto dětí bylo pochopitelně zatížená pracovní paměť mnohem nižší, nežli u dětí, které princip chápaly správně a pochopení se snažily aplikovat.<sup>53</sup> Obdobně může být různé zatížení pracovní paměti způsobeno i užíváním strategií typu chunkování<sup>54</sup> Neporozumění principu, případně užití pomocných strategií však musíme odlišit od jevu, který bychom mohli nazvat implicitním kódováním. Zatížení WM, tak jak s ním v celém zbytku práce nakládáme, v tomto kontextu není relevantní. Jde o výpovědi dětí, které ve své podstatě směřovaly k implicitní či pocitové strategii trénování. Děti hovořily o jakémisi nutkání určit zapamatovávaný prvek.<sup>55</sup> Tato zjištění jsou v souladu s výše uvedenou tezí, že tréninkové benefity jsou ovlivněny individuálními přístupy jednotlivých trénujících osob a trénink tedy může u různých osob ovlivňovat různé funkce. Paralely můžeme najít v teoriích implicitního učení, kde bylo např. ukázáno, že i pacienti s poškozením středního temporálního laloku jsou schopni implicitního učení. V jednom typu úloh je úkolem předpovídat počasí (deštivo/slunečno) na základě uskupení 4 karet. Předem nejsou známa žádná pravidla, ale ihned poté, co participant určí jednu z možností, dostává zpětnou vazbu o správnosti či chybě svého rozhodnutí. V takovémto typu úloh se dokáží zlepšit právě i pacienti s mozkovým poškozením v oblasti středního temporálního laloku. Na rozdíl od zdravých probandů však pacienti nejsou schopni explicitně „zjištěná“ pravidla verbalizovat. Výzkumy pomocí zobrazovacích technik následně ukázaly, že zatímco u pacientů byla při řešení aktivována

---

<sup>51</sup> Např. Pepa (60-R\_3+3+3) si při vsvětlování porozumění úloze typu zrakový *n-back task* stěžoval: *Protože mám pořád dělat hlásit a já to třeba dám hlásit správně a ono mi to ukáže že je to špatně. A jak to děláš? Já to tam dávám, když to tam je ještě jednou, pak je smajlík.*

<sup>52</sup> Důvodem některých dětí je nedostatek vůle. To je příklad Bertíka (26-C\_2+1+1). I z jeho kódu je patrné, že pochopení principu je vynikající, ale ne zcela využité. Obrázek o chlapci dokresluje následující rozhovor. Bertík: *Ale zapamatovávám si to tak, že když je tam třeba ta kapybara a pak je tam po pár obrázcích zase kapybara, tak to risknu, že to třeba bude vono.* Tazatel: *Takže chápeš že záleží na pořadí, ale když nevíš tak tipneš.* Bertík: *Občas to vyjde a občas ne.* Tazatel: *Zkoušíš si to ještě nějak zapamatovávat, nebo to jenom tipuješ?* Bertík: *Jenom to tipuju.*

<sup>53</sup> Např. Veru (14-C\_1+1+1): *Že si jako v duchu třeba opakuju ty zvířátka jak jdou za sebou*

<sup>54</sup> Lija (09-C\_1+1+1): *Tak třeba, když tady bude jeden zdravý a zdravý a zdravý tak, podle mě, je to trojúhelník. Takže já už si to přestávám pamatovat a řeknu si, že tady začíná trojúhelník.*

<sup>55</sup> Např. DavidA (20-C\_2+1+1) k prostorovému *n-back* tasku uvedl: *Vidím to před očima.* Nebo Mira (54-R\_3+x+3) popisuje svou zkušenost takto: *„Já se na to prostě koukám a jak já mám tu obrazovku jasnou...jako že jí mám světlou, tak já tam pořád vidím ty obrázky.“*

oblast striata, u zdravých osob byl aktivován střední temporální lalok. Tyto výsledky tedy naznačují, že učení může probíhat v různých modech (v tomto případě jak v implicitním, tak v explicitním modu) pomocí zapojení odlišných funkcí i přesto, že behaviorální testové výsledky mohou být obdobné (Foerde, 2010).

### 9.2.2. JÁDROVÝ TRÉNINK PRACOVNÍ PAMĚTI A MOŽNOSTI TRANSFEROVÉHO ZLEPŠENÍ

Výsledky jednotlivých studií v oblasti jádrového tréninku se mezi sebou dosti liší a liší se i výsledky jednotlivých metaanalýz. Někteří autoři metaanalýz ukazují efektivitu tréninkových programů ve smyslu možností transferu do dalších oblastí (Sternberg, 2008, Klingberg, 2010; Jaeggi, et al. 2011; Morrison & Chein, 2011), jiné ji striktně odmítají (Melby-Levrag & Hulme, 2013; Shipstead, et al. 2012).

Z naší analýzy studií zaměřených na možnosti jádrového tréninku vyplynulo, že efektivitu tréninkového programu lze v zásadě měřit dvěma způsoby. Tím prvním je zjišťování transferu do blízkých, příbuzných oblastí oblasti trénované a tím druhým je sledování transferu do oblastí vzdálenějších.

V teoretické části jsme se pokusili o srovnání jednotlivých studií z hlediska toho, který typ transferu byl ve studii prokázán. Jednotlivé studie se však mezi sebou lišily - jak tréninkovým programem, tak celkovým teoretickým přístupem k pojetí transferových zlepšení a také ve způsobu definování jednotlivých funkcí. Aby tedy srovnání mezi studii bylo relevantní, nastavili jsme si vlastní kritéria toho, co považujeme za blízký či vzdálený transfer a také toho, jaké testy budeme považovat za nástroje měřící sledované funkce.

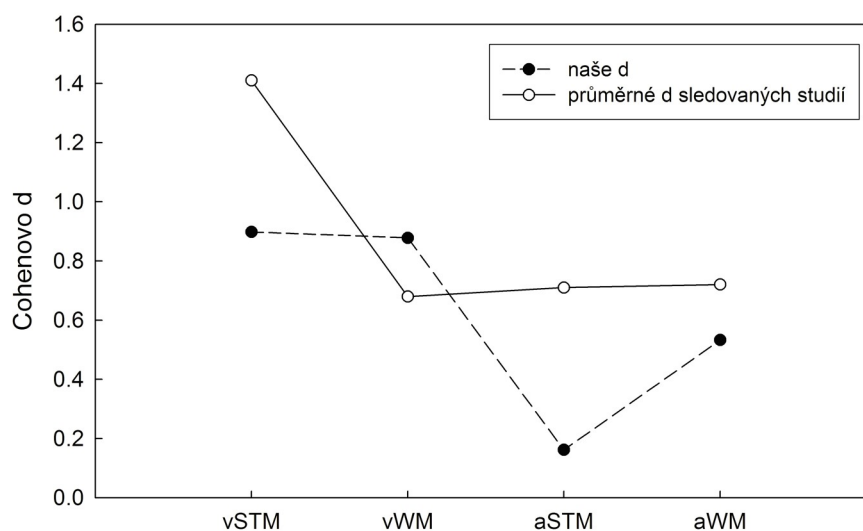
#### 9.2.2.1. Blízký transfer

V oblasti blízkého transferu se jednalo o sledování tréninkových benefitů v testech měřících stejnou či příbuznou funkci jinými testovými úlohami, než byly úlohy tréninkové. Vzhledem k tomu, že ne všechny studie byly striktně zaměřeny pouze na trénink jedné funkce (např. zrakové WM), všechny testy měřící paměťové funkce jsme považovali za testy blízkého transferu.

Zjistili jsme, že většina studií, která se zabývala blízkým transferem do dalších paměťových oblastí, transferové zlepšení prokázala. V následujícím grafu (obr. 24) uvádíme aritmetické průměry hodnot Cohenova  $d$  získané z analyzovaných studií a srovnáváme je s našimi výsledky.



Obr. 24: Srovnání hodnot Cohenovo d u analyzovaných studií a u našich dat v paměťových subtestech



Z grafu je patrné, že na rozdíl od analyzovaných dat se na našich datech nepodařilo prokázat transfer do oblasti aSTM. Dalším rozdílem je, že transfer do oblasti vSTM byl v případě analyzovaných studií výraznější, nežli tomu bylo na našich celkových datech. V ostatních ohledech paměťového transferu jsou výsledky srovnatelné.

Pokud se podíváme konkrétně na studie, u nichž byl sledován transfer do oblasti aSTM, zjistíme, že se jedná o celkem 6 studií. U 5 z nich pak byl transfer prokázán (Cohenovo  $d \geq 0,5$ ). Jedná se o následující výzkumné studie: Klingberg et al., 2005, Thorell et al., 2009, Bergman Nutley et al., 2011, Holmes et al., 2009, Holmes et al., 2010. Z oddílu 3.2.3. pak vyplývá, že pouze v případě výzkumů Thorell et al., 2009, Bergman Nutley et al., 2011 se jedná opravdu o vzdálenější typ blízkého transferu, tak jak tomu bylo v naší studii (aSTM nebyla v těchto studiích, stejně jako v naší, zahrnuta mezi tréninkové úlohy).

Co se týče funkce vSTM, ve všech studiích, které se transferem do této oblasti zabývaly, bylo nalezeno statisticky významné zlepšení a efekt věcného zlepšení byl vysoký ( $d \geq 0,80$ ). Vysoký efekt byl potvrzen i na našich datech, ale tento efekt byl nižší, než průměrný efekt v analyzovaných studiích.

V oblasti vWM, tedy v našem případě v oblasti nejbližšího transferu, byl našimi daty potvrzen vysoký efekt zlepšení ( $d = 0,88$ ). U naší studie se jedná spolu s efektem v oblasti vSTM o nejvyšší tréninkový efekt, což bylo možné vzhledem k povaze tréninku předpokládat.

Průměrný efekt u analyzovaných studií byl u vWM střední ( $d = 0,68$ ), nalezen byl ve 4 ze 7 studií, které se transferem do této oblasti zabývaly. Vzhledem k tomu, že většina studií prezentovala svůj program jakožto trénink WM, není toto číslo příliš vysoké. Vysoký efekt byl nalezen ve studii Bergman Nutley et al., 2011 a Holmes et al., 2009, kde byla vWM trénována přímo, ale rovněž ve studii Borella et al. 2010, v níž je transfer do oblasti vWM možné považovat za transfer vzdálenější, jelikož tréninkové úlohy v této studii byly zadávány ve sluchové modalitě. Bez efektu pak skončil trénink jak v obou experimentech Schmiedek et al., 2010, tak ve studii Chooi & Thompson, 2012.

Dalo by se usuzovat, že relativně nepřesvědčivé výsledky v oblasti nejbližšího transferu mohou být způsobeny tím, že v mnoha studiích bylo pod název trénink WM zařazeno mnoho úloh zaměřených rovněž na trénink STM. To určitě platí pro platformu tréninkového programu Cogito (Schmiedek et al., 2010), u něhož se opravdu transfer do oblasti vWM nepodařilo prokázat. Na druhou stranu lze tuto výtku vztáhnout i na tréninkové paradigma Cogmed (např. Klingberg et al., 2005), u něhož k transferu do vWM došlo. Dostupná data nám tedy v současné době neumožňují tuto diskrepanci rozřešit.

V oblasti aWM byl jak u našich dat, tak i u dat analyzovaných studií potvrzen střední efekt tréninku. Ze 6 studií, které se transferem do této oblasti zabývaly, však u 4 z nich nebyl efekt pozorován. Naopak u zbylých dvou Holmes et al., 2009 a Borella et al. 2010 byl tréninkový efekt vysoký. Vzhledem ke sluchové modalitě v případě studie Borella et al. se opět jedná o bližší typ transferu, než je tomu v ostatních studiích. Trénink aWM však byl zahrnut rovněž do studie Jaeggi et al., 2008, v níž transferový efekt do této oblasti prokázán nebyl.

Celkově tedy můžeme konstatovat, že naše data potvrdila existenci transferu tréninkových benefitů na netrénované úlohy blízkého transferu. Určité diskrepance se týkaly zejména nepotvrzení transferu do oblasti aSTM, které bylo částečně vysvětleno jiným zaměřením většiny studií, které transfer do této oblasti prokázaly. Další nesrovnalosti je pak možné pozorovat v případě transferu do oblasti vWM, která má nejbliže k avizovanému zaměření tréninkového programu většiny studií. Naše data poukazují k předvídatelným výsledkům, a to v tom smyslu, že v této nejbližší transferové oblasti je zlepšení nejmarkantnější. Není tomu ale tak ve všech studiích, v několika studiích dokonce transfer do této oblasti prokázán nebyl. Dostupná data nám však neumožňují tuto záležitost hlouběji interpretovat.

### 9.2.2.2. Vzdálený transfer

Ve vzdáleném transferu do oblasti inteligence výsledky na našich celkových datech potvrzují závěry učiněné při analýze literatury zabývající se jádrovým tréninkem WM. Transfer do této oblasti nebyl potvrzen ani pomocí naší metaanalýzy stávajících studií a ani našimi celkovými daty (v obou případech bylo Cohenovo  $d \leq 0,5$ ). Z analyzovaných studií byl pouze u 4 z nich nalezen v oblasti inteligence tréninkový efekt (jedenkrát vysoký, třikrát střední).

Oproti tomu z výsledků pilotního experimentu vyplynulo, že je možné předpokládat transfer do jiné oblasti vyšších poznávacích procesů a to do oblasti matematických dovedností. Na rozdíl od jiné studie (Holmes et al., 2009) byl tento efekt patrný ihned po dokončení tréninku a to pouze u experimentální skupiny. Zlepšení tedy nelze vysvětlit pouhým zráním ani zlepšením se na základě školní výuky. Vzhledem k pilotní povaze dat by však tato zjištění byla třeba hlouběji prozkoumat v následném experimentu.<sup>56</sup>

## 9.3. MOŽNOSTI KOGNITIVNÍHO ROZVOJE U DĚTÍ Z RODIN S NIŽŠÍM SES

Kromě sledování efektivity jádrových tréninků a testových metod, které byly v jednotlivých studiích využívány, jsme si rovněž všimli toho, s jakými skupinami osob bylo v daných studiích pracováno. Zjistili jsme, že evaluace tréninků byla prováděna s různými cílovými skupinami osob. Za jedno dělicí kritérium je možné považovat věkovou kategorii, druhým je pak přítomnost klinické diagnózy.

V námi analyzovaných studiích bylo pracováno s dětmi školního (např. Klingberg et al., 2002) i předškolního věku (např. Thorell et al., 2009), dále s dospělými osobami (např. Jaeggi et al., 2008) i se staršími dospělými (např. Borella et al. 2010). Co se týče klinických diagnóz, v teoretické části výzkumu jsme se zabývali studii prováděnými s dětmi s ADHD (Klingberg et al., 2005) i s dětmi s nižší kapacitou WM (Holmes et al., 2009). Kromě skupin uváděných v námi analyzovaných studiích rovněž existují výzkumy prováděné se skupinami osob s mentálním postižením (Perrig, Hollenstein, & Oelhafen, 2009), s počáteční demencí (Carretti et al., 2013) nebo s pacienty se schizofrenií (Hubacher et al., 2013). Nenašli jsme

---

<sup>56</sup> Vzhledem k špatně zvolené baterii úloh v hlavním experimentu bohužel nemáme v oblasti zlepšení matematických dovedností pomocí tréninku WM žádná další ověřující data.

však žádnou studii, která by se zabývala možnostmi trénování WM u dětí pocházejících z nižšího sociokulturního prostředí.

### 9.3.1. KOGNITIVNÍ FUNKCE U DĚTÍ Z RODIN S NIŽŠÍM SES

Dále jsme se tedy zaměřili na analýzu studií, které se zabývají kognitivními deficity právě u dětí, které pocházejí z rodin s nižším socioekonomickým statusem (SES). Chtěli jsme zjistit, zda existují nějaké výzkumné důkazy o tom, že tyto děti mají obtíže v paměťové oblasti, či v oblasti vyšších poznávacích procesů.

Z analýzy stávající literatury jednoznačně vyplynula predikující úloha sociokulturního prostředí, ve kterém dítě vyrůstá, na jeho kognitivní vývoj a potažmo na úroveň inteligence a na školní úspěšnost (např. Liaw & Brooks-Gunn, 1994; Smith, et al., 1997; Bradley & Corwyn, 2002). Tento vztah bývá dáván do souvislosti jak s prenatálními faktory (např. chování matky během těhotenství), tak s faktory postnatálními. Postnatálními faktory je myšleno zejména chování rodičů ve smyslu intenzity a kvality kognitivní stimulace ve vztahu k dítěti (Trucker-Drob, 2012; Peralta & Salsa, 2001).

Při hledání funkcí, které bývají spojovány s vyššími poznávacími procesy a zároveň jsou oslabeny u dětí z rodin s nižším SES, se často hovoří o impulzivité a o jazykových oslabeních (např. Noble et al., 2005; Arán-Filippetti & de Minzi, 2012), ale také o paměťových funkcích, včetně WM (např. Arán-Filippetti & de Minzi, 2012; Farah et al., 2006). Oslabení funkcí spojovaných s prefrontální oblastí (exekutivní funkce, pracovní paměť) bylo u dětí s nižším SES potvrzeno i studii využívajícími zobrazovací metody. Nejčastěji se hovoří o oblastech BA 10, 24 a 47 (Farah et al., 2006; Jednoróg et al., 2012; Kishiyama, 2009).

Do našeho experimentu byly zahrnuty dvě skupiny dětí - děti české a děti romské. Romské děti jsme zvolili proto, že úroveň sociokulturního prostředí romských rodin a míra sociokulturní exkluze je v případě romských rodin nejnepříznivější ze všech minorit vyskytujících se na našem území (Pekárková et al., 2010). S romskými dětmi jsme také pracovali proto, že častěji selhávají na své vzdělávací dráze (Pekárková et al., 2010, Rushton, 2007, Bakalář, 2004) a současně proto, že Romové jsou nejdiskutovanější a nejvíce početnou minoritní skupinou v ČR (Jakoubek & Hirt, 2004).

Nejprve tedy bylo potřeba ověřit, zda SES romských dětí je opravdu nižší, nežli SES českých dětí. Tento fakt byl potvrzen – SES romských dětí byl statisticky významně nižší,

nežli SES českých dětí. V tomto ohledu jsou tedy naše výsledky v souladu s předchozími zjištěními (Pekárková et al., 2010).

Na našich datech byl rovněž jednoznačně potvrzen fakt, že děti s nižším SES dosahují v kognitivní oblasti horších výsledků. Největší rozdíly mezi českými a romskými dětmi byly v pretestu pozorovány v oblasti inteligence a v oblasti zrakové WM. Jedinou oblastí, ve které nebyl rozdíl mezi oběma skupinami prokázán, je oblast sluchové STM.

Závěry vztahu SES a kognitivních funkcí byly potvrzeny i korelační analýzou. Ukázalo se, že SES významně koreloval se všemi kognitivními oblastmi s výjimkou sluchové STM. Nejtěsnější vazba byla rovněž nalezena mezi SES a inteligencí a SES a zrakovou WM.

Naše výsledky jsou tedy v souladu se stávající literaturou a poukazují na těsnou vazbu mezi kognitivními výkony dítěte a prostředím, ve kterém vyrůstá.

### 9.3.2. EFEKTIVITA TRÉNINKU WM U DĚTÍ Z RODIN S NIŽŠÍM SES

Z výsledků analýzy literatury i z našich dat tedy vyplynulo, že u dětí s nižším SES bývají oslabeny kognitivní funkce spojované s prefrontální mozkovou oblastí. Současně však bylo pomocí analýzy studií zabývajících se změnami mozkové aktivity způsobené jádrovým tréninkem WM poukázáno na oblasti, u kterých díky tréninku došlo k mozkovým změnám. V teoretické části práce pak bylo ukázáno, že se tyto oblasti částečně překrývají (BA 10 a 47).

Na základě těchto poznatků jsme tedy předpokládali, že by jádrový trénink WM mohl být vhodný pro zlepšování kognitivních funkcí u dětí s nižším SES.

Jak bylo naznačeno v předchozím oddíle, téměř ve všech sledovaných oblastech dosáhly v pretestu romské děti signifikantně horších výsledků, nežli děti české. K zjišťování rozdílů tréninkových efektů mezi oběma skupinami jsme se vzhledem k rozdílným velikostem souborů a rozdílným pretestovým výsledkům rozhodli pro srovnání rozdílů mezi pretestem a retestem v rámci jednotlivých skupin bez ohledu na absolutní hodnoty výsledků. U experimentální skupiny romských dětí bylo, stejně jako u dětí českých, statisticky i věcně významné zlepšení pozorováno ve všech oblastech blízkého transferu s výjimkou oblasti sluchové STM. Kromě toho bylo v případě experimentální skupiny romských dětí (ER) pozorováno transferové zlepšení do oblasti inteligence, tedy do oblasti vzdáleného transferu. Tréninkový efekt v této oblasti byl u experimentální skupiny romských dětí, na rozdíl od experimentální skupiny českých dětí (EC) a kontrolní skupiny romských dětí (KR), vysoký ( $d=1,27$ ). Vysoký efekt ( $d=1,98$ ), v porovnání se středním efektem tréninku u českých dětí, byl nalezen rovněž v oblasti vSTM.

Celkově tedy můžeme shrnout, že byl potvrzen náš předpoklad, že trénink WM může být dobrým intervenčním programem i pro děti z nižšího SES. Romské děti z tohoto programu výtěžily v určitých oblastech více, nežli děti české.

Dle Vygotského (1976) je rozumový vývoj dítěte definován minimálně pomocí dvou úrovní. Tou první, měřenou klasickými statickými testy, je úroveň aktuálního vývoje dítěte. Druhá úroveň je pak spojena s výkonem dítěte pod vedením dospělého. Rozdíl mezi těmito dvěma úrovněmi pak Vygotský nazval zónou nejbližšího vývoje. Náš předchozí výzkum (Páchová & Rendl, 2013) ukázal, že romské děti z krátkého tréninkového učení se strategiím řešení dokázaly výtěžit více, nežli děti české. Tento fakt jsme následně dali do souvislosti s Vygotského koncepcí zóny nejbližšího vývoje a vyšší benefity romských dětí jsme vysvětlili pomocí předpokládané vyšší míry nerealizovaného potenciálu v zóně nejbližšího vývoje. Zjednodušeně lze říci, že jsme zónu nejbližšího vývoje využili nejen jakožto prediktor vývoje budoucího, ale také jako způsob vysvětlení či potvrzení nedostatečné mediace konkrétního dítěte v jeho rodinném prostředí. Naše aktuální data tedy potvrzují na jiném materiálu se zcela odlišnou tréninkovou fází naše předchozí závěry. Můžeme tedy konstatovat, že i v rámci paradigmatu počítačového jádrového tréninku platí principy realizace potenciálu v zóně nejbližšího vývoje.

## 10. ZÁVĚR

Před shrnutím celkových výsledků je třeba říci, že jsme si vědomi omezení vyplývajících z designu naší studie, která souvisí zejména s absencí aktivní kontrolní skupiny v našem výzkumu (obě kontrolní skupiny v našem experimentu byly pasivní). Vzhledem k tomu, že jsme rovněž srovnávali tréninkové zisky mezi dvěma aktivními skupinami českých a romských dětí, však níže uvedená zjištění mají přece jen větší váhu.

**Hlavním tématem naší práce bylo prozkoumání možností tréninku pracovní paměti (WM) a jeho možného vlivu na kognitivní rozvoj. Zajímala nás také možnost jeho využití u dětí z rodin s nižším socioekonomickým statusem (SES).** V teoretické části jsme se nejprve zabývali stávající literaturou a zjistili jsme, že (1) dílčí funkcí, která bývá nejčastěji dávana do souvislosti s vyššími poznávacími procesy (v korelačních i neuropsychologických studiích), je pracovní paměť (WM); (2) z literatury dále vyplynulo, že experimentálně bylo dokázáno, že WM je funkcí trénovatelnou pomocí jádrového tréninku WM; (3) opakovaně byl ověřen transferový efekt do dalších paměťových oblastí, nicméně potvrzení transferu do oblasti vyšších poznávacích procesů nebylo přesvědčivě prokázáno; (4) WM patří mezi funkce, jejichž oslabení bylo opakovaně prokázáno u dětí pocházejících z rodin s nižším SES.

Na základě teoretických zjištění jsme navrhli program určený k tréninku zrakové WM s názvem *ZOO Memory Campaign*. Konkretizovaným cílem naší práce tedy bylo **ověření efektivity jádrového tréninku WM s důrazem na skupinu dětí z nižšího sociokulturního prostředí.**

Abychom tuto efektivitu mohli ověřit, zvolili jsme výzkum v designu pretest – tréninková fáze – retest. Za účelem možnosti sledování transferových zlepšení, součástí pretestového a retestového testování byly jak paměťové zkoušky, tak inteligenční test. Zlepšení v experimentální skupině jsme pak konfrontovali s výsledky skupiny kontrolní, abychom vyloučili, že zlepšení nesouvisí s efektem retestu. Vzhledem k zaměření práce byla experimentální i kontrolní skupina tvořena dvěma podskupinami – českých a romských dětí, jejichž tréninkové zisky byly dále porovnávány.

V první fázi výzkumu bylo naším cílem **ověřit existenci vztahů v rámci paměťového systému a objasnit vztah paměti a inteligence.** Na našich datech bylo potvrzeno, že mezi paměťovým systémem a inteligencí existuje středně vysoká závislost. Vztah mezi těmito dvěma oblastmi je pak zprostředkován především skrze WM. Naše

výsledky jsou tedy ve shodě s většinou současných neuropsychologických a korelačních studií (např. Jung & Haier, 2007).

V rámci vztahů uvnitř paměťového systému bylo dále poukázáno na těsnější vazbu mezi WM a krátkodobou pamětí (STM) a současně mezi WM a schopností učit se (SU), nežli mezi SU a STM. Na našich datech tedy bylo v zásadě potvrzeno jedinečné postavení WM ve středu systému paměťových funkcí (např. Shelton, 2010). Faktorová analýza ukázala na existenci tří faktorů (vyšší poznávací procesy, STM, WM), které vysvětlují většinu rozptylu mezi pretestovými proměnnými.

Dále bylo třeba **zjistit, zda námi vybrané děti s nižším SES (v našem případě romské děti) opravdu dosahují v kognitivních úlohách slabších výsledků.** Naše data prokázala jednoznačnou pozitivní závislost SES a výkonu v kognitivních úlohách (obdobně např. Bradley & Corwyn, 2002). Největší rozdíly mezi českými a romskými dětmi byly v pretestu pozorovány v oblasti inteligence a v oblasti zrakové WM. Jedinou oblastí, ve které nebyl rozdíl mezi oběma skupinami prokázán, je oblast sluchové STM.

Následným cílem pak bylo **ověřit efektivitu našeho tréninkového programu a objasnit možnosti transferových zlepšení do dalších netrénovaných oblastí.** Na celkových datech byla potvrzena existence transferu tréninkových benefitů do oblastí blízkého transferu. Efekt byl pozorován ve 4 z 5 paměťových oblastí. Toto zlepšení bylo statisticky i věcně významné a to jak v porovnání s kontrolní skupinou, tak i při porovnávání pretestových a retestových výsledků v rámci experimentální skupiny. V oblasti inteligence nebylo transferové zlepšení pozorováno. V obou těchto ohledech jsou výsledky experimentální části v souladu s teoretickými zjištěními. Z pilotních dat nicméně vyplynulo, že by bylo možné předpokládat efekt tréninku v oblasti matematických dovedností. Tento fakt by však bylo potřeba hlouběji prozkoumat.

Závěrečným cílem pak bylo verifikovat, **zda jsou tréninkové benefity možné i u dětí ze znevýhodněného sociokulturního prostředí a jaké jsou rozdíly v těchto benefitech v porovnání s dětmi z vyššího sociokulturního prostředí.** Byl potvrzen předpoklad, že romské děti mohou z programů tohoto typu těžit více, nežli děti české. Bylo totiž ukázáno, že efekt zlepšení byl v případě zrakové STM u romských dětí výraznější, nežli efekt ve stejné oblasti u českých dětí. Výsledky v dalších paměťových oblastech byly u obou skupin srovnatelné, v žádné ze sledovaných oblastí tedy nebylo zlepšení romských dětí výrazněji nižší, nežli zlepšení českých dětí. Na rozdíl od českých dětí došlo u romských dětí navíc k věcnému i statisticky významnému zlepšení v testu měřícím inteligenci. Kromě blízkého transferu byl tedy ve skupině romských dětí rovněž potvrzen transfer vzdálený.



## 11. SEZNAM LITERATURY

ACKERMAN, Phillip L.; BEIER, Margaret E.; BOYLE, Mary D. Individual differences in working memory within a nomological network of cognitive and perceptual speed abilities. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2002, 131, 4, 567-589. ISSN 1939-2222.

ACKERMAN, Phillip L.; BEIER, Margaret E.; BOYLE, Mary O. Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 2005, 131, 1, 33-60. ISSN 1939-1455.

AGOSTINO, Alba; JOHNSON, Janice; PASCUAL-LEONE, Juan. Executive functions underlying multiplicative reasoning: Problem type matters. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2010, 105, 4, 286-305. ISSN 0022-0965.

ALLOWAY, Tracy Packiam. Automated working memory assessment. Oxford: Harcourt, 2007.

ANDERSON, John R. *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, 1990. ISBN 0-8058-0419-6

ARAN-FILIPPETTI, Vanessa; RICHAUD DE MINZI, María Cristina. A structural analysis of executive functions and socioeconomic status in school-age children: cognitive factors as effect mediators. *The Journal of Genetic Psychology*, 2012, 173, 4, 393-416. ISSN 1940-0896.

ATKINSON, Richard C.; SHIFFRIN, Richard M. Human memory: A proposed system and its control processes. *The Psychology of Learning and Motivation*, 1968, 2, 89-195. ISSN 0079-7421.

BADDELEY, Alan. D. The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 2000, 4, 11, 417-423. ISSN 1364-6613.

BADDELEY, Alan D.; HITCH, Graham J. Working memory. *The Psychology of Learning and Motivation*, 1974, 8, 47-89. ISSN 0079-7421.

BAKALÁŘ, Petr. *Psychologie Romů*. Praha: Votobia, 2004. ISBN 80-7220-180-3.

BARRETT, David E. Reaction-impulsivity as a predictor of children's academic achievement. *Child Development*, 1977, 48, 1443-1447.

BERGMAN NUTLEY, Sissela, et al. Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental Science*, 2011, 14, 3, 591-601. ISSN 1467-7687.

BJORKLUND, David F.; DUKES, Charles; BROWN, Rhonda D. The development of memory strategies. In: *The development of memory in infancy and childhood* (2nd ed., s. 145–175). New York: Psychology Press, 2009. ISBN 1-84169-642-0.

BORELLA, Erika; CARRETTI, Barbara; DE BENI, Rossana. Working memory and inhibition across the adult life-span. *Acta Psychologica*, 2008, 128, 1, 33-44. ISSN 1873-6297.

- BORELLA, Erika, et al. Working memory training in older adults: evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and Aging*, 2010, 25, 4, 767.
- BREHMER, Yvonne, et al. Memory plasticity across the life span: uncovering children's latent potential. *Developmental Psychology*, 2007, 43, 2, 465-478. ISSN 1939-0599.
- BROWN, L.; SHERBENOU, R. J.; JOHNSEN, S. K. TONI-3: Test of Nonverbal Inteligence. Austin, TX, 1997.
- BRYCK, Richard L.; FISHER, Philip A. Training the brain: practical applications of neural plasticity from the intersection of cognitive neuroscience, developmental psychology, and prevention science. *American Psychologist*, 2012, 67, 2, 87 – 100. ISSN 1935-990X.
- BUELA-CASAL, G.; CARRETERO-DIOS, H.; SANTOS ROIG, M. de los. Reflexividad frente a impulsividad en el rendimiento académico: un estudio longitudinal. *Análisis y Modificación de Conducta*, 2000, 26, 108, 555-583.
- BÚCHEL, Fredi. Analogical reasoning in students with moderate intellectual disability: Reasoning capacity limitations or memory overload? *Educational and Child Psychology*, 2006, 23, 3, 61-80.
- BUSCHKUEHL, Martin, et al. Impact of working memory training on memory performance in old-old adults. *Psychology and Aging*, 2008, 23, 4, 743-753. ISSN 1939-1498.
- CAMOS, Valérie; BARROUILLET, Pierre. Developmental change in working memory strategies: From passive maintenance to active refreshing. *Developmental Psychology*, 2011, 47, 3, 898-904. ISSN 1939-0599.
- CARLSON, Stephanie M. Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 2005, 28, 2, 595-616.
- CARPENTER, Patricia A.; JUST, Marcel A.; SHELL, Peter. What one intelligence test measures: a theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, 1990, 97, 3, 404-431. ISSN 1939-1471.
- CARRETTI, Barbara, et al. Gains in language comprehension relating to working memory training in healthy older adults. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 2013, 28, 5, 539-546.
- CASTELLANOS, F. Xavier; TANNOCK, Rosemary. Neuroscience of attention-deficit/hyperactivity disorder: the search for endophenotypes. *Nature Reviews Neuroscience*, 2002, 3, 8, 617-628. ISSN 1471-0048.
- Cogmed. Cogmed Working Memory Training. Cogmed America Inc, 2006.
- COHEN, Jacob. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Psychology Press, 1988. ISBN 0-12-179060-6.

- COLOM, Roberto, et al. Gray matter correlates of fluid, crystallized, and spatial intelligence: Testing the P-FIT model. *Intelligence*, 2009, 37, 2, 124-135. ISSN 1873-7935.
- COLOM, Roberto, et al. Neuroanatomic overlap between intelligence and cognitive factors: Morphometry methods provide support for the key role of the frontal lobes. *Neuroimage*, 2013, 72, 143-152. ISSN 1095-9572.
- COLOM, Roberto, et al. Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 2004, 32, 3, 277-296. ISSN 1873-7935.
- COLOM, Roberto; JUNG, Rex E.; HAIER, Richard J. Distributed brain sites for the g - factor of intelligence. *Neuroimage*, 2006, 31, 3, 1359-1365. ISSN 1095-9572.
- COLOM, Roberto; JUNG, Rex E.; HAIER, Richard J. Finding the g factor in brain structure using the method of correlated vectors. *Intelligence*, 2006, 34, 6, 561-570. ISSN 1873-7935.
- COLOM, Roberto; JUNG, Rex E.; HAIER, Richard J. General intelligence and memory span: evidence for a common neuroanatomic framework. *Cognitive Neuropsychology*, 2007, 24, 8, 867-878. ISSN 1464-0627.
- COSTA-MATTIOLI, Mauro, et al. Translational control of long-lasting synaptic plasticity and memory. *Neuron*, 2009, 61, 1, 10-26. ISSN 0896-6273.
- CONRAD, Robert; HULL, Audrey J. Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 1964, 55, 4, 429-432. ISSN 2044-8295.
- CONWAY, Andrew RA; COWAN, Nelson; BUNTING, Michael F. The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2001, 8, 2, 331-335. ISSN 1531-5320.
- CONWAY, Andrew RA; KANE, Michael J.; ENGLE, Randall W. Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 2003, 7, 12, 547-552. ISSN 1364-6613.
- CORNOLDI, Cesare; VECCHI, Tomaso. *Visuo-spatial working memory and individual differences*. New York: Psychology Press, 2003. ISBN 1-8469-216-6.
- COWAN, Nelson. Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, 1988, 104, 2, 163-191. ISSN 1939-1455.
- COWAN, Nelson. *Attention and Memory*. Oxford: Oxford University Press, 1995. ISBN 0-19-506760-6. ISSN 1467-8721.
- COWAN, Nelson, et al. On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology*, 2005, 51, 1, 42-100. ISSN 0010-0285.
- COWAN, Nelson. The Magical Mystery Four How Is Working Memory Capacity Limited, and Why? *Current Directions in Psychological Science*, 2010, 19, 1, 51-57. ISSN 1467-8721.

- CURTIS, Clayton E.; D'ESPOSITO, Mark. Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 2003, 7, 9, 415-423. ISSN 1364-6613.
- DAHLIN, Erika, et al. Transfer of learning after updating training mediated by the striatum. *Science*, 2008, 320, 5882, 1510-1512. ISSN 0036-8075.
- DAMASIO, Antonio R.; ANDERSON, Steven W. The frontal lobes. *Clinical Neuropsychology*, 1993, 4, 404-406. ISSN 1873-5843.
- DANEMAN, Meredyth; CARPENTER, Patricia A. Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1980, 19, 4, 450-466. ISSN 1878-4097.
- DAS, Ashok. *Integrable models*. Singapore: World scientific, 1989. ISBN 9971509105.
- DUMONTHEIL, Iroise, et al. Influence of the COMT Genotype on Working Memory and Brain Activity Changes During Development. *Biological Psychiatry*, 2011, 70, 3, 222-229. ISSN 1873-2402.
- DUNCAN, John; BURGESS, Paul; EMSLIE, Hazel. Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 1995, 33, 3, 261-268. ISSN 1873-3514.
- ENGLE, Randall W., et al. Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: a latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 1999, 128, 3, 309-331. ISSN 1939-2222.
- ENGLE, Randall W.; ORANSKY, Natalie. Multi-store versus dynamic models of temporary storage in memory. In STERNBERG, Robert J. *The Nature of Cognition*, Cambridge, MA: The MIT Press, 1999, 515-555. ISBN 0-262-69212-0.
- EVANS, Gary W. The environment of childhood poverty. *American Psychologist*, 2004, 59, 2: 77-92. ISSN 1935-990X.
- EYSENCK, Michal W.; KEANE, Mark T. *Kognitivní psychologie*. Praha: Academia, 2008. ISBN 978-80-200-1559-4.
- FARAH, Martha J., et al. Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*, 2006, 1110, 1, 166-174. ISSN 0006-8993.
- FLAHERTY, Mary; MORAN, Aidan. Acoustic and visual confusions in immediate memory in Japanese and English speakers. *Psychologia*, 1999, 42, 2, 80-88. ISSN 0033-2852.
- FOERDE, Karin. Implicite learning and memory: Psychological and neural aspects. In: Thomposon, R., (Eds.) *Encyclopedia of Behavioral Neuroscience*. New York: Elsevier Academic Press, 2010. ISBN 0080447325.
- FRIEDMAN, Naomi P., et al. Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 2006, 17, 2, 172-179. ISSN 1467-9280.

- GATHERCOLE, Susan E., et al. The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 2004, 40,2, 177-190. ISSN 1939-0599.
- GRAY, Barbara. Strong opposition: frame-based resistance to collaboration. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 2004, 14, 3, 166-176. ISSN 1099-1298.
- GREEN, Michael F. What are the functional consequences of neurocognitive deficits in schizophrenia? *The American Journal of Psychiatry*, 1996, 153, 3, 321-330. ISSN 1535-7228.
- HACKMAN, Daniel A.; FARAH, Martha J.; MEANEY, Michael J. Socioeconomic status and the brain: mechanistic insights from human and animal research. *Nature Reviews Neuroscience*, 2010, 11, 9, 651-659. ISSN 1471-0048.
- HAIER, Richard J., et al. Structural brain variation and general intelligence. *NeuroImage*, 2004, 23, 1, 425-433. ISSN 1095-9572.
- HAIER, Richard J., et al. The neuroanatomy of general intelligence: sex matters. *NeuroImage*, 2005, 25, 1, 320-327. ISSN 1095-9572.
- HAUTZEL, H., et al. Topographic segregation and convergence of verbal, object, shape and spatial working memory in humans. *Neuroscience Letters*, 2002, 323, 2, 156-160. ISSN 0304-3940.
- HEALY, Alice F.; MCNAMARA, Danielle S. Verbal learning and memory: Does the modal model still work? *Annual Review of Psychology*, 1996, 47, 1, 143-172. ISSN 1545-2085.
- HEIDER, Eleanor R. "Focal" color areas and the development of color names. *Developmental Psychology*, 1971, 4, 3, 447-455. ISSN 1939-0599.
- HITCH, Graham J.; TOWSE, John N.; HUTTON, Una. What limits children's working memory span? Theoretical accounts and applications for scholastic development. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2001, 130, 2, 184-198. ISSN 1939-2222.
- HOLMES, Joni, et al. Working memory deficits can be overcome: Impacts of training and medication on working memory in children with ADHD. *Applied Cognitive Psychology*, 2010, 24, 6, 827-836. ISSN 1099-0720.
- HOLMES, Joni; GATHERCOLE, Susan E.; DUNNING, Darren L. Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 2009, 12, F9-F15. ISSN 1467-7687.
- HORN, John L.; CATTELL, Raymond B. Refinement and test of the theory of fluid and crystallized general intelligences. *Journal of Educational Psychology*, 1966, 57, 5, 253- 270. ISSN 1939-2176.
- HOSSIEP, R.; TURCK, D.; HASELLA, M. *Bochumer Matrizen-test—advanced version*. Göttingen, Germany: Hogrefe, 1999.

HRABAL, Vladimír; PAVELKOVÁ, Isabella. Školní výkonová motivace žáků. Dotazník pro žáky. [online] Národní ústav odborného vzdělávání, 2011 [cit. únor 2013]. Dostupné na: WWW:

[http://www.nuov.cz/uploads/AE/evaluacni\\_nastroje/24\\_Skolni\\_vykonova\\_motivace\\_zaku.pdf](http://www.nuov.cz/uploads/AE/evaluacni_nastroje/24_Skolni_vykonova_motivace_zaku.pdf)

HUBACHER, Martina et al. Working Memory Training in Patients with Chronic Schizophrenia: A Pilot Study. *Psychiatry Journal*, 2013, 1-8. ISSN 2314-4335.

HUGHES, Claire H.; ENSOR, Rosie A. How do families help or hinder the emergence of early executive function? *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2009, 123, 35-50. ISSN 1534-8687.

CHASE, William G.; ERICSSON, K. Anders. Skill and working memory. *The Psychology of Learning and Motivation*, 1982, 16, 1-58. ISSN 0079-7421.

CHEIN, Jason M.; MOORE, Adam B.; CONWAY, Andrew RA. Domain-general mechanisms of complex working memory span. *NeuroImage*, 2011, 54, 1, 550-559. ISSN 1095-9572.

CHOOI, Weng-Tink; THOMPSON, Lee A. Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence*, 2012, 40, 6, 531-542. ISSN 1873-7935.

CHRÁSKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu*. Praha Grada Publishing as, 2007. ISBN 8024713691.

JAEGGI, Susanne M., et al. Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2008, 105, 19, 6829-6833. ISSN 1091-6490.

JAEGGI, Susanne M., et al. Short-and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2011, 108, 25, 10081-10086. ISSN 1091-6490.

JAKOUBEK Marek; HIRT, Tomáš. *Romové: Kulturologické etudy*. Plzeň: Vydavatelství Aleš Čeněk, 2004. ISBN 80-86473-83-X.

JEDNORÓG, Katarzyna, et al. The influence of socioeconomic status on children's brain structure. *PloS one*, 2012, 7, 8, e42486. ISSN 1932-6203.

JENSEN, Arthur R. How much can we boost IQ and scholastic achievement. *Harvard Educational Review*, 1969, 39, 1, 1-123. ISSN 1943-5045.

JOHNSON, Wendy, et al. Cognitive abilities independent of IQ correlate with regional brain structure. *Intelligence*, 2008, 36.1, 18-28. ISSN 1873-7935.

KANE, Michael J.; ENGLE, Randall W. The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2002, 9, 4, 637-671. ISSN 1531-5320.

KANE, Michael J., et al. The generality of working memory capacity: a latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2004, 133, 2, 189-217. ISSN 1939-2222.

KIRCHNER, Wayne K. Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 1958, 55, 4, 352-358. ISSN 0022-1015.

KISHIYAMA, Mark M., et al. Socioeconomic disparities affect prefrontal function in children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2009, 21, 6, 1106-1115. ISSN 1530-8898.

KLINGBERG, Torkel. Concurrent performance of two working memory tasks: potential mechanisms of interference. *Cerebral Cortex*, 1998, 8, 7, 593-601. ISSN 1460-2199.

KLINGBERG, Torkel, et al. Computerized training of working memory in children with ADHD-a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 2005, 44, 2, 177-186. ISSN 1527-5418.

KLINGBERG, Torkel. Training and plasticity of working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 2010, 14, 7, 317-324. ISSN 1364-6613.

KLINGBERG, Torkel; FORSSBERG, Hans; WESTERBERG, Helena. Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2002, 24, 6, 781-791. ISSN 0168-8634.

KRISTOFFERSON, Marianne W. Effects of practice on character-classification performance. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 1972, 26, 1, 54-60. ISSN 0008-4255.

LEE, Kun Ho, et al. Neural correlates of superior intelligence: stronger recruitment of posterior parietal cortex. *Neuroimage*, 2006, 29, 2, 578-586. ISSN 1095-9572.

LEZAK, Muriel D. IQ: RIP. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 1988, 10, 3, 351-361. ISSN 0168-8634.

LI, Shu-Chen, et al. Working memory plasticity in old age: practice gain, transfer, and maintenance. *Psychology and Aging*, 2008, 23, 4, 731-742. ISSN 1939-1498.

LIAW, Fongruey; BROOKS-GUNN, Jeanne. Cumulative familial risks and low-birthweight children's cognitive and behavioral development. *Journal of Clinical Child Psychology*, 1994, 23, 4, 360-272. ISSN 1537-4424.

LLE LÉPINE, Raphaë; PARROUILLET, Pierre; CAMOS, Valérie. What makes working memory spans so predictive of high-level cognition?. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2005, 12, 1, 165-170. ISSN 1531-5320.

LOOSLI, Sandra V., et al. Working memory training improves reading processes in typically developing children. *Child Neuropsychology*, 2012, 18, 1, 62-78. ISSN 1744-4136.

LYNN, Richard; MEISENBERG, Gerhard. National IQs calculated and validated for 108 nations. *Intelligence*, 2010, 38, 4, 353-360. ISSN 1873-7935.

- MCCABE, David P., et al. The relationship between working memory capacity and executive functioning: evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 2010, 24, 2, 222-243. ISSN 1931-1559.
- MELBY-LERVÅG, Monica; HULME, Charles. Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 2013, 49, 2, 270-291. ISSN 1939-0599.
- MILLER, George A. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 1956, 63, 2, 81-97. ISSN 1939-1471.
- MILNER, Brenda. Some cognitive effects of frontal-lobe lesions in man. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, 1982, 298, 1089, 211-226. ISSN 1471-2970.
- MIYAKE, Akira, et al. How are visuospatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2001, 130, 4, 621-640. ISSN 1939-2222.
- MOGLE, Jacqueline A., et al. What's so special about working memory? An examination of the relationships among working memory, secondary memory, and fluid intelligence. *Psychological Science*, 2008, 19, 11, 1071-1077. ISSN 1467-9280.
- MORRISON, Alexandra B.; CHEIN, Jason M. Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2011, 18, 1, 46-60. ISSN 1531-5320.
- NEUBAUER, Aljoscha C., et al. Intelligence and individual differences in becoming neurally efficient. *Acta Psychologica*, 2004, 116, 1, 55-74. ISSN 1873-6297.
- NEUBAUER, Aljoscha C.; FINK, Andreas; SCHRAUSSER, Dietmar G. Intelligence and neural efficiency: The influence of task content and sex on the brain-IQ relationship. *Intelligence*, 2002, 30, 6, 515-536. ISSN 1873-7935.
- NOBLE, Kimberly G.; MCCANDLISS, Bruce D.; FARAH, Martha J. Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science*, 2007, 10, 4, 464-480. ISSN 1467-7687.
- NOBLE, Kimberly G.; NORMAN, M. Frank; FARAH, Martha J. Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science*, 2005, 8, 1, 74-87. ISSN 1467-7687.
- OLESEN, Pernille J., et al. Brain activity related to working memory and distraction in children and adults. *Cerebral Cortex*, 2007, 17, 5, 1047-1054. ISSN 1460-2199.
- OWEN, Adrian M., et al. N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 2005, 25, 1, 46-59. ISSN 1097-0193.
- PÁCHOVÁ Anna. Učitelnost progresivních matic: srovnání českých a romských dětí. Praha: UK, 2010. Diplomová práce, UK, Pedagogická fakulta, Katedra psychologie.



PÁCHOVÁ, Anna. Memory and higher cognition. *International Journal of Science and Engineering Investigations*, 2012a, 1, 7, 54-59. ISSN 2251-8843.

PÁCHOVÁ, Anna. Vliv tréninku pracovní paměti na oblast vyšších poznávacích procesů. In: Kvalita ve vzdělávání, XX. výroční konference České asociace pedagogického výzkumu. Praha: UK Praha, 2012b. 428-441.

PÁCHOVÁ, Anna. The problematic nature of culture-fair testing: training effect differences among Czech and Roma children. *Baltic Journal of Psychology*, 2013, 14, 1-2, 79-91. ISSN 1407-768X.

PÁCHOVÁ, Anna; RENDL, Miroslav. Proč romské děti selhávají v inteligenčních testech? *Pedagogika*, 2013, 1, 54-69. ISSN 2336-2189.

PÁCHOVÁ, Anna; ŠTUMPF, Ondřej. *Memory Campaign* [software]. Říjen 2012a

PÁCHOVÁ, Anna; ŠTUMPF, Ondřej. Paměť příliš podceňovaná. In: PhD Existence II česko-slovenská psychologická konference (nejen) pro doktorandy a o doktorandech. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012b. 100-109. ISBN 978-80-244-3037-9

PEKÁRKOVÁ, Simona.; LÁBUSOVÁ, Adéla; RENDL, Miroslav; NIKOLAI, Tomáš. Nemoc bezmocných: lehká mentální retardace. Analýza inteligenčního testu SON-R. [online] Praha : Člověk v tísní, 2010. [cit. eden 2011] Dostupné na WWW: <[http://www.varianty.cz/download/pdf/pdfs\\_142.pdf](http://www.varianty.cz/download/pdf/pdfs_142.pdf)>.

PERALTA, Olga; SALSA, Analía. Interacción materno-infantil con libros con imágenes en dos niveles socioeconómicos. Mother-child interaction reading picturebooks: Two socio-economic groups. *Infancia y Aprendizaje*, 2001, 24, 3, 325-339. ISSN 0210-3702.

PERRIG, Walter J.; HOLLENSTEIN, Marco; OELHAFEN, Stephan. Can we improve fluid intelligence with training on working memory in persons with intellectual disabilities? *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 2009, 8, 2, 148-164. ISSN 1810-7621.

PHILLIPS, Colin J.; NETTELBECK, Ted. Effects of practice on recognition memory of mildly mentally retarded adults. *American Journal of Mental Deficiency*, 1984, 88, 6, 678-687. ISSN 0002-9351.

PICKERING, Susan J., et al. Development of memory for pattern and path: Further evidence for the fractionation of visuo-spatial memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 2001, 54, 2, 397-420. ISSN 1464-0740.

PLOMIN, Robert. *Nature and nurture: An introduction to human behavioral genetics*. Thomson Brooks/Cole Publishing Co, 1990. ISBN 0534107680.

POLLACK, Irwin; JOHNSON, Lawrence B.; KNAFF, P. Robert. Running memory span. *Journal of Experimental Psychology*, 1959, 57, 3, 137-146. ISSN 0022-1015.

PRESSLEY, Michael; SCHNEIDER, Wolfgang. *Introduction to Memory Development during Childhood and Adolescence*. New York: Psychology Press, 1997. ISBN 0805827064.

- RAVEN, Jean. Raven progressive matrices. In: *Handbook of nonverbal assessment*. New York: Plenum Publishers, 2003, 223-237. ISBN 0-306-47715-7.
- RAVEN, John C. *Advanced Progressive Matrices: Sets I, II*. Oxford: Oxford Univ Press, 1990.
- ROID, Gale H.; MILLER, Lucy J. *Leiter international performance scale-revised: Examiners manual*. Wood Dale, IL: Stoelting, 1997.
- RUEDA, M. Rosario, et al. Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the national Academy of Sciences of the United States of America*, 2005, 102, 41, 14931-14936. ISSN 1091-6490.
- RUSHTON, J. Philippe; ČVOROVIĆ, Jelena; BONS, Trudy Ann. General mental ability in South Asians: Data from three Roma (Gypsy) communities in Serbia. *Intelligence*, 2007, 35, 1, 1-12. ISSN 1873-7935.
- SALTHOUSE, Timothy A., et al. Relation of task switching to speed, age, and fluid intelligence. *Psychology and Aging*, 1998, 13, 3, 445-461. ISSN 1939-1498.
- SALTHOUSE, Timothy A.; ATKINSON, Thomas M.; BERISH, Diane E. Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2003, 132, 4, 566-594. ISSN 1939-2222.
- SEAMON John G.; KENRICK Douglas T. *Psychology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1994. ISBN 0137066902
- SHELTON, Jill T., et al. A comparison of laboratory and clinical working memory tests and their prediction of fluid intelligence. *Intelligence*, 2009, 37, 3, 283-293. ISSN 1873-7935.
- SHELTON, Jill T., et al. The relationships of working memory, secondary memory, and general fluid intelligence: working memory is special. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2010, 36, 3, 813-820. ISSN 1939-1285.
- SHESKIN, David J. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. (4th ed.). Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2007. ISBN 1584884401.
- SHING, Yee Lee, et al. Associative and strategic components of episodic memory: a life-span dissociation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 2008, 137, 3, 495-513, ISSN 1939-2222.
- SHIPSTEAD, Zach; REDICK, Thomas S.; ENGLE, Randall W. Is working memory training effective? *Psychological Bulletin*, 2012, 138, 4, 628-639. ISSN 1939-1455,
- SCHMIEDEK, Florian, et al. Complex span versus updating tasks of working memory: the gap is not that deep. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 2009, 35, 4, 1089-1096. ISSN 1939-1285.

- SCHMIEDEK, Florian; LÖVDÉN, Martin; LINDENBERGER, Ulman. Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: findings from the COGITO study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2010, 2, 27-37. ISSN 1663-4365.
- SCHMITHORST, Vincent J.; HOLLAND, Scott K. Functional MRI evidence for disparate developmental processes underlying intelligence in boys and girls. *Neuroimage*, 2006, 31, 3, 1366-1379. ISSN 1095-9572.
- SCHNEIDER, Wolfgang; KRON-SPERL, Veronika; HÜNNERKOPF, Michael. The development of young children's memory strategies: Evidence from the Würzburg Longitudinal Memory Study. *European Journal of Developmental Psychology*, 2009, 6, 1, 70-99. ISSN 1740-5629.
- SMITH, Judith R., et al. Consequences of living in poverty for young children's cognitive and verbal ability and early school achievement. In: *Consequences of Growing up Poor*. New York: Russell Sage, 1997, 132-189. ISBN 978-0-87154-144-4.
- SPRENG, Matthieu; ROSSIER, Jérôme; SCHENK, Françoise. Spaced training facilitates long-term retention of place navigation in adult but not in adolescent rats. *Behavioural Brain Research*, 2002, 128, 1, 103-108. ISSN 0006-8993.
- ST CLAIR-THOMPSON, Helen L.; GATHERCOLE, Susan E. Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2006, 59, 4, 745-759. ISSN 1464-0740
- STERNBERG, Robert. *Cognitive Psychology*. Cengage Learning, 2008. ISBN 049550629X.
- STEVENS, Alexander A., et al. Cortical dysfunction in schizophrenia during auditory word and tone working memory demonstrated by functional magnetic resonance imaging. *Archives of General Psychiatry*, 1998, 55, 12, 1097-1103. ISSN 1538-3636.
- STEVENS, Courtney; LAUINGER, Brittni; NEVILLE, Helen. Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: an event-related brain potential study. *Developmental Science*, 2009, 12, 4, 634-646. ISSN 1467-7687.
- STUSS, Donald T.; KNIGHT, R. T. *Principles of Frontal Lobe Functioning*. New York: Oxford University Press, 2002. ISBN 0195134974.
- SWANSON, H. Lee. Working memory and intelligence in children: What develops? *Journal of Educational Psychology*, 2008, 100, 3, 581-602. ISSN 1939-2176.
- SWANSON, Lee; LUXENBERG, Diana. Short-term memory and working memory in children with blindness: Support for a domain general or domain specific system?. *Child Neuropsychology*, 2009, 15, 3, 280-294. ISSN 1744-4136.
- SWELLER, John. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 1994, 4, 4, 295-312. ISSN 1873-3263.

- SWELLER, John. Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 2010, 22, 2, 123-138. ISSN 1573-336X.
- THOMASON, Moriah E., et al. Development of spatial and verbal working memory capacity in the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2009, 21, 2, 316-332. ISSN 1530-8898.
- THORELL, Lisa B., et al. Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 2009, 12, 1, 106-113. ISSN 1467-7687.
- THORELL, Lisa B.; WÅHLSTEDT, Cecilia. Executive functioning deficits in relation to symptoms of ADHD and/or ODD in preschool children. *Infant and Child Development*, 2006, 15, 5, 503-518. ISSN 1099-0917.
- THORNDIKE, Robert L.; HAGEN, Elizabeth P.; SATTLER, Jerome M. *Stanford-Binet intelligence scale*. Riverside Publishing Company, 1986.
- TOWSE, J. N.; HITCH, G. J. Is there a relationship between task demand and storage space in tests of working memory capacity?. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1995, 48, 1, 108-124. ISSN 1464-0740.
- TOWSE, John N.; HITCH, Graham J.; HUTTON, Una. A reevaluation of working memory capacity in children. *Journal of Memory and Language*, 1998, 39, 2, 195-217. ISSN 1096-0821.
- TOWSE, John N.; HITCH, Graham J.; HUTTON, Una. On the interpretation of working memory span in adults. *Memory & Cognition*, 2000, 28, 3, 341-348. ISSN 1532-5946.
- TUCKER-DROB, Elliot M. Preschools Reduce Early Academic-Achievement Gaps A Longitudinal Twin Approach. *Psychological Science*, 2012, 23, 3, 310-319. ISSN 1467-9280.
- UNSWORTH, Nash; ENGLE, Randall W. The nature of individual differences in working memory capacity: active maintenance in primary memory and controlled search from secondary memory. *Psychological Review*, 2007, 133, 6, 1038-1066. ISSN 1939-1471.
- VILLASEÑOR, Esmeralda Matute, et al. Influencia del nivel educativo de los padres, el tipo de escuela y el sexo en el desarrollo de la atención y la memoria. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 2009, 41, 2, 257-276. ISSN 0120-0534.
- VYGOTSKIJ, Lev S. Vývoj vyšších psychických funkcí. Praha: SPN, 1976. ISBN 80-7178-943-7.
- VON STUMM, Sophie. You are what you eat? Meal type, socio-economic status and cognitive ability in childhood. *Intelligence*, 2012, 40, 6, 576-583. ISSN 1873-7935.
- Vzdělanostní dráhy a vzdělanostní šance romských žákyň a žáků základních škol v okolí vyloučených romských lokalit. Final report on project Ministry of Education. [online] Praha: 2010. [cit. leden 2013] Dostupné na WWW: <<http://www.gac.cz/>>.
- WAGER, Tor D.; SMITH, Edward E. Neuroimaging studies of working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 2003, 3, 4, 255-274. ISSN 1531-135X.

WECHSLER, David. *Wechsler Objective Reading Dimensions*. London: The Psychological Corporation, 1993.

WECHSLER, David. *Wechsler Objective Number Dimensions (WOND)*. New York: Psychological Corporation, 1996.

WECHSLER, David. *Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence: WASI*. Psychological Corporation, Harcourt Brace, 1999.

WECHSLER, David. *Wechsler Adult Intelligence Scale—Fourth Edition (WAIS—IV)*. San Antonio, TX: NCS Pearson, 2008.

WESTERBERG, Helena; KLINGBERG, Torkel. Changes in cortical activity after training of working memory—a single-subject analysis. *Physiology & Behavior*, 2007, 92, 1, 186-192. ISSN 0031-9384.

WEXLER, Bruce E., et al. Preliminary evidence of improved verbal working memory performance and normalization of task-related frontal lobe activation in schizophrenia following cognitive exercises. *American Journal of Psychiatry*, 2000, 157, 10, 1694-1697. ISSN 1535-7228.

WINKLER, Jiří. Analýza potřeb integrace Romů na českém trhu práce. In: *Účelové programy na lokálních trzích práce*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2005. s. 104 - 121, 17 s. FSS MU. ISBN 80-210-3867-5

WOODCOCK, Richard W.; MCGREW, K. S.; MATHER, N. *Woodcock-Johnson Tests of Achievement*. Itasca, IL: Riverside Publishing, 2001.

ZINKE, Katharina, et al. Potentials and limits of plasticity induced by working memory training in old-old age. *Gerontology*, 2011, 58, 1, 79-87. ISSN 0304-324X.

Zpráva o stavu romských komunit v České republice. Vláda České republiky: Rada vlády pro záležitosti romské menšiny [online]. Praha: 2004 [cit. červen 2013]. WWW: <<http://www.vlada.cz/cz/ppov/zalezitosti-romske-komunity/zprava-o-stavu-romskych-komunit-7721>>

## 12. PŘÍLOHY

### PŘÍLOHA 1: SEZNAM ZKRATEK

Tab. 30: Seznam zkratk užitých v textu

<b>zkratka</b>	<b>popis</b>
A	sluchový
aSTM	sluchová krátkodobá paměť
aWM	sluchová pracovní paměť
BA	Brodmannovy arey
BOMAT	Bochumer Matrizen Test (test analogického neverbálního myšlení)
C	skupina českých dětí
CLT	teorie kognitivního zatížení
D	dospělí
D	Cohenovo d
DS	délka sezení
E	experimentální skupina
EC	experimentální skupina českých dětí
ER	experimentální skupina romských dětí
F	dívky
fMRI	funkční magnetická rezonance
HS	hlavní skupina
ch	chyby
IQ	inteligentní kvocient
K	kontrolní skupina
KC	kontrolní skupina českých dětí
KR	kontrolní skupina romských dětí
KS	kontrolní skupina
LTM	dlouhodobá paměť
LWM	nízká kapacita pracovní paměti
M	chlapci
M_N	úlohy s přepokládanou nízkou zátěží WM
M_V	úlohy s předkládanou vysokou zátěží WM
Nea	neadaptibilní verze úlohy
PD	předškolní děti
PES	počet osob v experimentální skupině
P-FIT	parieto-frontal integration theory (teorie parieto-frontální integrace)
PS	počet sezení
R	skupina romských dětí
RT	reakční čas
SPM	Ravenovy standardní progresivní matice
S	starší dospělí
SD	směrodatná odchylka
SEM	střední chyba aritmetického průměru

SES	socioekonomický status
SPM	standardní progresivní matice
STM	krátkodobá paměť
SU	schopnost učit se
ŠD	školní děti
TIP	Test intelektového potenciálu
TONI	Test neverbální inteligence
V	verbální
Vn	vynechávky
vSTM	zrková krátkodobá paměť
vWM	zrková pracovní paměť
WASI	zkrácená verze Wechslerova inteligenčního testu pro děti
WM	pracovní paměť
WPPSI-R	Wechslerův inteligenční test pro mladší děti
Z	pilotní skupina

---

## PŘÍLOHA 2: SEZNAM TESTŮ

Tab. 31: Seznam vybraných testů o nichž je v textu zmínka

název testu	popis testu
<i>3-back task</i>	test WM, úkolem je reagovat tehdy, když se objeví stejný signál jako tomu bylo o 3 kroky dříve
<i>alpha span</i>	test WM, úkolem je zapamatovávat si pořadí prezentovaných písmen a rozhodovat, zda zobrazené číslo koresponduje s pořadím zobrazovaného písmene
<i>animal span test</i>	test zrakové WM typu complex span test (úkolem je rozhodovat o prostorové orientaci obrázku a současně si zapamatovávat pořadí prezentovaných obrázků)
<i>block span forward/backward</i>	test STM/WM, opakování prostorového uspořádání ve shodném, respektive v opačném pořadí
<i>categorization working memory span test</i>	test sluchové WM typu complex span test (je třeba plnit úkol - reagovat tehdy, kdy se ozve slovo daného typu a současně si zapamatovávat jiná určená slova)
<i>Cattell test</i>	test neverbální inteligence
<i>complex span test</i>	nadřazená kategorie testů měřících WM - kromě zapamatování je třeba řešit zadaný úkol (např. animal span test)
<i>continous performance test</i>	testy tohoto typu jsou určeny k měření pozornosti (úkolem je reagovat na daný sluchový či zrakový signál)
<i>counting span</i>	test zrakové WM typu complex span test (úkolem je počítat tečky a současně si zapamatovávat určené informace)
<i>digit span forward/backward</i>	test STM/WM, opakování čísel ve shodném, respektive v opačném pořadí
<i>dot matrix simple/complex</i>	test zrakově-prostorové STM/WM, úkolem je zapamatovat si prostorové uspořádání stimulů, respektive v mezích rozhodovat o prostorové symetrii
<i>flanker test</i>	test k měření pozornosti, úkolem je řídit se směrem prostřední šipky a ostatní šipky ignorovat
<i>go/no go test</i>	test k měření inhibice, úkolem je reagovat v případě objevení se daného signálu (např. ovoce) a nereagovat v případě objevení se jiného signálu (např. ryba)
<i>letter span</i>	test k měření STM/WM, úkolem je zapamatovat si řadu písmen, respektive poslední 4 písmena různých dlouhých prezentací (participant dopředu neví, kdy prezentace skončí)



<i>listening span</i>	test typu complex span určený k měření sluchové WM - úkolem je rozhodnout o korektnosti věty a současně si zapamatovat vždy poslední slovo dané věty
<i>mazes memory</i>	test WM, participant je seznámen s bludištěm a jeho úkolem si je zapamatovat a naplánovat cestu, kterou následně musí provést bez pohledu na celek bludiště
<i>memory updating numerical</i>	test typu complex span
<i>memory updating spatial test</i>	test typu complex span
<i>mr X</i>	test typu complex span
<i>n-back task</i>	test WM, úkolem je reagovat tehdy, když se objeví shodný zrakový či sluchový stimul jako tomu bylo před n kroky
<i>nonword recall</i>	test sluchové STM, úkolem je zopakovat řadu nesmyslných slov
<i>odd one out</i>	test typu complex span, úkolem je zapamatovat si sérii prvků a současně u každé prezentace třech prvků určit prvek, který se od zbylých dvou liší
<i>operation span</i>	test zrakové WM typu complex span test (úkolem je počítat příklady a současně si zapamatovávat určené informace)
<i>pattern comparison test</i>	test procesuální rychlosti, úkolem je rozhodnout zda se dva předkládané prvky liší či nikoli - měřeno je kolik úkolů dokáže participant splnit za časový limit
<i>plus-minus test</i>	test k měření shifting, úkolem je nejprve k daným číslům přičítat, dále odečítat a následně obě operace střídát
<i>reading span test</i>	test používaný k měření WM – participant čtou předkládané věty a současně si musí zapamatovávat vždy poslední slovo
<i>rotation span test</i>	test zrakové WM typu complex span test (úkolem je rozhodovat o prostorové orientaci a současně si zapamatovávat určené informace)
<i>running memory span</i>	test WM, po prezentaci všech stimulů je třeba vybavit si určitý počet (n) posledních stimulů (n je řečeno až po prezentaci)
<i>simple span test</i>	nadřazená kategorie testů měřících STM - úkolem je zapamatovat si řadu stimulů (např. digit span forward)
<i>span board forward/backward</i>	test STM/WM, opakování prostorového uspořádání ve shodném, respektive v opačném pořadí

<i>spatial complex span</i>	nadřazená kategorie testů měřících zrakově-prostorovou WM - kromě zapamatování zrakově-prostorové informace je třeba řešit zadaný úkol
<i>SPM</i>	test neverbální inteligence
<i>stop-signal test</i>	obdoba go/no go testu
<i>Stroopův test</i>	test k měření inhibice, úkolem je ignorovat jednu informaci a řídit se informací druhou
<i>symmetry span</i>	test zrakové WM typu complex span test (úkolem je rozhodovat o symetrii a současně si zapamatovávat určené informace)
<i>TONI</i>	test neverbální inteligence
<i>updating test</i>	testy měřící updating/WM, úlohy podobné n-back task
<i>verbal free recall</i>	test LTM, zapamatování si detailů příběhu
<i>visual free recall</i>	test bezděčné zrakové LTM
<i>visual span test simple/complex</i>	test zrakové STM/WM
<i>visuo-spatial grid test</i>	test zrakově-prostorové WM, v matici se postupně objevují tvary a úkolem je zopakovat řadu zobrazených tvarů
<i>word pairs</i>	test LTM
<i>word span</i>	test sluchové STM, úkolem je zopakovat řadu slov

---

WM – pracovní paměť, STM – krátkodobá paměť, LTM – dlouhodobá paměť

### **PŘÍLOHA 3: DOTAZNÍK PRO DĚTI**

#### **1) Nejvíc mě baví:**

- a) zvířecí přehlídka – kreslená
- b) zvířecí přehlídka – fotky
- c) lví ubytovna
- d) opičí schovka
- e) měďovy trable
- f) koníkovo mlsání

#### **2) Paměťové hry mě baví:**

**nebaví 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 baví** (vyber číslo)

#### **3) Proč je důležité trénovat paměť?**

#### **4) Nejvíc se považuju za (hodící se zakroužkuj, případně dopiš)**

- a) Čecha/Češku, b) Roma/Romku, c) Slováka/Slovenku, d) Ukrajince/Ukrajinku,
- e) za někoho jiného: \_\_\_\_\_

### **PŘÍLOHA 4: TEST POROZUMĚNÍ ÚLOHÁM TYPU N-BACK TASK**

Označ šipkou v jakých situacích bys měl (a) dát hlásit.

*Příklad:*

$N=2$  A B A C C C C A C B B C B  
  ↑  ↑  ↑  ↑  ↑

$N=3$  A B B A B C C C C B C B B A

$N=1$  A A A B D D A B A A A B D D

$N=4$  A B C D A B B D A D D B A D

## PŘÍLOHA 5: ANAMNESTICKÝ DOTAZNÍK PRO RODIČE

Prosím o vyplnění krátkého dotazníku za účelem statistického zpracování loňského trénování paměti. Data se jmény nebudou nikde uváděna a následně budou zpracována jako anonymní.

**Jméno dítěte:** \_\_\_\_\_

**Dítě žije:** a) ve společné domácnosti s matkou a otcem

b) pouze s matkou

c) pouze s otcem

d) jiná možnost (prosím vypište) \_\_\_\_\_

**Vzdělání matky** (hodící se zakroužkujte):

a) nedokončené základní, b) základní, c) nedokončená SŠ, d) SŠ – výuční list, e) SŠ – maturita, f) vyšší odborné vzdělání, g) dokončená VŠ – Bc, h) dokončená VŠ – Mgr., Ing., ch) dokončená VŠ + postgraduál (CSc., Ph.D...)

**Zaměstnání matky:** \_\_\_\_\_

**Vzdělání otce** (hodící se zakroužkujte):

a) nedokončené základní, b) základní, c) nedokončená SŠ, d) SŠ – výuční list, e) SŠ – maturita, f) vyšší odborné vzdělání, g) dokončená VŠ – Bc, h) dokončená VŠ – Mgr., Ing., ch) dokončená VŠ + postgraduál (CSc., Ph.D...)

**Zaměstnání otce:** \_\_\_\_\_

## PŘÍLOHA 6: KOEFICIENTY VZDĚLÁNÍ A POVOLÁNÍ

Tab. 32: Koeficienty vzdělání a povolání pro výpočet SES

Vzdělání	Koeficient	Povolání
dokončená VŠ + postgraduál (Ph.D.)	1	nejvyšší postavení profese (lékař)
dokončená VŠ – Mgr., Ing.	2	nadřízený pracovník (majitel firmy)
dokončená VŠ – Bc	3	odborná práce (účetní)
vyšší odborné vzdělání	4	odborná práce základní (administrativní pracovník)
SŠ – maturita	5	manuální práce s nutnými dovednostmi (technik)
SŠ – výuční list	6	manuální práce s nutnými základními dovednostmi (malíř pokojů)
nedokončená SŠ	7	manuální práce bez nutných speciálních dovedností (uklízeč)
základní	8	nikdy nezaměstnan
nedokončené základní vzdělání	9	

Převzato dle Jednoróg et al., 2012

## **PŘÍLOHA 7: UKÁZKOVÉ ROZHOVORY S DĚTMI**

### **Tita – KR (08-C\_1+1+1), T - tazatel**

T: Kristýnko, proč zrovna Tita? Asi ze jména. Říká Ti tak někdo?

KR: Ségra když byla malá, tak neuměla T a už mi to zůstalo.

T: Jo, bezva, takže to máš takovou přezdívku...

KR: Kterou si pamatuju...

T: Používáš to někde jinde?

KR: No někdy, třeba když se musíme podepsat, ale já nechci, aby to někdo věděl..tak se takhle podepíšu.

T: A říká Ti tak někdo ještě?

KR: Jo, mamka, moje nejlepší kamarádka a spoustu dětí ještě.

T: Takže Ti to zůstalo. Tak se zeptám na ty hry. Spíš Tě to baví, nebo spíš nebaví?

KR: Mně to hodně baví, někdy, já to hraju doma a někdy, když jsem toho plná, že už si to nepamatuju, tak si zahraju jinou hru a pak se k tomu vrátím.

T: Jo, že to takhle střídáš. Která ta hra Tě baví nejvíc?

KR: Z těch starejch lví ubytovna a opičí schovka a ze začátku ještě obrazková řada fotky.

T: Takže hledačky tě bavily míň.

KR: Ale ty koníci mě bavily víc než medvídci.

T: Jo, ale celkově Tě to bavilo míň než ty ostatní hry. Takže začneme tou obrázkovou řadou. Ty máš teď taky tu obrázkovou řadu, ale ty simpsny. Jak se...dostala ses hodně daleko...na začátku jsi byla nejlepší...jak se ti to dařilo zapamatovávat?

KR: No já jsem si říkala, u toho velkého nka jsem si už spíš bylo nebylo. Nejdřív jsem se dívala na ty odpočítaný, že jsem měla n 19 jsem jednou měla, maximálně jsem měla 29, takže jsem si počítala do těch 29.

T: A počítala jsi si, nebo jsi se koukala na počítadlo?

KR: Počítala spíš, abych taky stíhala sledovat...

T: A co když jsi měla nižší N. Já jsem tě potom přehodila na tu těžší mapu s těma červenejme kostičkama. Tam už jsi neměla takhle vysoký n, protože tam se ani nešlo tak vysoko dostat. Jak si snažila tam?

KR: No, tak tam mě nešlo n 7 a n 8 taky, n 1 - 5 to bylo lehký, to jsem si pamatovala.

T: Ale to n 5 to už se mi zdá těžký. Tak jak jsi si to zapamatovala?

KR: Prostě jsem si říkala, vždycky když tam byl lev, tak jsem si řekla lev, pak tam byl medvěd, tak jsem si řekla lev medvěd...

T: A jak jsi potom poznala, že máš kliknout to hlásit? Když si třeba měla n 3 a byl tam lev, medvěd kočka a pak zase lev, tak jak jsi to poznala?

KR: Protože jsem si mezitím nějak stíhala i počítat, ani nevím jak (smích).

T: Supr. A když potom jsi měla další řadu, kde třeba byla místo lva kočka. Tak jsi si musela zapamatovat další řadu, tak jak jsi to dělala?

KR: No já jsem si říkala vlastně teďka má být medvěd a dyž nebyl medvěd, tak jsem si už do té další řady zapamatovala něco jiného.

T: Supr, to mi to hezky vysvětluješ. Tak to máme tu obrázkovou řadu a máme pak tu lví ubytovnu a tu opičí schovku. Jak jsi si tohle zapamatovala?

KR: No v těch těžších nkách jsem si takhle ukazovala na počítači (předvádí ukazování prsty) a prostě...

T: A jak jsi si pamatovala to pořadí?

KR: No já jsem si vlastně zapamatovala pořádně jenom to první. Pak jsem vlastně už spíš tušila kde to bylo..

T: Která Ti připadala lepší?

KR: Mně se víc líbili lvíci.

T: A proč?

KR: Protože mám ráda kočkovitý šelmy.

T: Aha. Tak jo a potom máme ty hledačky. Ty jsi říkala, že ty byly takový nejmíň zábavný. Tak jak tady k těm hrám.

KR: Koníci mi šli líp.

T: Čím myslíš, že to bylo?

KR: Skoro každý víkend jezdím na koně.

T: Jo, takže ti to bylo takový bližší. Jak jsi se to snažila zapamatovat?

KR: No, prostě jsem si to zapamatovala (úsměv).

T: Měla jsi na to nějaký systém? Když se třeba objevil najedenej kůň tady, tady a pak tady hladovej a tady. Jak jsi si to rozdělila na ty najedený a hladový?

KR: No, prostě jsem si to nějak rozdělila. Ale když tam byli méďově zdravý a nebo dva koníci najednou, tak jsem si tam najela myší, abych nezapomněla na toho druhý zdravého.

T: A prstama jsi si taky ukazovala?

KR: Někdy, když to bylo těžký.

T: Tak jo. Já vím, že to hraješ někdy i doma. Co tě k tomu vede?

KR: No, nemám po večerech co dělat, nejsem unavená, jednou za týden si vždycky zahraju.

T: Říkala jsi že Tě to celkem baví. Tak proto asi hraješ. A ještě z nějakého důvodu? Co Tě k tomu vede, že hraješ?

KR: Taky nechci, chci si už hodně pamatovat.

T: Doufáš že se tím zlepšíš. Jde Ti o to, aby sis vylepšovala sama sebe, nebo Ti jde o to být lepší než ostatní?

KR: Spíš sama sebe.

T: A teď ještě jiný věci. Je nějaká věc, která Tě baví hodně?

KR: Plavání, zpěv a tancování a taky ježdění na koni.

T: Stane se Ti někdy, že Tě to baví tolik, že zapomeneš na čas?

KR: Někdy, taky angličtina mě baví.

T: Co jsi měla na vysvědčení?

KR: Samý jendičky.

T: Já jsem si to myslela, jsi šikovná holka. Je v tý škole něco co Tě baví? Říkala si že Tě ta aj baví. To Tě baví ve škole, nebo to chodíš jinam?

KR: Chodím na takovej kroužek tady ve škole po škole. Včera jsem byla a dnes jdu.

T: No a v tý škole?

KR: ...baví mě výtvarka.

T: A jaký předmět Tě nebaví?

KR: Aj, ve družině jsme pokročilý, ale ve škole ne.

T: Je to na Tebe moc lehký. Nudíš se tam. Bety mi říkala, že má radši lehký úkoly a ty spíš těžký. Je to tak?

KR: Někdy i ty lehký a těžký taky.

T: Když seš doma, připravuješ se nějak na školu, nebo se nemusíš učit?

KR: No, učím se, to je samozřejmý, každéj víkend se alespoň jeden den učím.

T: A baví Tě to, nebo spíš ne?

KR: No někdy jo a někdy spíš ne. Třeba včera jsem vyplňovala učebnici tužkou, protože jsme měli prověrku z čj.

T: A když se připravuješ, chceš to sama, abys neměla špatnou známku, nebo...že se chceš něco dozvědět, nebo to chtějí rodič...

KR: No chce to mamka i já.

T: Co vůbec dělá mamka za práci.

KR: Mamka? Zrovna teď má takovou práci, ona se hodně zajímá o historii, tak provází děti a ukazuje jim historická místa a ještě to dělá s mámou mojí nejlepší kamarádky.

T: Tak to je zajímavá práce. A táta?

KR: Táta vyrábí různé motory, stroje...

T: Tak jo. Ještě něco?

KR: Už mě nic nenapadá.

### **Darina – D (52-R\_2+3+2), T - tazatel**

T: Takže ty máš přezdívku Darling. Je to kvůli jménu, nebo z nějakého jiného důvodu?

D: Z jiného důvodu.

T: A povíš mi z jakýho?

D: Že mi táta takhle říká, nebo že je takovej cirkus.

T: Dobře. Když se podíváme na ty hry, ty hry Tě spíš bavěj, nebo nebavěj?

D: Bavěj.

T: Která z těch her baví nejvíc?



D: Jak ten koník potřebuje mrkev.

T: Super. A která ta hra je taková nejotravnější?

D: Nejotravnější je ta opice.

T: Proč zrovna opice?

D: Protože je třeba na jednom místě a já si to pak nepamatuju.

T: Dobře. Tys měla takový, nejdřív to moc nešlo, pak ses hodně vylepšila a pak to šlo zase hodně dolů. Čím to je?

D: Nevim.

T: Nesnažíš se?

D:...

T: Já jsem se koukala minule ty jsi hrála dobře, nezlobila si, nahrála si docela hodně minut, ale...moc dobrý to nebylo. Musela si dokonce jednou opakovat. Čím to je? Ty se na to nesoustředíš? Protože jsi chytrá holka...

D: Spíš to je tím, že Oliver nebo Tomáš tam křičí, tak to mě vadí.

T: Jo, takže když křičí, tak se nemůžeš soustředit. Ale oni křičí prakticky pořád a občas to šlo pěkně hodně...Čím to bylo, že to šlo takhle pěkně?

D: Byla jsem v klidu, tak jsem zkusila nemyslet a zkusila jsem hrát.

T: Ehm. Takže bylo tam víc snahy?

D: (kýve)

T: Myslíš že bysme to mohly někdy navrátit? Třeba dneska? (úsměv)

D: (úsměv).

T: Tak jo. Teď se podíváme na ty jednotlivé hry. Ty máš teďko n 1 většinou, víc nám to neběhá. Tak jak to hraješ, když máš třeba obrázkovou řadu?

D: Tak když tam třeba bude želva a někdy lev, tak někdy nestisknu a když je třeba za sebou dvakrát lev, tak stisknu třeba. To mi nejvíc jde.

T: Pak máme ty vopice. Ty jsi říkala, že Ti nejdou. Jak si je zapamatovááš?

D: No, když mám tu myš, tak si jí položím kde bylo a pak stisknu, když tam bude zas.

T: Potom koníci, ty jsi říkala, že tě bavěj. Jak si to zapamatovááš?

D: Je to lehký, je to jako pexeso, že si zapamatovávám a pak zkusím hledat.

T: A jak si zapamatováš kde byly?

D: Taky si tam někdy dávám tu myš.

T: A jak si pak zapamatuješ kde byly ty najedený a kde ty hladový.

D: Tak třeba se tam koukám někdy, nebo udělám něco a nebo se to snažím zapamatovat.

T: Perfektní, tak jo, chodíš do družiny Darčo, nebo ne?

D: Chodím.

T: V kolik chodíš domů?

D: Ve čtyři.

T: Když přijdeš domů, tak jdeš sama, nebo si pro Tebe někdo přijde?

D: Přijde. Máma nebo i táta.

T: Dobře, potom když přijdeš domů s mámou nebo s tátou, kdo je ještě doma.

D: Někdy Simona a Martínek.

T: To jsou sourozenci?

D: Simona je sestra a Martínek je můj synovec.

T: A s kým ještě bydlíte?

D: My se budem stěhovat, takže se Simonou, s Martinem a s Martínkem.

T: Dobře a ten Martin?

D: Martínek je jejich syn.

T: Kam se budete stěhovat?

D: Do Neprobělice.

T: To je kde?

D: Nevím.

T: Máma s tátou choděj do práce?

D: Chodí.

T: A co dělají?

D: Máma chodí do Motola a táta někam že je klíčník.

T: A máma v tom Motole dělá co?

D: Pomáhá, nosí a tak.

T: Škola spíš baví nebo nebaví?

D: Moc..., někdy baví, někdy nebaví,

T: Jaký předměty Tě bavěj víc?

D: Tak mě baví třeba výtvarka nebo matematika.

T: A který nebavěj?

D: Čeština a...jak se to jmenuje..Člověk a jeho svět.

T: Proč ten nebaví?

D: Tak u Češtiny, třeba ta doplňovačka, to mi nebaví.

T: Je to těžký, nebo proč to nebaví?

D: Že bych radši chtěla dělat nějaký pracovní listy.

T: Jo a co bylo nakonci na vízu?

D: Dobrý.

T: To znamená?

D: Vše v pohodě.

T: 1,2,3,4?

D: Samý trojky.

T: Tak to je v pohodě. K tomu hraní. Chtěla by si si zlepšovat tu svojí úroveň?

D: No chtěla bych si jí zvýšit.

T: Proč myslíš že by to bylo dobrý?

D: No, kdybych si ji zvýšila tak by si byla na mě...jak se to jmenuje...že by si byla ráda a že bych byla pak dobřejší.

T: Ehm. No...Darčo, ty jsi jinak taková, asi ráda pomáháš lidem, vid'?' Vždycky mi pomáháš s věcmi a jsi taková starostlivá.. To Tě baví, nebo proč to děláš?

D: Baví mě to.

T: Ehm. Pomáháš i jinejm?

D: Mámě.

T: A jak?

D: Třeba s nádobím ale máma vždycky říká, já to sama umeju.

T: Nabízíš se, ale máma to ne vždy využije. Tak...chceš mi něco ještě povědět?

D: Máme doma činčilu a jmenuje se Drobek.

T: Super. Kde jí máte? Máš jí u sebe?

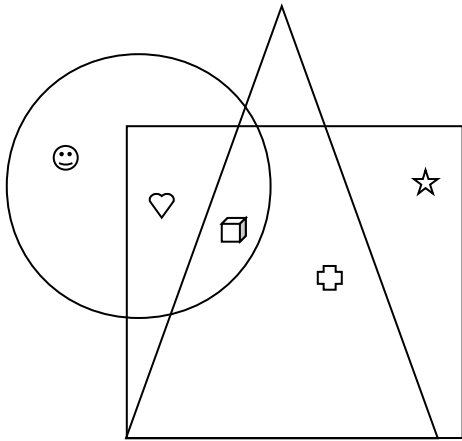
D: U Simony.

## PŘÍLOHA 8: UKÁZKA DIDAKTICKÉHO TESTU Z MATEMATIKY

1) Vypočítej písemně.

$$\begin{array}{r} 85 \\ - 43 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 63 \\ - 29 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 32 \\ 64 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 46 \\ 17 \\ \hline \end{array}$$

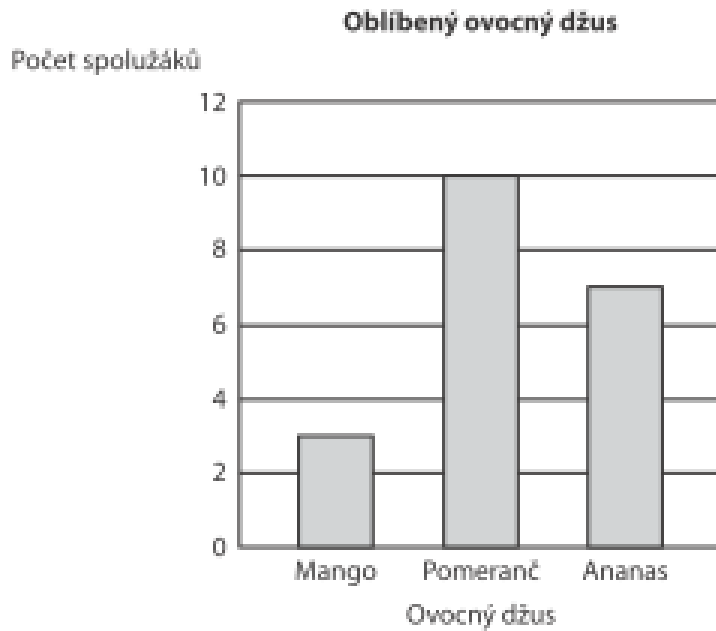
2)



Který tvar je ve čtverci a zároveň v kruhu, ale NENÍ v trojúhelníku?

- A) srdíčko
- B) usměvák
- C) kostička
- D) křížek

3)



Lenka se ptala 20 spolužáků, jestli mají nejraději pomerančový, mangový nebo ananasový džus. Údaje zobrazila ve sloupcovém diagramu. Vypočítej následující příklady.

O kolik více dětí má raději pomerančový než ananasový džus?

O kolik dětí méně má raději mangový než ananasový džus?

4) Dan, Robert a Jana chodí ze školy domů společně. K Janinu domu jim to trvá 25 minut. Pak to Danovi a Robertovi trvá 10 minut k Robertovu domu. Odtud to Danovi trvá 5 minut domů. V kolik hodin musí odejít ze školy, aby Dan přišel domů v 15:50?

5) Marie má 6 červených krabiček. Uvnitř každé červené krabičky jsou 4 tužky. Kromě toho má ještě 3 modré krabičky. Uvnitř každé modré krabičky jsou 2 tužky. Kolik tužek má Marie dohromady?

- A) 6 tužek
- B) 15 tužek
- C) 24 tužek
- D) 30 tužek

6) Na parkovišti bylo zaparkováno 72 aut v 6 stejných řadách. Kolik aut bylo v každé řadě?

7) V 7 hodin ráno byla teplota  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Každou hodinu stoupla o  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , až v 11 hodin dopoledne dosáhla  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kolik byla teplota v 9 hodin ráno?

- A)  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B)  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C)  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D)  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$

8) Adam chtěl zjistit, kolik váží jeho kočka. Zvážil se sám a váha ukázala 57 kg. Pak si stoupl na váhu s kočkou v náručí a zjistil, že váha ukazuje 62 kg. Kolik kilogramů vážila kočka?

9) Je 9 řad židlí. V každé řadě je 15 židlí. Který výpočet vyjadřuje celkový počet židlí?

- A)  $15 : 9$
- B)  $15 - 9$
- C)  $15 \cdot 9$
- D)  $15 + 9$

10) Honza se chystá péct sušenky. Troubu musí předehřívát 10 minut a potom 12 minut peče sušenky. S pečením sušenek chce Honza skončit v 11:00. Kdy nejpozději by měl troubu zapnout?

- A) v 10:38
- B) v 10:48
- C) v 10:50
- D) v 11:22

Pozn.: Úlohy 1, 6, 8 a 9 považujeme za úlohy méně náročné na WM (M\_N), zbytek za úlohy zaměstnávající kapacitu WM více (M\_V)