



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

VÝVOJ TESTU PRO ROZPOZNÁNÍ PROSTOROVÝCH SCHOPNOSTÍ

TESTING OF RECOGNIZING SPATIAL INTELLIGENCE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Malý

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Sekora

BRNO 2018

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Biomedicínská technika a bioinformatika**

Ústav biomedicínského inženýrství

Student: Tomáš Malý

ID: 186674

Ročník: 3

Akademický rok: 2017/18

NÁZEV TÉMATU:

Vývoj testu pro rozpoznání prostorových schopností

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1) Seznamte se s problematikou měření prostorových schopností v psychologické diagnostice, konkrétně v kontextu teorie inteligence C-H-C. Zaměřte se v rámci této teorie především na schopnost "Visualization", která je řazena pod kategorii "Visual-Spatial Abilities (Gv). Seznamte se dále s klasickými testy (např. Woodcock-Johnson IE II COG) a se způsoby jejich vyhodnocení. 2) Seznamte se s problematikou počítačové online diagnostiky. 3) Vyhodnoťte průnik předchozích dvou bodů a zjistěte, jaká jsou specifika, výhody a omezení měření schopnosti "Visualization" pomocí počítače. 4) Navrhněte software, který by umožnil počítačovou online administraci testu na měření schopnosti "Visualization" (doporučen jazyk HTML5). Software musí umožňovat testujícímu měnit parametry testu (jednotlivé položky, úlohy, nastavení testu). 5) Sestavte navržený software. Správnost řešení konzultujte s psychologem (odborníkem na diagnostiku).

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] HODGSON, Susan. Psychologické a jiné výběrové testy: jak se připravit a úspěšně zvládnout různé typy testů. Praha: Grada, 2007. Brilantně. ISBN 978-80-247-1945-0.

[2] SCHRANK, F.A. Specification of the cognitive processes involved in performance on the Woodcock-Johnson III (Assessment service Bulletin No. 7). Itasca, 2006. IL: Riverside Publishing.

Termín zadání: 5.2.2018

Termín odevzdání: 25.5.2018

Vedoucí práce: Ing. Jiří Sekora

Konzultant:

prof. Ing. Ivo Provazník, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou měření v psychologii, konkrétně online diagnostikou prostorových schopností. Poskytuje stručný pohled na psychologický konstrukt inteligence a způsoby jeho měření, zejména pak v kontextu aktuálně nejrozšířenější teorie inteligence C-H-C (Cattell-Horn-Carroll). V rámci ní se zaměřuje na schopnost „Visualization“, která je pojímána jako schopnost zpracovávat vizuální vjemy a manipulovat s nimi ve své představivosti. Práce obsahuje realizaci funkčního softwaru, sloužícího k online počítačovému testování prostorových schopností u dětí předškolního i školního věku.

KLÍČOVÁ SLOVA

Intelligence, Cattell-Horn-Carrollova teorie, kognitivní schopnosti, prostorová představivost, online test

ABSTRACT

This thesis deals with measurement issues in psychology, specifically online diagnostics of spatial abilities. It gives a brief look on psychological construct of intelligence and methods of measuring it, currently in the context of the most spread theory of intelligence C-H-C (Cattell- Horn-Carroll). This thesis focuses on ability called „Visualization“, that is understood as the ability to process visual perceptions and manipulate them in our imagination. The thesis includes functional software, which is made for online computer testing of spatial abilities in children of preschool, or school age.

KEYWORDS

Intelligence, Cattell-Horn-Carroll theory, cognitive abilities, spatial imagination, online test

MALÝ, Tomáš. *Vývoj testu pro rozpoznání prostorových schopností*. Brno, 2018, 52 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav biomedicínského inženýrství. Vedoucí práce: Ing. Jiří Sekora

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Vývoj testu pro rozpoznání prostorových schopností“ jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor(ka) uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil(a) autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl(a) nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom(a) následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora(-ky)

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu moji bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Sekorovi a odborným konzultantům doc. PhDr. Šárce Portešové, Ph.D., Mgr. Michalovi Jabůrkovi a Mgr. Ondřeji Strakovi za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno

.....

podpis autora(-ky)

OBSAH

Úvod	10
1 Inteligence	11
1.1 Intelligenční kvocient	11
1.2 Cattell-Horn-Carollova teorie kognitivních schopností	13
1.2.1 Cattell-Hornova teorie fluidní a krystalické inteligence	14
1.2.2 Carollova studie	15
2 Schopnost Visual processing(Gv)	17
2.1 Definice Gv	17
2.2 Dobře podporované úzké schopnosti v rámci Gv	17
3 Psychodiagnostika	20
3.1 Psychometrika	20
3.2 Typy použití psychodiagnostických metod	21
3.3 Měření v psychologii a jeho problémy	22
3.3.1 Přímé a nepřímé měření	22
3.3.2 Klasifikace chyb měření	23
4 Vývoj testu pro rozpoznání prostorových schopností	26
4.1 Princip testu	26
4.2 Nástroje pro tvorbu softwaru	28
4.2.1 Jazyk HTML	28
4.2.2 Jazyk CSS3	28
4.2.3 Jazyk PHP	29
4.2.4 JavaScript	30
5 Databázové systémy	31
5.1 Databáze a systémy pro řízení báze dat	31
5.1.1 Hierarchická databáze	32
5.1.2 Síťová databáze	33
5.1.3 Relační databáze	34
5.1.4 Objektově orientovaná databáze	35
5.1.5 Objektově-relační databáze	35
5.2 Structured Query Language (SQL)	35
5.2.1 DDL - Data Definition Language:	36
5.2.2 DML - Data Manipulation Language:	36
5.2.3 DCL - Data Control Language:	36

5.2.4	TCL - Transaction Control Language	37
5.2.5	MySQL	37
6	Specifikace softwaru a jeho funkčnost	38
6.1	Základní rozhraní	38
6.2	Seznam her	39
6.2.1	Nastavení nové hry	39
6.2.2	Nastavení centrálního pole	40
6.2.3	Nastavení okolních polí	41
6.2.4	Vytvoření výsledků	42
6.3	Seznam herních setů	43
6.4	Seznam hráčů	45
6.5	Spuštění hry	45
6.6	Výsledky	46
7	Závěr	49
	Literatura	50

SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Cattel-Hornův model kognitivních schopností	15
1.2	Carrollův model kognitivních schopností	16
4.1	Princip inteligenčního testu	26
4.2	Princip inteligenčního testu č.2	27
4.3	Znázornění CSS syntaxe	29
5.1	Ukázka hierarchické struktury dat	32
5.2	Ukázka síťové struktury dat	33
5.3	Ukázka relační struktury dat	34
5.4	Ukázka schéma SQL	37
6.1	Ukázka základního rozhraní webové stránky	38
6.2	Ukázka seznamu her	39
6.3	Ukázka nastavení základních parametrů nové hry	40
6.4	Ukázka nastavení centrálního pole	41
6.5	Ukázka nastavení okolních polí	42
6.6	Ukázka vytváření výsledků	43
6.7	Ukázka varianty s více možnými výsledky	43
6.8	Ukázka seznamu herních setů	44
6.9	Ukázka vytváření herního setu	44
6.10	Ukázka seznamu hráčů	45
6.11	Ukázka spuštění hry	46
6.12	Ukázka seznamu odehraných herních setů	47
6.13	Ukázka seznamu odehraných her v setu	48
6.14	Ukázka řešení hry	48

ÚVOD

Prostorové schopnosti, tedy dovednosti prostorového vnímání a myšlení, jsou jedním z 10 „širokých“ kognitivních schopností v rámci teorie C-H-C (Cattell-Horn-Carroll theory), a zároveň jedním z 8 druhů inteligencí, které definoval roku 1983 americký psycholog a profesor Harvardské univerzity Howard Gardner. Je zřejmé, že diagnostika těchto vrozených vlastností každého z nás má svoje místo a význam.

Kognitivní schopnosti jsou u různých lidí odlišné. Někdo má vynikající hudební sluch a cítění a má proto předpoklady stát se skvělým hudebníkem. Jiný má zase vlohy stát se dobrým sportovcem a atletem. Jedinci s dobře, či nadměrně vyvinutými prostorovými schopnostmi vynikají např. v architektuře, designu, či různých konstrukčních řešeních. Takoví lidé si snáze dovedou představit uspořádání a rozložení jednotlivých objektů v prostoru, což může být např. nábytek v domě, rozvržení nejrůznějších interiérů i exteriérů, či technická řešení v prostoru. Proto je dobré testovat tyto schopnosti již u dětí předškolního a školního věku. Každý člověk nadaný v jistém směru má předpoklady stát se v daném oboru velmi prospěšným.

Lidé se často snaží dosáhnou cílů, pro které jim chybí vrozené předpoklady a to je často důvodem jejich neúspěchu a vnitřního zklamání. Člověk bez hudebního sluchu, se stěží stane výborným muzikantem. Stejně je to i s ostatními kognitivními schopnostmi, včetně schopnosti prostorového vnímání. Z tohoto důvodu je žádoucí tyto vrozené předpoklady odhalovat a testovat. Každý člověk je ojedinelý a různě talentovaný. Je proto velká škoda nevyužít vrozený potenciál u lidí, kteří ho mají. Pro člověka je nejpřirozenější soustředit svou mysl a úsilí tam, kde pro to má vrozené předpoklady. Bohužel tomu tak u většiny lidí není a většina z nás se věnuje činnostem, pro které ony předpoklady úplně nemají. Dokázat najít, či odhalit v čem člověk vyniká, tedy kterou inteligenční schopnost má nejvyvinutější, je jistou osobní výhrou. Takoví lidé jsou často špičkami ve svém oboru a vynikají v dané činnosti nad ostatními.

Toto jsou všechno důvody potvrzující význam testování kognitivních schopností. Tato práce se bude zabývat testováním schopností prostorové představivosti. Výsledný test by měl primárně dopomáhat k identifikaci dětí, které jsou v této oblasti tzv. mimořádně nadané. Měl by se tak stát užitečným nástrojem v rámci psychologické diagnostiky.

1 INTELIGENCE

Pojem intelligence, který je jedním z hlavních konceptů psychologické diagnostiky a psychologie jako oboru vůbec, je paradoxně velmi obtížné jednoznačně uchopit či definovat. Přístup k inteligenci a k jejímu měření se v odborných psychologických kruzích proměňoval nejen v průběhu historických etap, ale odlišné chápání tohoto pojmu přetrvává i v současnosti. William Stern, americký psycholog a autor inteligenčního kvocientu (IQ) definoval inteligenci takto: „Intelligence je všeobecná schopnost individua vědomě orientovat vlastní myšlení na nové požadavky, je to všeobecná duchovní schopnost přizpůsobit se novým životním úkolům a podmínkám“ [30]. Jiný, též americký psycholog Joy Paul Guilford pojem intelligence definoval poněkud jednodušeji: „Intelligence je schopnost zpracovávat informace. Informacemi je třeba chápat všechny dojmy, které člověk vnímá“ [12]. Definic je v rámci různých teorií a historického vývoje celá řada. Měření intelligence je přední téma v oblasti psychologické diagnostiky, a přes to do dnes neexistuje jednotný pohled na tento kontroverzní pojem. K inteligenci i jejímu měření se přistupovalo odlišně nejen v průběhu času, ale je tomu tak i do dnes. I tak dnes existuje mnoho uznávaných a ceněných teorií a teoretických přístupů, např. PASS teorie [7], nebo triarchická teorie [31]. Jednou z dnes nejnvlivnějších teorií je C-H-C (Cattell-Horn-Carroll) teorie kognitivních schopností, která je integrací dvou významných přístupů k inteligenci, a to Cattell-Hornovu teorii fluidní a krystalické intelligence a Carrollovu teorii tří vrstev. S ohledem na klíčové postavení této teorie v psychologické diagnostice současnosti byla vybrána jako rámec pro naši práci a bude detailněji představena v dalším textu.

1.1 Intelligenční kvocient

Výstupem testování intelligenčními testy bývá nejčastěji hodnota IQ. Termín a definici intelligenčního kvocientu (IQ) v dnešní nám známé podobě zavedl americký psycholog William Stern roku 1912. Vycházel při tom z pojetí intelligence podle Alfreda Bineta a Théodora Simona. William Stern rozšířil původní model jeho dvou předchůdců, který pracoval pouze s mentálním věkem, o věk chronologický (skutečný)[20]. Výpočet IQ tedy dostal podobu následující rovnice:

$$IQ = 100 \cdot \frac{\text{mentální věk}}{\text{chronologický věk}} \quad (1.1)$$

Kdyby mělo desetileté dítě schopnosti na úrovni dítěte stáří třinácti let, jeho IQ by bylo podle výše uvedeného vztahu 130. Jestliže má dítě schopnosti úměrné svému věku, jeho výsledné IQ je rovné hodnotě 100, což je normálovou hodnotou IQ, které odpovídá největšímu procentu jedinců v lidské populaci.

Výsledkem je standardizované skóre používané jako standardizovaný výstup inteligenčních testů. Hodnota IQ v populaci odpovídá gaussovému rozdělení. Ačkoliv byl test původně vytvořen pro testování inteligence u dětí, je dnes velmi rozšířený i pro testování dospělých. K tomu byla nutná modifikace, kdy se porovnává úroveň rozumových schopností jedince vůči populaci. Tento odvozený kvocient se nazývá odchylkové IQ, neboli deviační IQ. Původní rovnice tak dostane tvar:

$$IQ = 100 + 15 \cdot \frac{(x - \mu)}{\sigma} \quad (1.2)$$

Kde číslo 100 charakterizuje průměr v dané populační skupině, číslo 15 určuje směrodatnou odchylku, x je hrubé skóre dosažené v testu, μ je průměrný počet správných položek v dané populaci a σ je směrodatná odchylka hrubého skóre v testu. Při testech inteligence je tedy IQ kvantitativním ukazatelem výkonu jedinců, kde velmi úzce koreluje s mírou úspěchu jedince v jeho životě [20]. Následující tabulka znázorňuje rozdělení míry IQ v populaci.

Tab. 1.1: Rozdělení hodnoty IQ v populaci [35]

Hodnota IQ	Počet lidí
0-20	0,20%
20-50	2,00%
50-70	6,80%
70-80	10,00%
80-90	10,00%
90-100	25,00%
100-110	25,00%
110-120	12,00%
120-130	6,00%
130-140	2,80%
140+	0,20%

Hodnota IQ v populaci má přibližně normální rozdělení. Zhruba 70 % lidí má proto hodnotu IQ 85-115. Extrémům na obě dvě strany odpovídají přibližně 2 % populace na každou z nich. Kolem 2 % lidí má IQ nad 130 a stejně tak lidí pod 70. Hodnota skóre menší jak 70 se nazývá mentální retardace. Není to ovšem jediný určující faktor tohoto postižení. I když se veškeré zmíněné číselné hodnoty globálně uznávají jako dané, jsou pouze orientační a ve skutečnosti se mírně liší. Jak už bylo naznačeno v úvodu práce, primárním cílem bylo vytvořit test, který by dokázal identifikovat jedince mimořádně nadané v oblasti prostorových schopností. Vztaženo

k inteligenčnímu kvocientu by se jednalo o ty žáky, kteří v testu dosáhnou přibližně IQ 130 a více[20].

1.2 Cattell-Horn-Carollova teorie kognitivních schopností

Výsledkem dlouhého bádání na poli teorií inteligence a kognitivních schopností, je spojení výše zmíněných teorií v jednu jedinou. O to se zasloužil ředitel Ústavu aplikované psychometrie a profesor psychologie na Minnesotské univerzitě, Dr. Kevin S. McGrew, PhD. McGrew sdružuje Carollovu teorii třívrstvé inteligence [4] a Cattell-Hornovu teorii fluidní a krystalické inteligence [14].

Tím dává vzniknout finální funkční teorii, která je přijímána odbornou veřejností a je v dnešní době východiskem pro mnoho inteligenčních testů. Tato teorie názorně a výstižně popisuje, jak lidská inteligence a mysl funguje v těch nejzákladnějších i rozvinutějších principech. Pro spojení dvou kmenových teorií v jednu, bylo potřeba vyřešit vzájemné odlišnosti mezi nimi. Hlavní rozdíly mezi Cattell-Hornovou a Carollovou teorií byly[23]:

- Přítomnost (Carroll), nebo nepřítomnost (Cattell-Horn) faktoru obecné inteligence (g) a tedy třetí vrstvy schopností
- Přítomnost (Cattell-Horn), nebo nepřítomnost (Carroll) kvantitativních znalostí ve druhé vrstvě
- Schopnost číst a psát jako součást krystalické inteligence (Gc) (Carroll), nebo samostatná schopnost (Grw) ve druhé vrstvě (Cattell-Horn)
- Rozdělení ukládání do krátkodobé (Gsm) a dlouhodobé (Glm) paměti a vybavování paměťových stop z těchto pamětí (SAT, TSR) do čtyř širších schopností (Cattell-Horn), nebo jejich sloučení (Gy a Gr) (Carroll) . . .

Podle CHC teorie se inteligence tedy dělí na dvě až tři vrstvy. První, nejnižší vrstva je tvořena zhruba sedmdesáti úzkými schopnostmi. Druhou vrstvu v základu tvoří 8 až 10 širších schopností. Tyto širší schopnosti jsou však v průběhu času doplňovány, takže se jejich počet mění. Třetí vrstva, která je v rámci CHC teorie sporná, je tvořena samotným g-faktorem. Do širších schopností patří fluidní inteligence (Gf - schopnost řešit nové problémy bez dřívě nabytých zkušeností), krystalická inteligence (Gc - množství nabytých zkušeností a schopnost jejich využívání), numerické vědomosti (Gq), schopnost čtení a psaní (Grw - dovednosti psaní, čtení a porozumění textům), krátkodobá paměť a vybavování (Gsm), dlouhodobá paměť a vybavování (Glr - ukládání a znovuvybavení vjemů), vizuální vnímání (Gv - zpracovávání vizuálních vjemů a manipulace s nimi, představivost), sluchové vnímání (Ga - zpracování sluchových vjemů) a rychlost kognitivních operací (Gs - automatizace

rutinních činností)[23], [22].

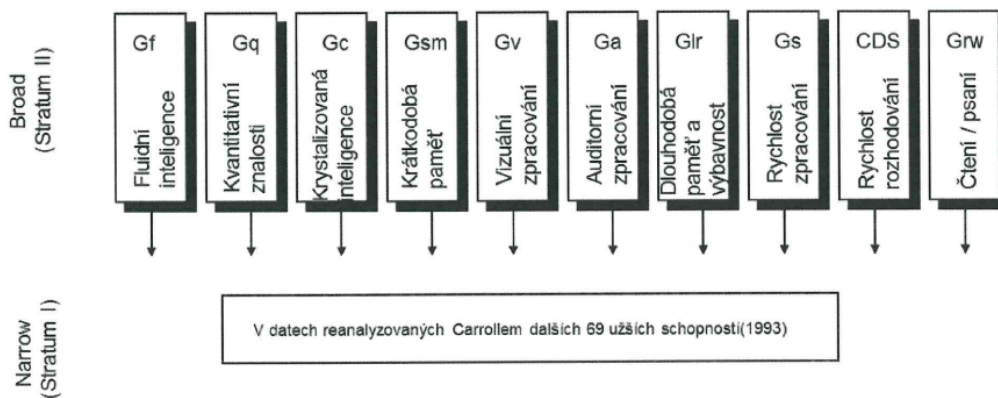
1.2.1 Cattell-Hornova teorie fluidní a krystalické inteligence

V problematice chápání a pohledu na kognitivní schopnosti je klíčovou teorií C-H-C teorie, která z koncepce fluidní a krystalické inteligence vychází. Tato dnes velmi populární teorie tvoří základnu mnoha inteligenčních testů. Vychází z ní např. Woodcock Johnson (WJ), který je v USA považován za základní diagnostický nástroj určený pro děti s poruchami učení, nebo Kaufman Assessment Battery for children (KABC-II) [19].

Charles Spearman roku 1904 definoval na základě faktorové analýzy dva základní faktory inteligence. Prvním z nich je Faktor „g“ (všeobecný faktor), který odráží vrozené schopnosti jedince a je nazýván jako obecná mentální energie. Tím je myšleno celkové množství mentálního výkonu jedince, přičemž specifické schopnosti využívají části tohoto výkonu v různém poměru a s různou účinností. Jinak řečeno Faktor „g“ dotuje jednotlivé kognitivní schopnosti různým množstvím mentální energie. Druhým faktorem je Faktor „s“ (specifický faktor), což jsou právě ony specifické mentální schopnosti, využívající celkovou mentální energii (Faktor „g“) v různém poměru.

Spearmanův žák, Raymond B. Cattell, došel k závěru, že tento koncept „g“ faktoru je nedostačující, a proto v roce 1940 přichází s vlastní teorií fluidní (Gf) a krystalické inteligence (Gc). Tato teorie předpokládá dva základní odlišné druhy odlišné druhy schopností vztahující se k inteligenci [15]. Fluidní inteligence je do velké míry schopnost vrozená. Nevychází tedy ze zkušeností, ani předešlého učení. Je to ta část inteligence, která se vyznačuje schopností abstraktního myšlení, vypořádávání se s novými problémy bez předchozích znalostí, jak problém řešit.

Naproti tomu se Krystalická inteligence odvíjí ze získaných znalostí a zkušeností, které jedinec v průběhu života získává učním. Tyto získané informace, které se nám ukládají do paměti, slouží k efektivnějšímu a rychlejšímu řešení problémů. Získané zkušenosti nám v mnoha případech usnadňují myšlení. Raymond B. Cattell spolu se svým žákem Johnem Hornem svou teorii dále postupně rozvíjeli. K původním dvou faktorům, fluidní a krystalické inteligenci, začali postupně přidávat faktory další. Nejprve to byla schopnost zpracování zrakových vjemů, tedy vizuálně prostorové myšlení (Gv) a zároveň schopnost rychlosti zpracování (Gs). V 90. letech Horn dále teorii propracovával přidáváním dalších faktorů a přivedl ji tak do dnešní nám známé podoby. Postupně tak teorii obohatil o krátkodobou paměť a vybavování (Gsm), dlouhodobou paměť a vybavování (Glr), auditivní zpracování (Ga), kvantitativní schopnosti (Gw) a jako poslední byl přidán faktor čtení a psaní (Grw) (McGrew, 2005).

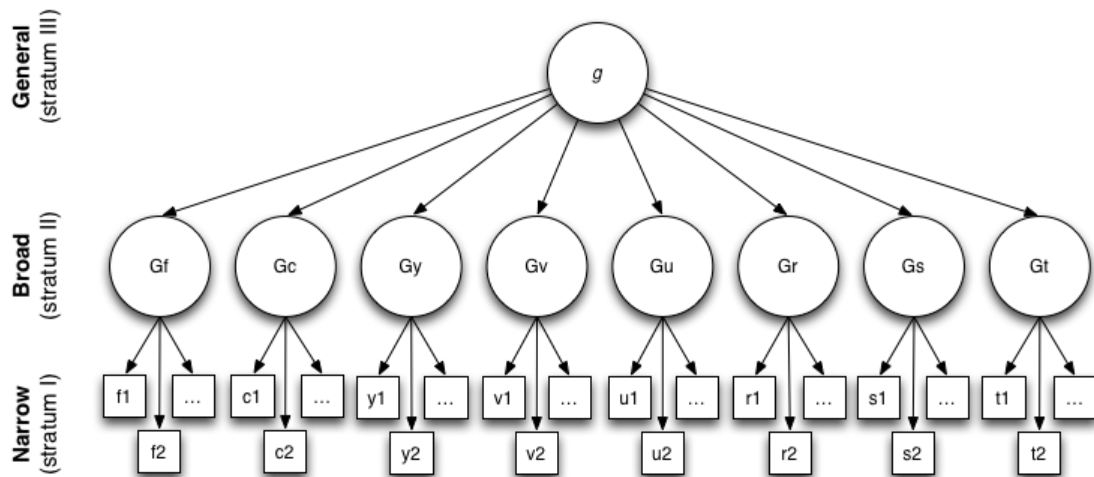


Obr. 1.1: Cattell-Hornův model kognitivních schopností

Převzato z: K. S. McGrew & D. P. Flanagan (1998). The Intelligence Test Desk Reference (ITDR): Gf-Gc Cross-Battery Assessment. Boston: Allyn & Bacon

1.2.2 Carrollova studie

Dalším významným mezníkem na dlouhé cestě k dnešní C-H-C teorii byla práce amerického psychologa Johna B. Carrola, *Human Cognitive Abilities: A survey of factor-analytic studies* z roku 1993. V tomto velkolepém díle, na kterém Carroll pracoval téměř dvě desetiletí, prozkoumal za pomoci faktorové analýzy výsledky stovky studií realizovaných za posledních 50-60 let, které se věnovaly diagnostice kognitivních schopností. 500 souborů dat, z nichž 461 mohl následně přepočítat a reanalyzovat. Výsledky jeho analýz do velké míry odpovídají výše popsanému modelu Cattella a Horna. Ačkoliv jsou mezi oběma teoriemi určité rozdíly (Carroll na rozdíl od Cattella a Horna poukazuje na existenci nejvyšší vrstvy, kterou tvoří obecný „g“ faktor) byly oba přístupy spojeny do jednotné teorie aktuálně známé jako C-H-C.



Obr. 1.2: Carrollův model kognitivních schopností

Převzato z: J. B. Carroll (1993), Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies, Cambridge University Press, New York, NY, USA.

2 SCHOPNOST VISUAL PROCESSING(GV)

2.1 Definice Gv

Vizuální zpracování může být definováno jako schopnost využívat simulované mentální snímky k řešení problémů (často ve spojení s aktuálním vnímáním snímků). Jakmile oči přenesou vizuální informaci, vizuální systém mozku automaticky provádí velké množství nízko úrovněových výpočtů (detekce hran, vnímání jasu, rozeznávání barev, detekce pohybu atd.). Výsledky těchto nízko-úrovněových výpočtů jsou dále zpracovávány různými mozkovými centry vyšších řádů. To slouží k vytvoření více komplexní informace, získané z vizuálního vjemu (rozeznání objektů, vytvoření modelu prostorového vnímání, předpovídání pohybů, atd.). Testy zaměřující se na Gv jsou vytvořeny k měření individuálních rozdílů těchto procesů vyššího řádu, které pracují jeden po druhém. Tím vytváří relevantní informace a řeší problémy vizuálně-prostorové povahy [9].

2.2 Dobře podporované úzké schopnosti v rámci Gv

Visualization (Vz): Schopnost vizuálně vnímat komplexní modely a mentálně simulovat jejich transformace (rotace, změny velikostí, přeskupování jednotlivých částí). Vizualizace je esenciální schopnost Gv. Počet dlouhodobých longitudinálních studií ¹ ukazuje, že Gv (a vizualizace zejména) je důležitá, ale často zanedbávaná predikce vysokého úspěchu v tzv. „STEM“ oblastí (science, technology, engineering, mathematics)

Speedet rotation (Rs): Schopnost řešit problémy rychle používáním mentální rotace jednoduchých obrázků. Zatímco „visualization“ je více o náročnosti představování a rotování obrázků, „speed rotation“ je o rychlosti, s kterou mohou být obrázky poměrně jednoduše rotovány. Na příklad test, který je tvořen řadou písmen rotovaných v rozmezí od 1 do 360 stupňů. Po mentální rotaci písmen do vzpřímené, přirozené polohy testovaný zjistí, že je polovina písmen obráceně. Tento test měří rychlost s jakou jsou správně orientovaná písmena rozeznána od obrácených písmen

Closure speed (CS): Schopnost rychle identifikovat známé, smysluplné vizuální objekty z neúplných (nejasný, částečně skrytý atd.) vizuálních stimulů, aniž by

¹Longitudinální výzkum (někdy také longitudinální studie) je metoda empirického výzkumu, při které je určitý jev nebo vzorek populace zkoumán po určité časové období, v některých případech až po několik desetiletí [27].

jsme předem věděli, o jaké objekty se jedná. Tato schopnost je někdy nazývána jako „Gestalt perception“ (vnímání podobného, neúplného) a umožňuje lidem doplňovat neviditelné, nebo chybějící části obrázku, k vizualizaci celku.

Flexibility of closure (CF): Schopnost identifikovat pouhou část (vzor) z celkového, komplexního a nejasného vizuálního pole, přičemž víme, jak tato část vypadá. Jinak řečeno se jedná o rozeznávání nám známého objektu v komplexnějším a nejasném vizuálním obrázku. Tento faktor je primárně testován tzv. „hidden-figures tests“, neboli test skrytých obrazců (nalezení jednoho obrazce vloženého do komplexnějšího pozadí). Horn považoval tento typ testů za nejlepší marker Gv. Pravděpodobně pro to, že tento test méně koreluje s fluidní inteligencí (Gf), než mnoho jiných vizuálních testů.

Visual memory (MV): Schopnost zapamatování si komplexních obrázků v krátkém čase (méně než 30 vteřin). Činnosti, které definují tento faktor, zahrnují zobrazování složitých obrazů a jejich identifikaci brzy po odstranění podnětu. Pokud jsou podněty jednoduché, jsou početné a musí být zapamatovány v pořadí. To se ale stává více testem Gsm (krátkodobá paměť a vybavování), než testem Gv.

Spatial scanning (SS): Schopnost „vidět“ cestu z bludiště, nebo z pole obsahujícího mnoho překážek. Tento faktor je definován výkonem, s jakým jsme schopni řešit testy ve formě bludiště, na které se díváme a hledáme z něho cestu ven. Není však jasné, zda tato schopnost souvisí s komplexními navigačními schopnostmi ve velkém měřítku a v reálném světě.

Serial perceptual integration (PI): Schopnost rozeznat objekt po té, co jsou rychle za sebou zobrazeny pouze jeho části. Pro příklad si lze představit jelena běžícího za stromy, které různé jeho části těla neustále překrývají. Nedokážeme vidět celek, ale přes to víme, že se jedná o jelena.

Length estimation (LE): Schopnost vizuálně odhadnout vzdálenost objektů.

Perceptual illusions (IL): Schopnost nenechat se oklamat vizuálními (optickými) iluzemi.

Perceptual alternations (PN): Konzistence v míře střídání mezi odlišnými vizuálními vjemy. Někteří lidé jsou schopni podívat se na předmět jako je Neckerova Krychle ² a velmi rychle přepínat tam a zpátky mezi představami z jedné orientace na jinou. Pro jiné lidi je přepínání jejich interpretací objektů mnohem náročnější. Jakmile je jednou viděna jedna interpretace objektu, stává se fixní a těžko se přepíná mezi interpretací jinou.

²Neckerova krychle je optická iluze, kterou tvoří náčrt krychle tak, že má zadní stranu z pohledu pozorovatele vepředu. Krychle proto může být vnímána vícero způsoby. Když má pozorovatel popsat jak krychli vidí, dochází k mísení pocitů a pozorovatel sám není schopen krychli identifikovat [8].

Imagery (IM): Schopnost mentálně vytvářet velmi živé obrazy. Různé vědecké důkazy potvrdily existenci tohoto faktoru jako odděleného od vizualizace a ostatních úzkých Gv faktorů [3]. Výzkum naznačil, že mentální snímky jsou pravděpodobně důležité pro chirurgy, studium anatomie těla, nebo třeba pilotování letadla [29].

3 PSYCHODIAGNOSTIKA

Termínem psychodiagnostika se označuje psychologická disciplína, jejímž cílem je získávání informací o duševních či mentálních stavech a vlastnostech, a to pomocí nejrůznějších metod měření. Obecně zahrnuje diagnostická činnost zpravidla několik operací a postupů, které slouží k získání diagnózy jedince. Stejně tak je tomu i v psychodiagnostice, kde se pomocí diagnózy určují např. nejrůznější duševní onemocnění, výkyvy v jednotlivých oblastech inteligence a v neposlední řadě i nadprůměrně nadaný jedinci v různých oblastech kognitivních schopností.

Stručně lze diagnostickou činnost popsat jako proces, který je tvořen dvěma částmi. První část je tvořena z metod a reakcí, tedy ze souboru podnětů a výsledném vzorku chování, který je reakcí právě na vstupní podněty. Tato první část metody reakce se skládá z pozorování a měření. Druhá část jde od reakcí k vlastnostem osobnosti a vyplývá z interpretace výsledků.

Termín diagnostika je v široké veřejnosti spojován zejména s klasickou medicínou, kde chceme zpravidla získat znalosti o povaze a původu potíží. V psychologii je pojem diagnóza širšího měřítka. V psychodiagnostice se nesnažíme zjistit pouze abnormality, ale zejména i individuální zvláštnosti člověka, přičemž nejde pouze o měření statické, ale o měření v průběhu vývoje. Stručně pojata se dá s mírnou nadsázkou tvrdit, že fyziologická stránka lidí je de facto u každého stejná, nebo velmi podobná, ale psychologická stránka se liší u každého jedince. Z toho plynou velké rozdíly v postupech diagnózy [34].

3.1 Psychometrika

V souvislosti s psychologickou diagnostikou je dalším široce používaným pojmem psychometrika, která se zaměřuje na tvorbu, adaptaci, úpravy a hodnocení psychodiagnostických metod. Proto je chápána jako pomocná psychologická disciplína právě pro psychologickou diagnostiku. Obor psychometrie se tedy v první řadě zabývá teoretickými otázkami měření v psychologii, a až ve druhé řadě jejich aplikací v praxi. Při samotné tvorbě různých testů se používají často i jiné postupy, nežli psychometrické. Testové a dotazníkové metody a jejich konstrukce a hodnocení se však bez psychometrie neobejdou. Psychometrické znalosti jsou tedy nezbytné pro každého psychologa.

Psychometrika je nedílnou součástí všech teoretických i aplikovaných disciplín v rámci psychologie. Nepostradatelná je zejména pro psychodiagnostiky, kterým poskytuje podklad pro tvorbu, adaptaci, ověřování a modifikaci nejrůznějších testových a dotazníkových metod. Obsahuje poznatky jak z obecné a kognitivní psychologie o zákonech fungování psychických jevů, tak z vývojové psychologie o psychickém

vývoji. Psychometrika je velmi významná pro oblast diferenciální psychologie, která je významným odvětvím psychodiagnostiky.

Jedním z největších zájmů použití psychodiagnostiky a psychometrie je právě vědecký zájem o zkoumání individuálních odlišností mezi jedinci v populaci, jehož významnými průkopníky byli již zmínění James Mc-Keen Cattell nebo William Stern. Pro studium rozdílů mezi jednotlivci poskytují tyto dvě oblasti psychologie velmi důležité nástroje, a proto jsou nedílnou součástí pro klinickou a poradenskou psychologii, psychologii práce, personalistiku a další aplikované disciplíny [36].

3.2 Typy použití psychodiagnostických metod

Podle amerického psychologa a profesora Stanfordovy univerzity Lee Josepha Cronbacha se dají rozeznat tři základní typy účelů, pro jaké se metody měření v psychologii používají[6].

Prognóza: Prognóza, nebo také predikce, znamená něco předpovídat. V kontextu s psychodiagnostickými metodami se jedná o zájem předpovídat chování jedince v budoucnu, a to na základě nejrůznějších měření. Velmi jednoduchou a názornou ukázkou může být například pouhý konkurz, který není nic jiného, než pokus o předpověď, který z uchazečů je na dané místo nejvíce vyhovující [6].

Diagnóza: Diagnóza je druhým typem použití psychodiagnostických metod. Podle Cronbacha je diagnóza ve své podstatě propracovanou formou predikce. Rozdíl mezi predikcí a diagnózou je však v tom, že u predikce hledáme a srovnáváme rozdíly mezi jedinci, nebo mezi jedincem a určitou normou (standardem). U diagnózy nejde o srovnávání výkonů mezi jedinci, ale o analýzu a popis různých charakteristik u jediné osoby. Diagnostické testy mají primárně za úkol izolovat ty charakteristiky člověka, které způsobují diagnostikované potíže. Cílem diagnózy je tedy zlepšení aktuální situace, což nutně závisí na odhalení příčin potíží [6].

Samotné měření při stanovování diagnózy James McKeen Cattell rozlišil na měření ipsativní a normativní. U **normativního měření** se jedná o použití spíše k predikci, protože interpretace výsledků z tohoto druhu testu odpovídá srovnávání výkonů různých osob ve stejné situaci. U **ipsativního měření** se výsledky interpretují podle výkonů jedné osoby v různých testových situacích [17].

Výzkum: Třetí typ použití je výzkum. Cílem výzkumu většinou nebývá měření či vyšetření samotných jedinců. Výzkum zjišťuje a zkoumá vztahy mezi naměřenými atributy různých vhodně zvolených skupin osob. Žádná kvalitní psychodiagnostická metoda by bez samotného výzkumu nemohla existovat, protože

teprve data a výsledky z kvalitního výzkumu poskytují podklady pro správné posouzení dané psychodiagnostické metody. Výzkum je tedy prostředím, kde se psychodiagnostika a psychometrika setkávají a spolupracují [6].

3.3 Měření v psychologii a jeho problémy

Otázka samotného měření v psychologii je poněkud složitější, než např. u fyzikálních měření. Je nutné si uvědomit, co vlastně od měřícího přístroje, či jiné měřící techniky požadujeme. Základní obecné podmínky na měřící procedury jsou citlivost a přesnost. Zároveň požadujeme časovou stálost, tedy abychom u měření stejného objektu za stejných podmínek v různém čase dosáhli stejných výsledků. Dále chceme, aby různí lidé provádějící stejné měření na stejném objektu dostali stejné výsledky. V neposlední řadě je důležité, aby každý uživatel provádějící měření interpretoval výsledky měření stejně [36].

3.3.1 Přímé a nepřímé měření

Veškeré měření nejrůznějších veličin se dá rozdělit na dvě základní skupiny, a to na přímé a nepřímé měření. U přímého měření se atribut nějakého objektu měří podle stejného atributu objektu jiného. Jako první zřejmě většinu napadne měření délky, kde objekt o neznámé délce srovnáváme s objektem, u kterého délku známe.

U nepřímého měření se měřící atribut porovnává s jiným atributem měřícího přístroje, který má matematicky přesně definovaný vztah s atributem měřeného objektu. Tento druh měření se velmi často uplatňuje u měření fyzikálních veličin a je na něm postaveno mnoho medicínských diagnostických metod, kde se hojně využívá převádění měřené veličiny např. na změnu elektrickou, či tepelnou[36].

Z literatury vyplývá, že měření v psychologii je téměř výhradně měření nepřímé, protože se provádí zpravidla pomocí odpovědí na různé otázky či úkoly, jinak řečeno na základě výsledků nějaké aktivity [13]. Zároveň si však definice nepřímého měření a tvrzení, že je měření v psychologii výhradně měření nepřímé, navzájem odporují. Je jasné, že žádný přesně definovaný matematický vztah mezi výsledky nějaké aktivity a hodnotami měřeného atributu není možný. Výsledky měření v psychologii jsou tak ovlivňovány velkým počtem nežádoucích vlivů, které se dají charakterizovat jako chyby měření. S tímto faktem je spojen další problém měření v psychologii, který spočívá v tom, že samotné chyby měření jsou zde velmi obtížně měřitelné [36].

3.3.2 Klasifikace chyb měření

V psychologii se uvádějí 4 zdroje a typy chyb, které mohou zkreslovat naměřené výsledky. Mezi ně patří chyby konstantní neboli také systematické, chyby osobní, proměnné a nakonec chyby interpretační. S jednotlivými druhy či zdroji chyb je pokaždé spjata určitá charakteristika metody, která se snaží daný druh chyby eliminovat. Tyto charakteristiky psychodiagnostických metod jsou známé také pod názvem standardy, které musí být při používání v psychologické diagnostice splněny. Bez splnění těchto standardů by dané psychodiagnostické metody nemohly být považovány za použitelné a vyhovující. Standardy tedy udávají základní podmínky, podle kterých se jednotlivé psychodiagnostické metody hodnotí nezávisle na tom, o jaký druh testu se jedná [13].

Konstantní chyby a validita

Konstantní či systematické chyby se považují za nezbytný důsledek nepřímého měření v psychologii [13]. Přítomnost tohoto druhu chyb je dána nedostatečným ujasněním statusu měřitelnosti daných kvantitativních atributů. Jedná se zde o základní otázku, jestli daná metoda skutečně poskytuje takové výsledky, jaké poskytovat má a jaké se u ní očekávají. Dalším problémem je fakt, že se i empiricky doložené a ověřené atributy často částečně překrývají, a to v některých případech zcela zákonitě [2].

Například při vykonávání nejrůznějších psychodiagnostických testů je nezbytné dobře ovládat čtení. Systematickou chybou takových testů by byl fakt, že rozdíly ve výsledcích testů by byly způsobeny různou schopností číst oproti schopnostem, které jsou předmětem zájmu či osobnostním rysem.

Proto je v souvislosti s eliminací systematických chyb nejzákladnější požadavek, který je kladen na všechny psychodiagnostické metody, aby měřila skutečně to, co měřit má. S tímto tvrzením je spojen termín validita, který je definován jako relativní nepřítomnost konstantních chyb měření v naměřených hodnotách. Validita je tedy soustava kritérií udávajících zda a v jaké míře daná psychodiagnostická metoda měří právě to, co má [36].

Osobní chyby a objektivita

Tento druh chyb, tedy chyby osobní, je způsoben samotným člověkem, či konkrétními lidmi, kteří provádějí vyhodnocování a interpretaci výsledků. Projevuje se zde lidský faktor spolu se subjektivním vnímáním. Při administraci určité psychodiagnostické metody může vlivem lidského faktoru dojít ke zkreslení instrukcí, nesprávnému a neúplnému podání informací, či např. špatnému

změření času. Při konání mnoha psychologických vyšetření je potřeba, aby se pacient cítil v psychické pohodě. Velmi proto záleží na atmosféře, kterou v danou chvíli vytvářejí lidé v okolí pacienta. Ve fázi vyhodnocování testu může dojít ke špatnému spočítání skóre a ve fázi interpretace se mohou vyložit výsledky ve špatném kontextu. Dalším problémem bývají různé závěry různých odborníků po přečtení stejné zprávy.

Jako ukazatel relativní nepřítomnosti osobních chyb je objektivita, pro jejíž zajištění je nutná tzv. standardizace. Standardizace slouží k nastavení pravidel a kritérií z hlediska administrace, vyhodnocování a interpretace výsledků tak, aby byly pokaždé co nejlépe definované podmínky, za kterých bude dané měření probíhat. Tyto pravidla jasně říkají, jak má být celé měření a testování prováděno, jak se má zacházet a pracovat s jednotlivými hodnotami a veškerými pomůckami při měření a také jak se mají výsledky interpretovat[36].

Proměnné chyby a reliabilita

Proměnné, jinak řečeno náhodné chyby jsou také běžně známé z měření fyzikálních veličin. Tento druh chyb se opět projevuje i v měření nefyzikálním, tedy např. v psychodiagnostice. Zdrojem proměnných chyb může být opakované měření stejné veličiny za stejných podmínek, přičemž je pokaždé naměřen odlišný výsledek, i když s minimální odchylkou. Příkladem může být opakované měření průměru mince (např. posuvným měřítkem). I když průměr mince je stále stejný, dostaneme vždy mírně odlišný výsledek daný odlišnými hodnotami měřené hodnoty a také přesností použitého měřidla. Pokud provedeme vícero takto stejných měření, můžeme na základě statistické analýzy stanovit, jak velký díl variability měření odpovídá skutečným rozdílům v měřených hodnotách, a jak velký díl tímto způsobem vysvětlit nelze a musí tedy být považován za výsledek náhodných vlivů.

V psychologii jsou naměřené hodnoty zatěžovány proměnnými chybami mnohem více, než v měřeních fyzikálních. Charakteristiky psychodiagnostických metod se vztahují k různě pojatým druhům zjišťování relativní nepřítomnosti proměnných chyb a nesou souhrnné označení **reliabilita**, která je nutnou podmínkou validity [36].

Interpretační chyby a normy

V psychodiagnostických metodách vzniká často problém s interpretací výsledků. Je nutné si uvědomit, jaký výsledek z takových měření vůbec dostaneme. Na rozdíl od měření fyzikálních, kde bývá naměřená hodnota jasně definována a je charakterizována svoji jednotkou, u měření v psychologii je

prvotní výsledek daného testu pouze hrubý skór, který charakterizuje míru úspěchu, či neúspěchu subjektu při testování. Psychodiagnostické měření tedy nemá definované jednotky [36].

Jedna možnost, jak zmíněný problém obejít, je použití ipsativního měření. U ipsativního měření se naměřený skór interpretuje na základě skórů jiných rysů téže osoby, neboli hrubých skórů, které představují měření těchto hodnot [5]. Porovnávání hrubých skórů z různých testů nelze provádět bez dalších úprav a to z důvodů, že různé testy mají různé množství otázek, úkolů a tedy i odpovědí. Srovnávání hrubých skórů testu obsahujícího padesát položek s testem obsahujícího deset položek při stejném skórování není možné, protože se teoretické rozpětí hrubých skórů u jednotlivých testů liší. Z těchto důvodů se převádí individuální hrubé skóry podle rovnice 3.1 na interaktivní skóry v procentech, kde 0 % představuje minimální dosažitelný skór, a naopak 100 % představuje maximální dosažitelný skór.

$$I_x = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3.1)$$

Ani interaktivní skóry však neposkytují dostatečnou porovnatelnost skórů mezi jednotlivými probandy, či jednotlivými testy. Proto se v praxi používají navíc normativní měření nebo normativní odvozené skóry, což poskytuje porovnání skóru jedince v kontextu osob z relevantní populace. V tomto případě je nezbytné definovat danou relevantní populaci a pravidla pro porovnávání skórů mezi jedincem a skupinou

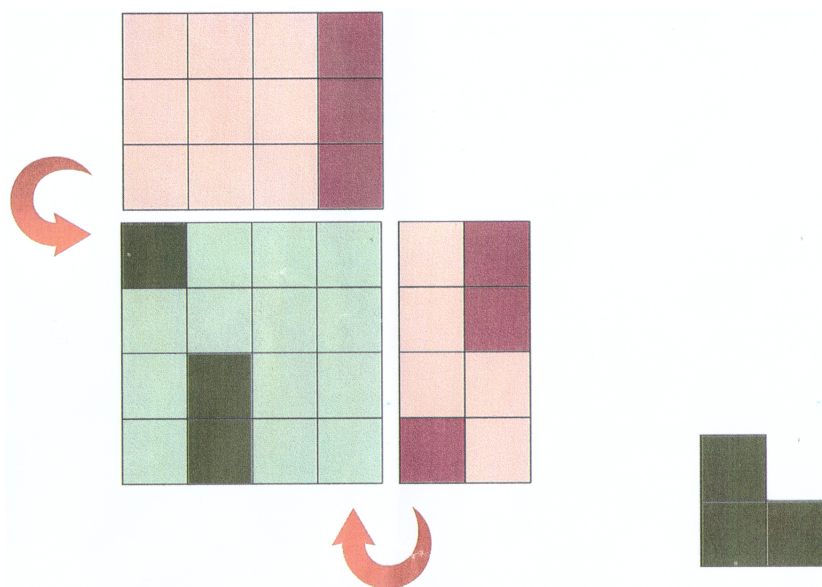
Při tvorbě norem se běžně používá známý pojem **normalizace**, nebo také **standardizace**. Normy se tvoří pomocí jasně definované skupiny osob (výběrového souboru), u které se velmi pečlivě zapisují a sledují výsledky. Porovnávání jedince s výkonem skupiny se provádí pomocí tzv. vážených, nebo také odvozených skórů. Normy se definují různě podle rozdílných kritérií a podle různých skupin osob. V zásadě existují dvě základní skupiny, se kterými se výsledky jedince porovnávají. První je skupina, do které proband již patří a porovnává se tedy jeho výkon vůči výkonu zbytku skupiny. Druhou skupinou je skupina, do které proband chce patřit. Například pokud chceme posoudit intelekt žáka, který se hlásí na vysokou školu, porovnáme jeho výsledky s výsledky úspěšných uchazečů o dané studium. Porovnáme tak výkon žáka s výkonem skupiny osob, do které chce žák patřit [13].

4 VÝVOJ TESTU PRO ROZPOZNÁNÍ PROSTOROVÝCH SCHOPNOSTÍ

Následující kapitoly se budou zabývat popisem testu pro rozpoznávání prostorových schopností a jeho tvorbou. Test slouží k identifikaci a odhalení nadaných jedinců zejména v populaci dětí ve věku 6 až 17 let. V rozmezí tohoto věku se určuje, jakým směrem se bude dítě orientovat, jaké bude navštěvovat školy a které zájmové aktivity budou rodiče pro své dítě vybírat. Odhad vrozeného nadání dítěte pomocí inteligenčního testu by mohl pomoci jeho rodičům v rozhodování, jakým směrem by měli své dítě směřovat. Zároveň by test pomáhal odhalovat děti s nadprůměrným nadáním bez nutnosti administrace testů jiných.

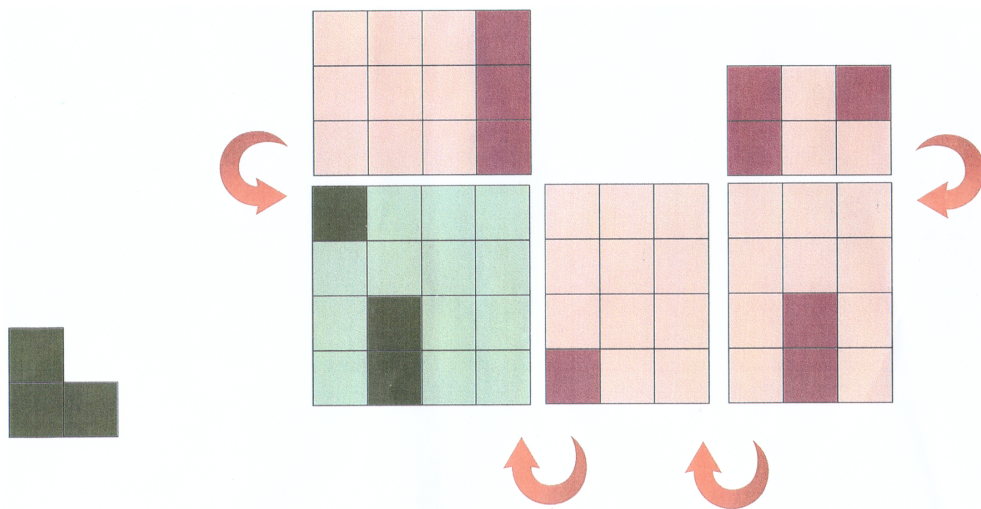
4.1 Princip testu

Samotná forma provedení inteligenčního testu není až zas tak složitá. Vlastní test je ve formě online hry na počítači, což má velkou výhodu v tom, že testy ve formě počítačových her jsou pro děti zábavné a tudíž se na ně mnohem více soustředí, než např. na klasické papírové inteligenční testy. Tento fakt je velmi žádoucí z toho důvodu, že až při plném soustředění se na řešení daného problému, jedinec maximálně projeví vrozené nadání.



Obr. 4.1: Princip inteligenčního testu

Princip testu je znázorněn na obrázku 4.1. Každá hra se bude skládat vždy z několika polí. Každé pole je ve své podstatě matice čtverců o různém počtu řádků a sloupců. Jednotlivé čtverce znázorňují volné (světlé čtverce), či zaplněné (tmavé čtverce) pozice. Uprostřed herní plochy se nachází centrální pole (na obrázku 4.1 zelené) do kterého se mají okolní pole převrátit. Jednotlivé pozice (jednotlivé čtverce) se tímto „sčítají“ dohromady. Jinak řečeno zaplněné pozice okolních polí zaplní volné pozice v centrálním poli. Tento úkol však probíhá pouze v hlavě každého hráče. Cílem je tedy dokázat si vizuálně představit, jak bude vypadat výsledné pole po složení okolních polí do centrálního a umístit do něho určitý předmět tak, aby se nepřekrýval se zaplněnými pozicemi.



Obr. 4.2: Princip inteligenčního testu č.2

Pro lepší představu je na obrázku 4.2 znázorněna další varianta hry. Jak už zřejmě vyplývá z posledních dvou obrázků, cílem této testovací hry je, aby byla co nejvíce flexibilní, a aby bylo možné vytvářet velké množství jednotlivých her v nejrůznějších variantách. Samotný software je navržený zejména jako pomocný nástroj pro odborníky, kteří ve finále mají být samotnými tvůrci jednotlivých her. Jinými slovy je tento software rozhraním pro tvorbu a administraci jednotlivých her, což budou mít na starosti lidé s odbornou praxí v daném oboru. Tito profesionálové budou moci tvořit jednotlivé varianty hry, kategorizovat tyto hry podle obtížností a vytvářet jednotlivé sety her, které se budou předkládat testovaným hráčům. Výstupem z každé hry, kterou uživatel odehraje, jsou parametry jako je např. správnost a doba řešení jednotlivých úloh, což umožní identifikovat míru nadání v rámci vizuální představivosti.

4.2 Nástroje pro tvorbu softwaru

Jelikož je celá práce situována do internetového prostředí, základními prostředky pro tvorbu jsou programovací jazyky sloužící k tvorbě webů a webových aplikací. Výhodou při práci v této oblasti je existence různých knihoven s předdefinovanými a předprogramovanými kódy, které je možno volně a zdarma využívat. V praxi se tyto volně dostupné kódy mohou různě kombinovat popř. jednoduše přepisovat podle potřeby. Jednou z často využívaných knihoven je např. Bootstrap, nebo nejpoužívanější JavaScriptová knihovna jQuery.

4.2.1 Jazyk HTML

Historie jazyka HTML se začíná psát v roce 1991, kdy autor projektu WWW (WorldWideWeb) Tim Berners-Lee vytvořil první definici značkovacího jazyka HTML. Jazyk HTML (HyperText Markup Language) slouží k definování struktury webu a je tedy stavebním kamenem pro tvorbu webových stránek. Je tvořen množinou značek (tzv. tagů) a z těchto důvodů se označuje právě jako jazyk značkovací nebo také tagovací. Většina z těchto značek jsou párové a tvoří je tedy počáteční i koncové tagy, definující význam obsahu, který je mezi nimi. Mezi nepárové značky pak patří např. tag `
` značící ukončení řádku, nebo tag ``, který umožňuje vkládání obrázků.

Pro tvorbu této aplikace je využíván konkrétně jazyk HTML5, který oproti svým starším verzím přináší mnoho výhod. Volba aktuálně nejmodernějšího značkovacího jazyka pro tvorbu webů byla založena na faktu, že HTML5 přináší nejen spousty nových a šikovných možností, ale pochopitelně zároveň obsahuje veškeré funkce svých starších předchůdců. Při psaní webů se v praxi používá ne jeden konkrétní jazyk, ale různá směs tagů a postupů z různých verzí HTML. To je dáno zejména tím, že odlišné webové prohlížeče a jejich verze podporují verze jazyka HTML různě. Důležitou připomínkou je skutečnost, že jazyk HTML5 není v tuto chvíli dokončen. Na jeho specifikacích se pořád pracuje a funkční jsou pouze jeho některé části a to ve většině moderních prohlížečů. Jiné odvětví HTML5 představují zatím pouze experimentální části a jejich použitelnost ve finální verzi, jejíž dokončení není plánováno před rokem 2020, je diskutabilní [21]

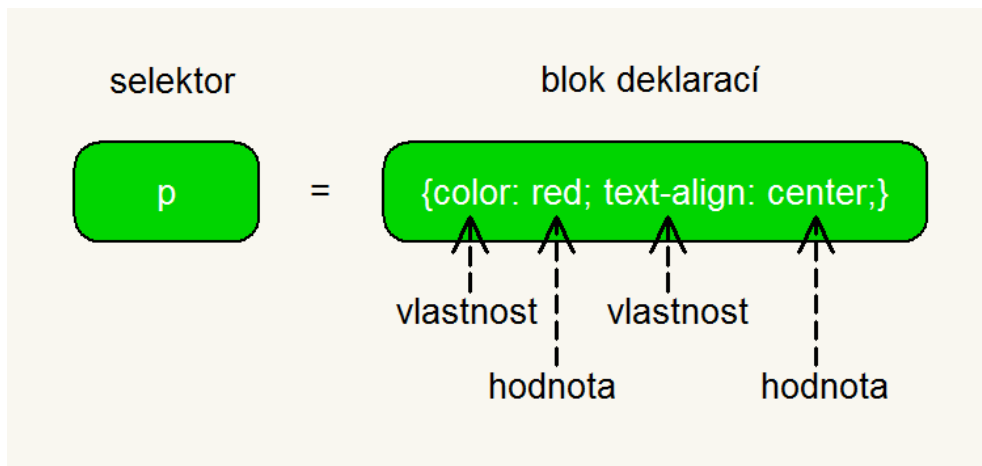
4.2.2 Jazyk CSS3

Dalším nezbytným nástrojem pro tvorbu webových stránek obecně je jazyk CSS (Cascading Style Sheets). První verze tohoto jazyka byla vytvořena v roce

1996. Tento kaskádový styl slouží v informatice pro určování zobrazení elementů na webových stránkách, které jsou psané právě v jazyce HTML. Je tedy sbírkou postupů umožňujících grafickou úpravu webových stránek. Kaskádový styl znamená, že se jednotlivé definice mohou vrstvit postupně na sebe, přičemž platí vždy ta poslední.

Syntaxe jazyka CSS je tvořena ze dvou hlavních částí. Jsou to tzv. selektor a blok deklarácí. Selektor slouží k odkazování na daný element HTML, který právě chceme graficky formátovat. Blok deklarácí je vymezen složenými závorkami a je určen právě k definování hodnot jednotlivých vlastností.

Aktuální verze je jazyk CSS3, který podobně jako HTML5 obsahuje určité výhody a zároveň plně podporuje funkce svých předchůdců. Mezi zmíněné výhody patří např. kulaté rohy elementů (`border-radius`), které by se dříve řešily pomocí obrázků, nebo oblíbená grafická vlastnost stínování elementů (`box-shadow`), či textu (`text-shadow`) [25].



Obr. 4.3: Znázornění CSS syntaxe

4.2.3 Jazyk PHP

Základy jazyka PHP byly položeny v roce 1994. Autorem je dánsko-kanadský programátor Rasmus Lerdorf. Jazyk PHP (Personal Home Page), který může svoji strukturou připomínat spíše Javu, má své kořeny v jazyku C a Perl. Na rozdíl od JavaScriptu pracuje PHP na straně serveru a až na jména proměnných není case sensitive. Je to flexibilní jazyk, jehož skript začíná vždy `<?php` a končí vždy `?>`. V syntaxi PHP hrají velmi důležitou roli znaky dolaru a středník.

Znak dolaru v PHP slouží k definování proměnné. Tímto znakem musí každá proměnná začínat. Tato podmínka slouží zejména ke zvýšení rychlosti výsledného programu, protože ihned ví, že se jedná o proměnnou.

Středník, tak jako ve spoustě jiných programovacích jazycích, slouží k ukončení příkazu. Většina syntaktických chyb vzniká právě z důvodu neukončení nějakého příkazu středníkem [25].

4.2.4 JavaScript

JavaScript byl vytvořen v roce 1995 Brendanem Eichem. Dodává webům dynamiku a funkčnost a slouží zejména k programování samotných skriptů a funkcí. Jsou jím zpravidla ovládané prvky GUI (Graphic User Interface), jako jsou např. tlačítka, či textová políčka. Dále pomocí něj lze tvořit animace a efekty obrázků. Jak již z názvu vyplývá, JavaScript je na rozdíl od HTML a CSS jazyk skriptovací. JavaScript má ve svém přirozeném stavu oproti jiným skriptovacím jazykům (PHP, ASP) tu nevýhodu, že se jeho programy obvykle spouští až po stažení www stránky z internetu (tzv. na straně klienta), z čehož plynou určitá bezpečnostní rizika. Této nevýhody se však dnes lze jednoduše zbavit implementací JavaScriptu na straně serveru např. pomocí javascriptového enginu Rhino, či Apache Jednotlivé programy a funkce jsou zde tvořeny sekvencemi příkazů, přičemž je každý příkaz oddělen středníkem. Identifikátory JavaScriptu jsou tzv. case sensitive. To znamená, že je např. při tvorbě proměnných brán ohled na velká a malá písmena, tedy že proměnné *rodneCislo* a *rodneCislo* budou brány jako dvě různé proměnné. Za mohutným rozšířením JavaScriptu stojí z velké části firma Google, která jej využívá např. pro pohon Google Maps a Gmailu [16].

Knihovna JQuery

V kontextu s jazykem JavaScript stojí zcela určitě za zmínku JavaScriptová knihovna jQuery. Tato knihovna vznikla s jediným cílem, a to zjednodušit a zefektivnit programování v tomto jazyce. jQuery vznikla v roce 2006 a její popularita velmi rychle stoupla. Mezi výhody této JavaScriptové knihovny patří snadný přístup k HTML a manipulaci s DOM (Document Object Model), sada nástrojů určených k vytváření profi efektů a animací, spolehlivá a efektivní správa událostí, speciální vytvořené funkce pro přístup k CSS atd. Knihovna jQuery, řídící se jasným heslem: „Write Less, Do More“, neboli „Piš méně, dělej více“, je aktuálně nejpoužívanějším JavaScriptovým Frameworkem [25].

5 DATABÁZOVÉ SYSTÉMY

Tak, jako většina dnes známých aplikací, se ani test pro rozpoznávání prostorových schopností neobejde bez uchování dat. Těžko si lze představit funkční aplikaci bez použití databázových systémů, které umožňují ukládání jednotlivých dat včetně přístupu a manipulace s nimi. V kontextu s aplikací této bakalářské práce se jedná např. o charakter centrálního pole, charaktery jednotlivých polí okolních, směry přetáčení okolních polí, správné výsledky, jednotlivé hry jako celky atd. K tomu slouží právě určitý počet vytvořených databází, přičemž značná část programu je na práci s těmito databázemi zaměřená. Jednotlivé databázové systémy se skládají z **databáze** a **systému pro řízení báze dat** [11].

5.1 Databáze a systémy pro řízení báze dat

Samotná databáze je uspořádaná množina dat, která se běžně skládá z datových prvků, vztahů mezi nimi, databázové integrity a schématu.

Datové prvky slouží k zachycení potřebných hodnot, což může být např. jméno, příjmení, rodné číslo atd.

Jednotlivé vztahy mezi datovými prvky jsou tvořeny s využitím složitějších datových struktur, což jsou programové konstrukce umožňující s daty efektivněji pracovat. Pro lepší představu můžeme uvést pár základních typů datových struktur, mezi které patří pole (array), spojový seznam (link list), nebo třeba fronta (queue). Mezi pokročilé datové struktury patří např. stromové struktury (tree), nebo třeba grafy (graph).

Databázovou integrací je myšleno, že databáze splňuje zadané pravidla, které jsou součástí definice databáze a nesou souhrnné označení **integritní omezení**. Použití integritních omezení je velmi široké, protože značně usnadňuje práci s databázemi. Může se jednat o omezení jednotlivých hodnot, což může být např. definované rozmezí hodnot, hodnoty pouze kladné či záporné, pouze lichá čísla atd. Dále může jít třeba o integritní omezení kombinace hodnot polí v jednom záznamu. Zde lze uvést jednoduchý příklad, kdy datum narození nesmí být pozdější, než datum úmrtí. V neposlední řadě se integritní omezení mohou týkat i celé množiny záznamů, kde se požadavky mohou týkat unikátnosti hodnot buď daného pole, nebo i kombinací polí v prostoru celé množiny daného záznamu.

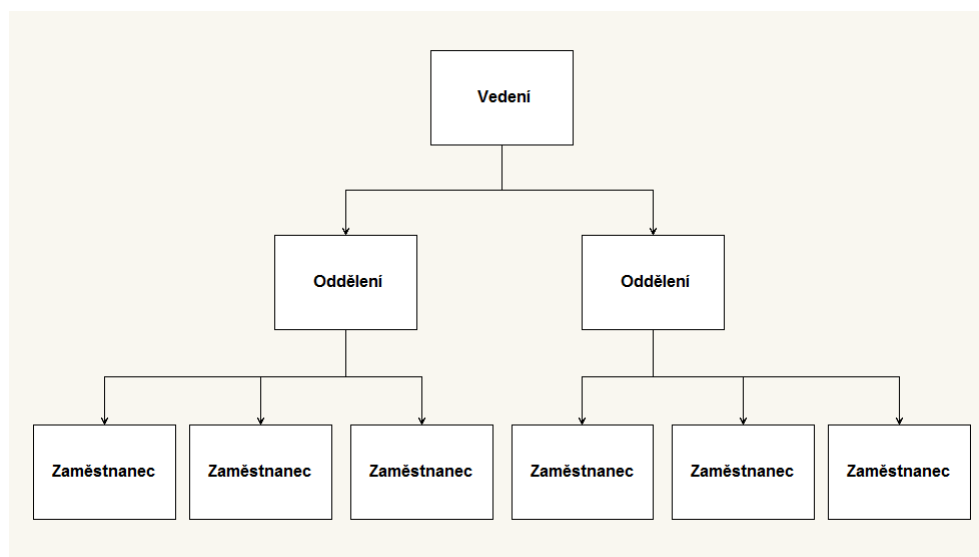
Schéma slouží k popisu dat takovým způsobem, aby byly srozumitelná jak pro uživatele, tak i pro odpovídající software.

Databází jako takovou je myšlena kolekce dat, které byly popsány výše. Pro

samotnou práci, přístup a manipulaci s databází slouží systém pro řízení báze dat, což je software zahrnující mnoho funkcí. Mezi nejvýznamnější patří možnosti vytváření databází, dotazování se jednotlivých databází, provádění jejich úprav a jiné spravování. Spolu s vývojem počítačové technologie se vyvíjel i způsob zpracování dat. Druhy systémů pro řízení báze dat proto souvisejí jednotlivými modely databází [11], [24].

5.1.1 Hierarchická databáze

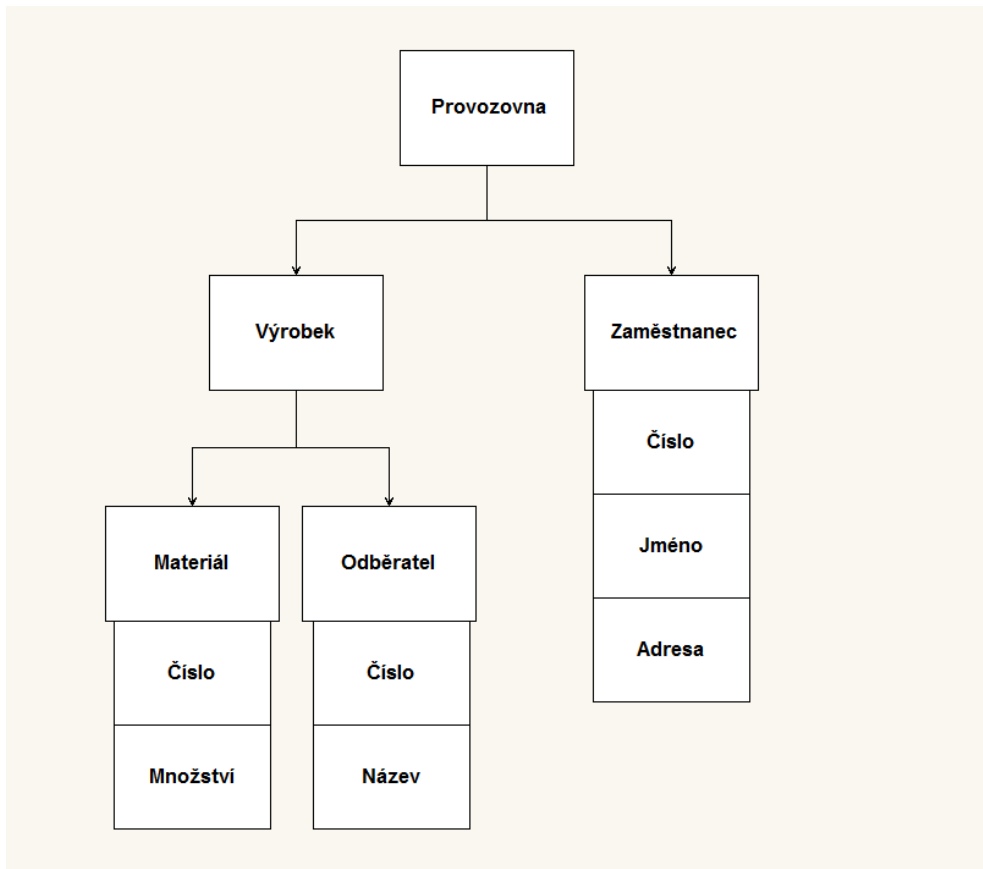
Hierarchická, neboli také stromová databáze, vznikla v 70. letech. Je historicky vůbec prvním datovým modelem, který se běžně využíval v praxi. V tomto modelu jsou data uspořádána do stromové struktury, která je znázorněna na obrázku 5.1. Systém pro řízení báze dat pro tento typ databáze byl IMS (Information Management System) od společnosti IBM. Jak už název napovídá, hierarchické modely mají poslopný řád. To znamená, že jednotlivé úrovně datových entit jsou různě nadřazené datovým entitám pod nimi. Veškeré vztahy tohoto modelu jsou jednosměrné, a to od nejvyšší entity (kořene, otce) až po entity nejnižší (potomky). Vztahy v daném směru řazení datových entit jsou typu „jeden ku více“, což dává tomu to modelu onen stromový charakter větvení. Od hierarchického modelu se však z důvodů velkých problémů při modelování reality upustilo a nahradila ho koncepce síťová [1].



Obr. 5.1: Ukázka hierarchické struktury dat

5.1.2 Síťová databáze

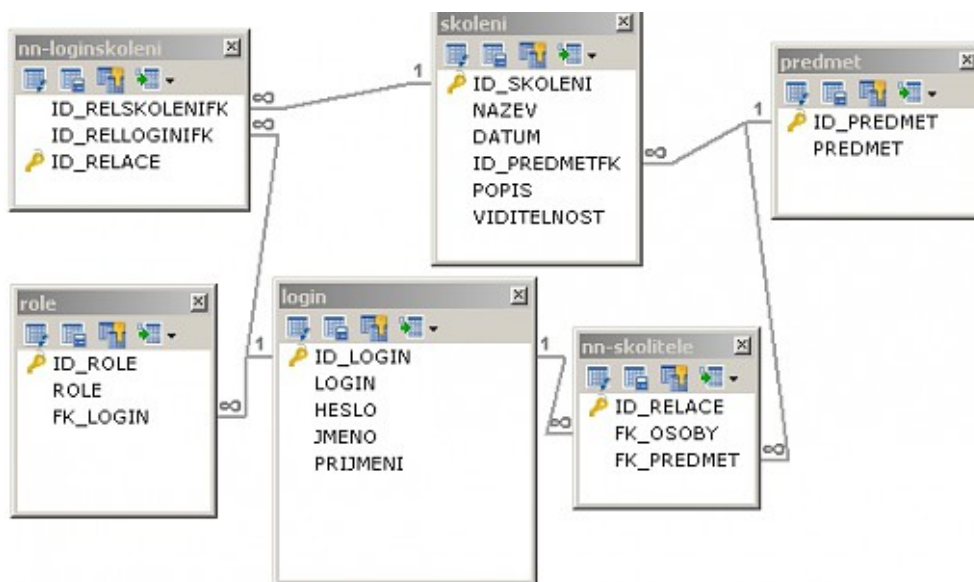
Nástupce v mnoha věcech nedostačujícího hierarchického modelu je model síťový, který si po dlouhou dobu držel své místo jakož to nejpoužívanější databázový model. Síťová koncepce z hierarchické v podstatě vychází a je jí v mnoha věcech podobná. Na rozdíl od svého předchůdce však umožňuje vztahy typu více ku více. To znamená, že jedna entita může mít více otců a zároveň umožňuje rekurzi, což znamená, že entita může být otcem svému otci. Nevýhodou však je nepružnosti síťového modelu. Z toho vyplývají problémy spojené s obtížností změn její struktury. Mezi nejznámější databázové systémy, které tento model využíval, patří např. RDM Server (Raima Database Server) od společnosti Raima, nebo také systém IDS (Integrated Data Store) od tvůrce Charlese Bachmana pracujícího ve společnosti General Electric, která se později stala společností Honeywell [1]. Schéma síťového modelu je znázorněno na následujícím obrázku 5.2.



Obr. 5.2: Ukázka síťové struktury dat

5.1.3 Relační databáze

Přelomovým mezníkem ve vývoji struktur databází je relační model databáze, který se od svého vzniku v roce 1970 stal nejpoužívanějším typem databázové struktury a je nejpoužívanější do dnes. Jak už název napovídá, tento databázový model je založený na relacích. Běžně diskutujícím omylem je tvrzení, že se relační model takto nazývá podle vztahů mezi jednotlivými daty. Relační model je však založen na relacích matematických a od toho se také odvíjí jeho název. Základním pojmem je tedy relace, kterou si lze bez jakýchkoliv matematických definic představit jako tabulku složenou z řádků (entit) a sloupců (atributů). Tyto tabulky (relace) jsou základem relační databáze a tvoří strukturu záznamů s pevně stanovenými položkami. Každý sloupec je jasně definován svým názvem, typem a rozsahem. Stejně typy sloupců v různých tabulkách mohou tvořit vazby mezi těmito tabulkami. Skupina více tabulek včetně všech jejich součástí (funkční vztahy, indexy atd.) tvoří relační databázi. Výhodami tohoto modelu jsou přirozená reprezentace a zpracování dat včetně snadného definování a zpracování vazeb. Relační model taky důrazně dbá na zachování integrity dat. Proto zavádí např. pojmy jako je primární klíč, cizí klíč, referenční integrita atd. S relačními databázemi je neodmyslitelně spojen pojem SQL (Structured Query Language). Tento programovací jazyk, který je produktem společnosti IBM, je určený právě k práci s relačními databázemi. Jazyk SQL bude detailněji popsán níže [1].



Obr. 5.3: Ukázka relační struktury dat

Převzato z: <http://www.programujte.com/>

5.1.4 Objektově orientovaná databáze

Objektově orientovaná architektura je v podstatě reakcí na nástup objektově orientovaného programování, u kterého je hlavní myšlenkou snaha modelovat principy reálného světa počítačově jedna ku jedné. Objektově orientovaný model databáze umožňuje ukládání dat ve formátu stejném, jako je využíván i v objektově orientovaném jazyce. Data jsou zde charakterizována formou objektů. Objektově orientovaný programovací jazyk, jako je např. jazyk C++, Java, nebo Python, pak slouží jako jazyk pro samotnou aplikaci, ale i pro databázi. Databáze je zde integrovaná do samotného programovacího jazyka, a proto se dá s objekty pracovat přímo v daném jazyce a není nutný žádný mezistupeň pro práci s daty, jako je např. SQL. Tím je tvořen úzký vztah mezi objektem aplikace a objektem databáze[24].

5.1.5 Objektově-relační databáze

Tento model je kombinací relačního a objektově orientovaného modelu. V relačním modelu je entita vyjádřena jako řádek, či množina řádků. Při tvoření moderních aplikací však požadujeme co nejvěrnější zachycení reality, což mnohem lépe poskytuje objektově orientovaný model, kde je entita vyjádřena jako instance jisté třídy. Objektově-relační model má tedy za úkol konverzi relačních databází a objektů z objektově orientovaného modelu. To dává vývojáři více volnosti z hlediska nutnosti používání SQL dotazů konkrétních relačních databází. Výhody jsou zejména při používání běžných databázových operací, což může být zápis, čtení, mazání a úprava dat. Model také poskytuje automatickou konverzi rozdílných datových typů mezi databázovým systémem a použitým programovacím jazykem[10].

5.2 Structured Query Language (SQL)

SQL, jak už bylo uvedeno, je deklarativním jazykem určeným pro práci a komunikaci s relačními databázemi. Jazyk byl vyvinut v 70. letech minulého století společností IBM. Jedná se o do dnes nejrozšířenější jazyk pro tvoření databázových dotazů. Slouží k řízení a udržování relačních databází. Jazyk SQL není zcela jednotným jazykem, ale skládá se z více částí mezi něž patří [18]:

5.2.1 DDL - Data Definition Language:

Jazyk DDL slouží k definici a tvorbě databázových objektů. Do těchto objektů však nemá možnost cokoliv vkládat, či data v objektech jakkoliv aktualizovat. Nejpoužívanější příkazy této části jazyka SQL jsou následující tři:

CREATE - příkaz pro tvorbu nového objektu databáze. Nežli je však možné vytvořit databázový objekt, musí být vytvořena samotná databáze. K tomu slouží příkaz **CREATE DATABASE**. Dalším téměř nejdůležitějším příkazem je příkaz **CREATE TABLE**, který umožňuje vytváření jednotlivých tabulek, do kterých je poté možné ukládat jednotlivá data.

ALTER slouží k provádění změn již vytvořených databázových objektů, které však musí být stejného typu. Nejčastěji používaným příkazem je nejspíše **ALTER TABLE** pro změnu tabulky.

DROP: příkaz určený k odstranění již existujícího databázového objektu stejného typu.

5.2.2 DML - Data Manipulation Language:

Jazyk DML obsahuje zejména čtyři klíčové příkazy sloužící ke správě již uložených dat relační databáze. Jsou to příkazy pro výběr dat, vložení a vymazání řádků a aktualizaci hodnot tabulky.

SELECT: příkaz **SELECT** je pro práci s databázemi naprosto klíčový, jelikož slouží k výběru a načítání dat. Lze dále využít např. přidání příkazu **ORDER BY** do samotného příkazu **SELECT**, což umožňuje seřazení výsledků pro větší přehlednost. Při výběru pouze určitých dat se používá přidání příkazu **WHERE**.

INSERT: umožňuje vkládání nových řádků do již vytvořené konkrétní tabulky databáze. Řádky můžeme vkládat buď jednotlivě, k čemuž slouží příkaz **VALUES**, nebo je možné vkládat více řádků najednou, a to pomocí vnořeného příkazu **SELECT**.

UPDATE: příkaz **UPDATE** je určen k aktualizaci jednotlivých hodnot ve sloupcích tabulky, které musí být v příkazu definovány.

DELETE: tento příkaz není určen k ničemu jinému, než je odebrání jednoho, nebo i více řádků tabulky. Příkaz **DELETE** je určený pouze pro mazání řádků. Nelze ho tedy odkazovat na sloupec.

5.2.3 DCL - Data Control Language:

Jazyk DCL obsahuje příkazy pro nastavování přístupových práv k jednotlivým datům v databázi a umožňuje určit různá systémová oprávnění v systému

řízení báze dat. Nejdůležitějšími příkazy jazyka DCL jsou nejspíše GRANT a REVOKE. Příkaz GRANT slouží k přidělení oprávnění např. k přístupu k určitým objektům. Opačnou funkci má příkaz REVOKE, který jednotlivá oprávnění zase odebírá.

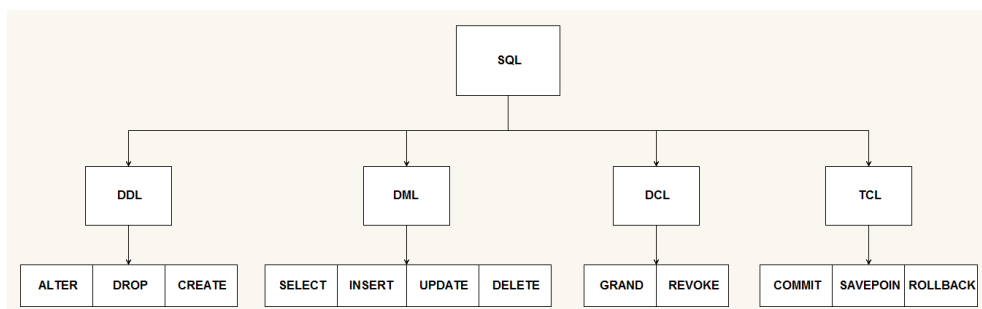
5.2.4 TCL - Transaction Control Language

TCL slouží k potvrzení, či odvolání změn provedených v dané transakci.

COMMIT: slouží k potvrzení provedených změn. To znamená, že se veškeré změny perzistentně uloží do databáze. O této chvíli, tedy od provedení příkazu COMMIT a uložení změn do databáze, jsou změny viditelné i pro ostatní relace.

ROLLBACK: příkaz odvolávající změny. Po potvrzení příkazu ROLLBACK jsou veškeré změny provedené v příslušné transakci odvolány.

SAVEPOINT: umožňuje definování značek v jádru transakce na které lze odkazovat příkaz ROLLBACK [26, 18]



Obr. 5.4: Ukázka schéma SQL

5.2.5 MySQL

MySQL je dnes jedním z nejčastěji používaných databázových systémů uplatňujících relační model. Byl vytvořen švédskou firmou MySQL AB. Dnes ho však vlastní firma Sun Microsystems, dceřiná společnost Oracle Corporation. MySQL umožňuje ukládání velkého objemu dat a jejich následné vrácení zpět v potřebném čase a podobě. Jazyk určený pro práci s tímto databázovým systémem je, jak již název napovídá, jazyk SQL. Dále však jde MySQL integrovat i s jazykem PHP, Java, C, C++, nebo třeba Python [25].

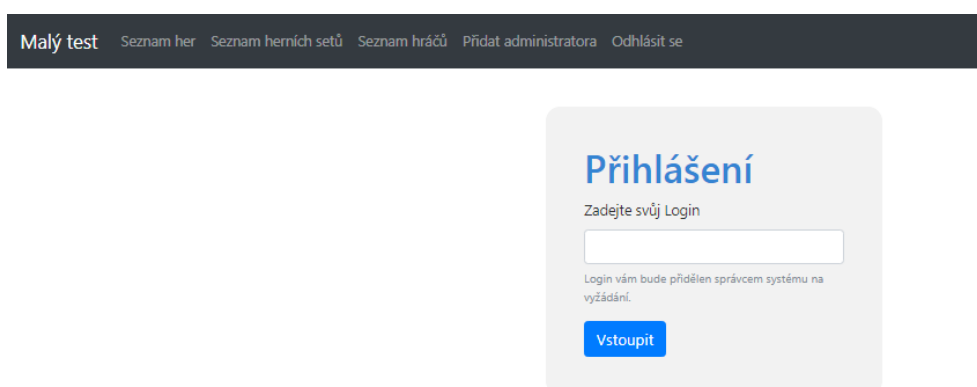
6 SPECIFIKACE SOFTWARE A JEHO FUNKČNOST

Jak již bylo zmíněno výše, produkt této práce má sloužit zejména jako pracovní prostředí pro odborníky, zabývající se psychologickou diagnostikou. Výsledkem snažení je všeobecně funkční a široce použitelné rozhraní pro tvorbu, ukládání, správu a administraci testů. Všechny tyto vlastnosti musí být podány stručně a pochopitelně, aby bylo využívání softwaru přirozené a příjemné. Specifikace softwaru se dají proto rozdělit do několika kategorií podle jednotlivých funkcí, které software obsahuje. Jednotlivé funkce a možnosti použití výsledného softwaru byly pravidelně konzultovány s odborníky v daném oboru.

6.1 Základní rozhraní

Základní rozhraní, je vyobrazeno na obrázku 6.1. Tento obrázek je brán z pohledu přihlášeného administrátora, který má přístup ke všem funkcím softwaru. Pokud má zájem se do systému přihlásit hráč, který si chce projít některým z vytvořených testů, musí mu být nejprve administrátorem přidělen přístup ve formě unikátního přihlašovacího čísla - loginu. Poté co tento login hráč vyplní do kolonky pro přihlášení (jak je vidět na obrázku) mu budou zpřístupněny jednotlivé testovací hry.

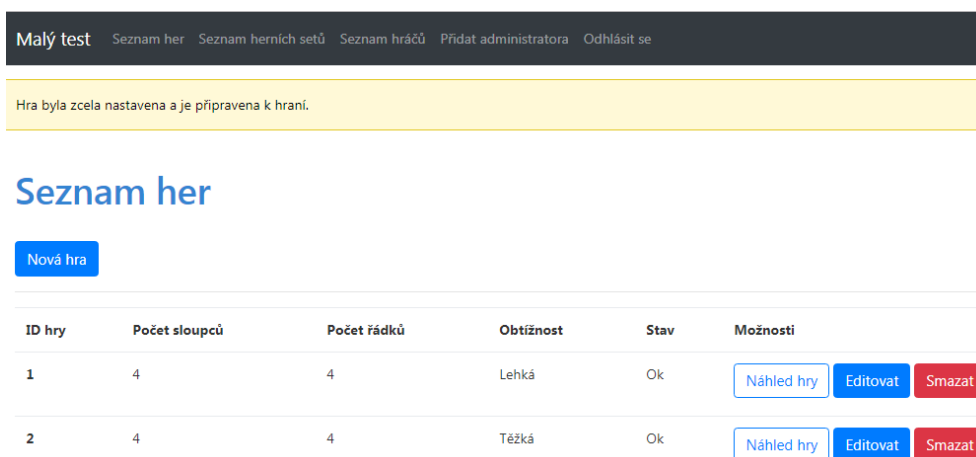
Pokud se do systému přihlásí administrátor, má plný přístup k veškerým funkcím. Na obrázku 6.1 jsou v levém horním rohu vidět tři záložky, a to **Seznam her**, **Seznam herních setů** a **Seznam hráčů**. Pod každou ze zmíněných záložek je možno spravovat a sledovat danou věc.



Obr. 6.1: Ukázka základního rozhraní webové stránky

6.2 Seznam her

Základní funkcí je celkově realizování hlavní vize projektu, tedy vytvoření testovací hry. Toho je možné docílit na kartě *Seznam her*, kde zároveň veškeré vytvořené hry vidíme a současně je zde možné se na vytvořené hry podívat, editovat je, či mazat. Každá vytvořená hra je charakterizována svým speciálním ID (Identifikátor), které se automaticky generuje postupně podle vytváření her. Dále jsou v seznamu her uvedeny rozměry hry (rozměr herních polí), obtížnost a stav. Parametr *stav* nám říká, jestli je hra kompletně dodělaná a nastavená. Pokud tomu tak skutečně je, stav hry se označí jako *Ok*. Díky tomuto je možné nedokončené hry dokončit později a zároveň máme přehled, které hry zatím nejsou hratelné. Po kliknutí na tlačítko *Nová hra* se dostaneme do procesu vytváření nové testovací hry, což je základem celé aplikace. Tento proces se skládá ze čtyř samostatných kroků popsaných níže. Karta *Seznam her* je vidět na následujícím obrázku.



ID hry	Počet sloupců	Počet řádků	Obtížnost	Stav	Možnosti
1	4	4	Lehká	Ok	Náhled hry Editovat Smazat
2	4	4	Těžká	Ok	Náhled hry Editovat Smazat

Obr. 6.2: Ukázka seznamu her

6.2.1 Nastavení nové hry

Prvním krokem je nastavení základních parametrů nově vytvářené testovací hry. Těmito parametry jsou *Obtížnost* a rozměr hry, tedy *Počet řádků* a *Počet sloupců*. Volení parametru *obtížnost* je jasné. Slouží k základní kategorizaci jednotlivých her podle jejich náročnosti. Podle hodnot velikosti herní plochy se automaticky vygenerují herní pole, které je možné v dalších krocích nastavit. Zde stojí za zmínku možnost volby nejen čtvercových tvarů, ale i tvarů obdélníkových, což umožňuje tvořit spousty dalších variant hry.

Nová hra

Výběr obtížnosti

Obtížnost

Lehká

Velikost herní plochy

Počet řádků

4

Počet sloupců

4

Vytvořit

Obr. 6.3: Ukázka nastavení základních parametrů nové hry

6.2.2 Nastavení centrálního pole

Po zvolení výše popsaných základních parametrů přichází na řadu nastavení charakteru centrálního pole, do kterého se mají překlápět pole okolní. Centrální pole je automaticky vygenerováno podle rozměrů zadaných v předchozím kroku. Pole se vygeneruje jako prázdné a tvůrce hry zde má možnost definovat pevné bloky. Určení pevného, či prázdného bloku se definuje kliknutím na dané místo. Centrální pole může být i bez nastavených pevných bloků. Může být tedy nastaveno celé jako prázdné a bude se plnit až jednotlivými okolními poli. Nastavení centrálního pole je zobrazeno níže na 6.4.

Nová hra byla úspěšně přidána.

Nastavení centrálního pole

Vytvořte pevné bloky

[Uložit a pokračovat](#)

Obr. 6.4: Ukázka nastavení centrálního pole

6.2.3 Nastavení okolních polí

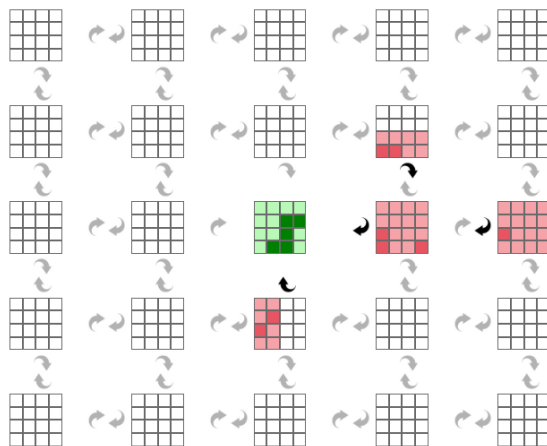
Zřejmě nejdůležitějším krokem při vytváření hry je krok *Nastavení okolních polí*, který je zobrazen na obrázku 6.5. Zde se totiž definuje celkový charakter každé jednotlivé hry. Zároveň je to pro každého tvůrce krok nejtěžší, protože zde musí velmi přemýšlet, jakou strukturu konkrétní hře určí. Jednotlivé bloky okolních polí se opět definují kliknutím na daná místa. Oproti centrálnímu poli mohou nabýt ještě hodnoty θ , kdy dané místo zůstane bílé a hráč jej při spuštění hry neuvidí (nebude ohraničené). Mezi jednotlivými poli jsou tlačítka v podobě šipek, které určují směr překlápění jednotlivých polí. Jednotlivé směry překlápění nemusí směřovat pouze do středu herní plochy. Každé okolní pole je možné překlápět do všech 4 hlavních stran, což dává administrátorům prostor pro tvorbu obrovského množství variant her.

Napravo od plochy pro vytváření hry je vyobrazené *Výsledné pole po složení*, což je výsledek po té, co se veškeré okolní pole podle svých zadaných směrů překlápí do pole centrálního. Přesně tenhle výsledek si hráč při hraní hry musí ve své mysli představit, aby mohl do zbylých volných políček správně umístit zadaný tvar, jehož tvorba se provádí hned pod výsledným polem. Aplikace tedy umožňuje tvůrci hry v reálném čase vidět, co je výsledkem jím vytvářené hry, což práci neskutečně zjednodušuje a zefektivňuje. Bez této vizuální zpětné vazby by bylo velmi těžké hru tvořit a zároveň by docházelo k častým chybám.

Hra byla úspěšně uložena.

Nastavení okolních polí

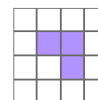
Náhled hry



Výsledné pole po složení



Zvolte vkládaný tvar



Obr. 6.5: Ukázka nastavení okolních polí

6.2.4 Vytvoření výsledků


V posledním kroku je nutné definovat správné výsledky. Jak je vidět na obrázku 6.6, máme zde k dispozici pohled na *Poskládané herní pole* a *Umístovaný tvar*. Pomocí pole *Vytvořený výsledek* je možné jednotlivé správné výsledky definovat a zároveň je i obodovat. Na pravé straně se nachází seznam vytvořených výsledků, kde je možné, např. při chybně zadaném výsledku, či při pozdější editaci hry, výsledky opět mazat. Na obrázku 6.7 je znázorněna varianta s více možnými výsledky. Po potvrzení výsledků pomocí tlačítka *Hotovo* je hra kompletně nastavená a nachystaná ke spuštění.

Malý test Seznam her Seznam herních setů Seznam hráčů Přidat administrátora Odhlásit se

Nový výsledek byl úspěšně přidán.


Náhled hry

Poskládané herní pole




Hotovo

Umísťovaný tvar




Vytvořte výsledek



Přidat

Výsledky hry

Počet bodů	Výsledek	Možnosti
1		Smazat

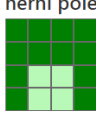
Obr. 6.6: Ukázka vytváření výsledků

Malý test Seznam her Seznam herních setů Seznam hráčů Přidat administrátora Odhlásit se

Nový výsledek byl úspěšně přidán.


Náhled hry

Poskládané herní pole




Hotovo

Umísťovaný tvar

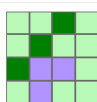
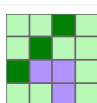
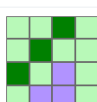
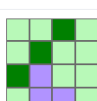


Vytvořte výsledek



Přidat

Výsledky hry

Počet bodů	Výsledek	Možnosti
2		Smazat
2		Smazat
2		Smazat
2		Smazat

Obr. 6.7: Ukázka varianty s více možnými výsledky

6.3 Seznam herních setů

Výše byl popsán celý proces vytvoření jedné testovací hry. Výsledek poskytnutý z jediné hry by toho o prostorových schopnostech hráče mnoho neřekl. Z toho důvodu se v praxi budou hráčům předkládat tzv. herní sety složené z většího počtu jednotlivých her. Hráč si tedy spustí set her, který bude obsahovat např. tři lehké hry, tři normální a tři těžké. Odezva z takové série několika her různých obtížností je zcela určitě věrohodnější a významnější, než z her samostatných. Na obrázku 6.8 je vidět seznam vytvořených herních setů s možností přidání setu nového, či opět vytvořené sety upravovat, popř.

mazat. Jednotlivé herní sety jsou rozříděny podle jejich čísel a u každého z nich je uvedena obtížnost a počet jednotlivých her v setu. Obtížnost je zde průměrem obtížností obsažených her.

Číslo herního setu	Obtížnost	Počet her	Možnosti
1	1.75	4	Seznam her Smazat
2	2	3	Seznam her Smazat
3	1.33	3	Seznam her Smazat

Obr. 6.8: Ukázka seznamu herních setů

K vytvoření nového herního setu slouží tlačítko *Nový set*, které seznam herních setů rozšíří o jednu položku. U každé položky je tlačítko *Seznam her*, kterým se dostaneme do seznamu jednotlivých her obsažených v herním setu. V tomto seznamu můžeme hry opět přidávat, či odebírat. Pro přidávání her slouží kolonka, do které se vyplní ID hry a po kliknutí na tlačítko *Přidat* je hra přidána do herního setu.

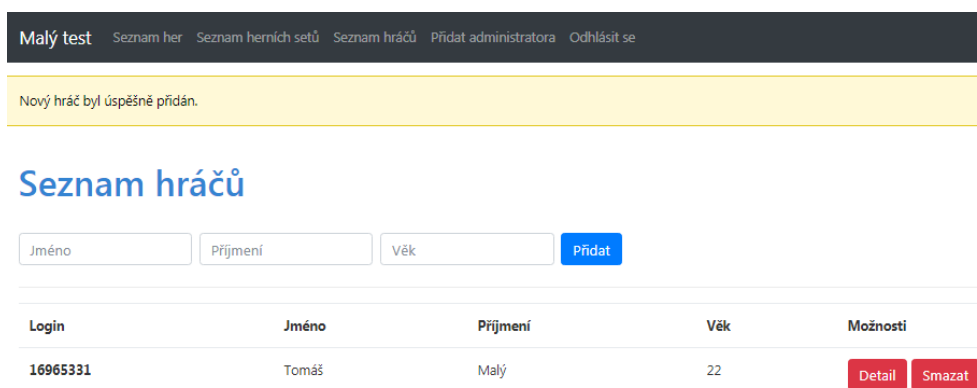
Číslo hry	Obtížnost	Možnosti
1	Lehká	Smazat
2	Těžká	Smazat
3	Lehká	Smazat
4	Normální	Smazat

Obr. 6.9: Ukázka vytváření herního setu

6.4 Seznam hráčů

Poslední kartou na hlavní liště je *Seznam hráčů*. Zde je opět možné přidávání, nebo odebrání jednotlivých hráčů. Pro přidání hráče stačí vyplnit jméno, příjmení a věk. Systém každému přidanému hráči náhodně vygeneruje unikátní login, pod kterým se bude hráč přihlašovat. Registraci hráčů mají tedy na starost administrátoři, kteří musí jednotlivým testovaným jedincům manuálně vytvořit jejich profil, a poté jim vygenerovaný login sdělit. Je nutné mít na paměti, že je test z velké části určený dětem, u kterých nemůžeme automaticky počítat s jejich správným postupem. Proto mají i registraci hráčů na starost administrátoři.

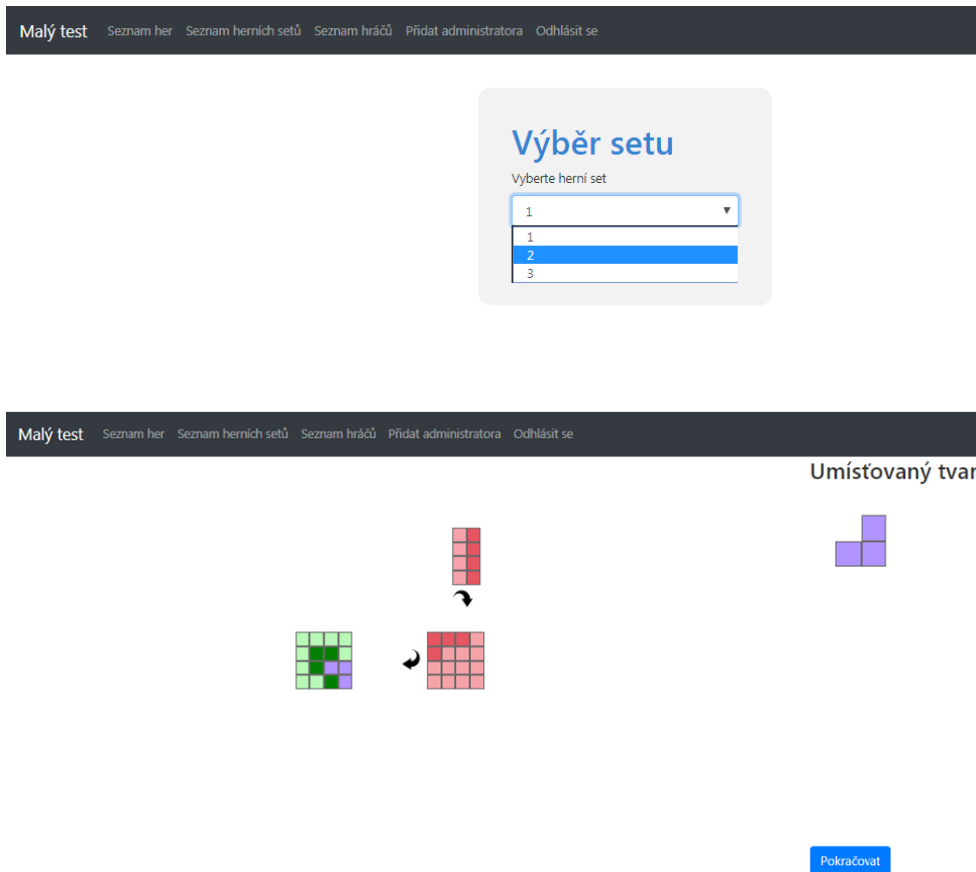
Pod tlačítkem *Detail* se nachází seznam odehraných her každého hráče. Zde je možné si projít jednotlivé hráčem odehrané hry, podívat se na jím zvolené způsoby řešení, úspěšnost, počet bodů a dobu řešení jednotlivých her.



Obr. 6.10: Ukázka seznamu hráčů

6.5 Spuštění hry

Jakmile má hráč svůj vygenerovaný login, může ho vložit do přihlašovacího formuláře a tím bude mít zpřístupněné jednotlivé herní sety ke spuštění. Pro výběr herního setu slouží nabídka herních setů, které jsou zde charakterizovány pouze svým číslem. Který set her se skrývá pod jakým číslem vědí pouze administrátoři. Hráč obtížnost a počet her v setu vědět nepotřebuje, jelikož by ho to mohlo ovlivnit. Čím méně toho hráč předem ví, tím více bude výsledek objektivní. Jakmile je herní set zvolen, můžeme ho pomocí tlačítka *Hrát* spustit. Hráč poté řeší jednotlivé herní úlohy, dokud nedojde na konec a nedořeší úlohu poslední. Výběr herního setu a spuštění hry je vidět na obrázku 6.11.



Obr. 6.11: Ukázka spuštění hry

6.6 Výsledky

Hlavním cílem celé aplikace je pomoci usnadnit odhalování jedinců s nadáním v oblasti prostorové představivosti. Proto je potřeba získávat z testování určité výsledky, které jsou zapisovány zvlášť každému jedinci, který má vytvořený svůj profil a prošel již nějakou testovou hrou. Na základě takto získaných výsledků můžeme sledovat více či méně nadané subjekty v určité skupině. Touto skupinou může být např. školní třída, škola, nebo školka. Je také možné porovnávat skupiny z různých oblastí mezi sebou. Například porovnávání dětí z gymnázií s dětmi, které navštěvují technicky zaměřenou střední školu. Zajímavé poznatky by zcela jistě přineslo i porovnávání jednotlivých věkových skupin, nebo třeba porovnání výsledků mezi pohlavími.

Diagnosticky významná není pouze správnost řešení, ale hlavně také doba řešení daného testu. Po ukončení testu je proto možné se v seznamu hráčů podívat na detail hráče, kde jsou vidět jednotlivé hráčem odehrané herní sety. Toho lze docílit kliknutím na tlačítko *Detail* v seznamu hráčů.

Detail hráče: Tomáš Malý

Datum	Číslo herní setu	Body	Doba řešení setu	Možnosti
23.05.2018 - 09:35	1	7 / 7	1 minut a 57 sekund	Detail
23.05.2018 - 09:56	1	0 / 7	11 minut a 56 sekund	Detail

Obr. 6.12: Ukázka seznamu odehraných herních setů

U každého odehraného setu je opět tlačítko *Detail*, které nás přesune do seznamu jednotlivých odehraných her v daném setu. Zde je u každé hry možnost zobrazit si řešení, kde je přesně vidět, kam hráč vkládaný tvar umístil a kde je správný výsledek. Dále je zde vidět doba řešení každé jednotlivé hry a jestli hráč odpověděl správně, či špatně. Zapisované body jsou rozdělené podle obtížnosti hry. Správné řešení lehké hry je za jeden bod, normální obtížnost za dva a těžká hra za tři body. Ve výsledku je tedy vidět, kolik bodů z maximálně možných hráč získal. Zobrazení výsledků je ukázáno na následujících obrázcích.

Detail hry

ID hry	Řešení	Doba řešení setu	Možnosti
1	Správně	0 minut a 27 sekund	Zobrazit řešení
2	Správně	0 minut a 23 sekund	Zobrazit řešení
3	Správně	0 minut a 13 sekund	Zobrazit řešení
4	Správně	0 minut a 40 sekund	Zobrazit řešení

Zpět

Obr. 6.13: Ukázka seznamu odehraných her v setu

Umístovaný tvar Poskládané herní pole

Zpět

Obr. 6.14: Ukázka řešení hry

7 ZÁVĚR

Není tomu ještě tak dávno, co byla psychologická diagnostika chápána jako oblast aplikované psychologie, která spadala do oboru psychologie klinické. V současnosti je však psychodiagnóza výrazně rozšířena a je vnímána spíše jako analýza duševních vlastností a stavů, případně dalších charakteristik člověka. Pomocí psychologické diagnostiky je možné srovnávat mentální schopnosti a osobnost člověka s jeho dřívějším stavem, nebo s jinými jedinci [33].

Cílem této práce bylo zaměřit se na testování schopnosti *Visualization*, což je jedna z kognitivních schopností v rámci dnes nejrozšířenější teorie C-H-C. Výsledkem je plně funkční online software určený odborníkům v oboru psychologické diagnózy. Tento software poskytuje interaktivní rozhraní pro tvorbu, administraci a správu jednotlivých testů s možností předkládat vytvořené testovací hry testovaným jedincům. Cílem je odhalování prostorových schopností a představitivosti, tedy odhalování určitého nadání v rámci kognitivní schopnosti *Visualization*, a to zejména u dětí předškolního a školního věku.

Tato práce probíhala v rámci projektu *Nadané děti* pod vedením Institutu výzkumu dětí, mládeže a rodiny, který se nachází na Katedře psychologie Fakulty sociálních studií Masarykovy univerzity v Brně. Tento projekt je zaměřen právě na odhalování tzv. mimořádně nadaných dětí s vizí o zkvalitnění péče o ně a zlepšení jejich podpory. Jednotlivé specifikace a možnosti výsledného softwaru proto byly pravidelně konzultovány s odborníky, kteří se na projektu *Nadané děti* podílí. Mezi ně patří zejména doc. PHDr. Šárka Portešová, Ph.D, Mgr. Michal Jabůrek a Mgr. Ondřej Straka, kteří mi byli ochotni poskytnout důležité informace ohledně psychologické diagnostiky a zároveň mi pomohli vytvářet jednotlivé parametry aplikace tak, aby bylo testování spolu s výsledky z jednotlivých testů diagnosticky významné.

V rámci bakalářské práce byla provedena rešerše vhodného programovacího prostředí pro realizaci výsledného softwaru. Jednotlivé funkce výsledné testové aplikace byly podrobeny analýze za pomoci několika dobrovolníků. Rozhraní výsledné aplikace umožňuje plný přístup a správu jednotlivých testovacích her včetně možnosti analýzy výsledků. Jelikož je produkt této práce v rámci projektu *Nadané děti* první aplikací tohoto druhu, je možné, že se bude podle potřeb a doposud nezjištěných zkušeností dál vyvíjet.

LITERATURA

- [1] AHO, Alfred V., John E. HOPCROFT a Jeffrey D. ULLMAN. *Data structures and algorithms*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, c1983. ISBN 0201000237.
- [2] BARRETT, WILL. Luck and Decision. *Journal of Applied Philosophy* [online]. 2006, **23**(1), 73-87 [cit. 2018-02-25]. DOI: 10.1111/j.1468-5930.2006.00321.x. ISSN 0264-3758. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1468-5930.2006.00321.x>
- [3] Burton, L.J., Fogarty, G.J. (2003). *The factor structure of visual imagery and spatial abilities*. *Intelligence*, 31, 289-318.
- [4] CARROLL, John B. *Human cognitive abilities: a survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press, 1993. ISBN 0-521-38275-0.
- [5] CATTELL, Raymond Bernard. *Description and measurement of personality*. New York: Yonkers on Hudson, c1946. Measurement and adjustment series.
- [6] CRONBACH, Lee J. *Essentials of psychological testing*. 3rd ed. New York: Harper Row, c1970.
- [7] DAS, J. P., Jack A. NAGLIERI a John R. KIRBY. *Assessment of cognitive processes: the PASS theory of intelligence*. Boston: Allyn and Bacon, c1994. ISBN 978-0205141647.
- [8] FINEMAN, Mark B. *The nature of visual illusion*. Mineola, N.Y.: Dover Publications, 1996. ISBN 0486291057.
- [9] FLANAGAN, Dawn P. a Patti L. HARRISON. *Contemporary intellectual assessment: theories, tests, and issues*. 3rd ed. New York: Guilford Press, c2012. ISBN 978-1-60918-995-2.
- [10] FOWLER, Martin. *Patterns of enterprise application architecture*. Boston: Addison-Wesley, c2003. ISBN 0-321-12742-0.
- [11] GARCIA-MOLINA, Hector., Jeffrey D. ULLMAN a Jennifer. WIDOM. *Database systems: the complete book*. 2nd ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall, c2009. ISBN 978-0131873254.
- [12] GUILFORD, J. P. *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill, 1967.s
- [13] HELMSTADTER, G.C. *Principles of psychological measurement*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall, 1964. ISBN 9780137096671.
- [14] Horn, J. L., Cattell, R. B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized general intelligences. *Journal of Educational Psychology*, 57(5), 253-270.

- [15] HUNT, Earl B. *Human intelligence*. New York: Cambridge University Press, 2011. ISBN 0521707811.
- [16] JavaScript Tutorial. W3Schools Online Web Tutorials [online]. Dostupné z: <https://www.w3schools.com/js/default.asp>
- [17] KLINE, Paul. *The handbook of psychological testing*. Second edition. London: Routledge, Taylor Francis group, 2000. ISBN 978-0-415-21158-1.
- [18] KOCH, Miloš a Bernard NEUWIRTH. *Datové a funkční modelování*. Vyd. 3., přeprac. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-214-3731-9.
- [19] KOSTKOVÁ, Lucie. *Výchovné styly rodičů u dětí se specifickými vzdělávacími potřebami*. 2007.
- [20] LACIGA, Jiří a Hynek CÍGLER. The Flynn effect in the Czech Republic. *Intelligence* [online]. 2017, **61**, 7-10 [cit. 2018-05-22]. DOI: 10.1016/j.intell.2016.11.005. ISSN 01602896. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0160289616302239>
- [21] MACDONALD, Matthew. *HTML5: the missing manual*. Second edition. Beijing: O'Reilly, 2013. Missing manual. ISBN 9781449363260.
- [22] McGrew, K. (2005). The Cattell-Horn-Carroll theory of cognitive abilities: Past, present, and future. In D. Flanagan, P. Harrison (Eds.), *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues* (pp. 136-181). New York, NY: Guilford Press.
- [23] McGrew, K. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 37(1), 1-10.
- [24] MEHLHORN, Kurt a Peter SANDERS. *Algorithms and data structures: the basic toolbox*. Berlin: Springer, 2010. ISBN 9783642096822.
- [25] NIXON, Robin. *Learning PHP, MySQL, JavaScript, CSS HTML5*. Third edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2014. ISBN 1491949465.
- [26] OPPEL, Andrew J. *SQL bez předchozích znalostí: [průvodce pro samouky]*. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1707-1.
- [27] Pros and Cons of Longitudinal Research in Psychology. Verywell - Know More. Feel Better. [online]. Dostupné z: <https://www.verywell.com/what-is-longitudinal-research-2795335>
- [28] ŘÍČAN, Pavel. *Úvod do psychometrie*. Bratislava: Psychodiagnostické a didaktické testy, 1977.
- [29] Scott D. Slotnick, William L. Thompson Stephen M. Kosslyn (2012): *Visual memory and visual mental imagery recruit common control and sensory regions of the brain*, *Cognitive Neuroscience*, 3:1, 14-20
- [30] STERN, William a Howard Davis SPOERL. *General psychology from the*

personalistic standpoint. New York: Macmillan, 1938.

- [31] STERNBERG, R. The relationship between academic and practical intelligence: a case study in Kenya. *Intelligence* [online]. **29**(5), 401-418 [cit. 2017-12-03]. DOI: 10.1016/S0160-2896(01)00065-4. ISSN 01602896. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0160289601000654>
- [32] STERNBERG, Robert J. *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-376-5.
- [33] ŠNÝDROVÁ, Ivana. *Psychodiagnostika*. Praha: Grada, 2008. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-2165-1.
- [34] SVOBODA, Mojmir. *Psychologická diagnostika dospělých*. Vyd. 3., V nakl. Portál 2. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7367-050-x.
- [35] Tabulka IQ hodnot - stupnice | IQ-TESTY.info. IQ-TESTY.info - online IQ test zdarma i s výsledky? [online]. Copyright © IQ [cit. 03.12.2017]. Dostupné z: <http://www.iq-testy.info/tabulka-iq-hodnot/>
- [36] URBÁNEK, Tomáš, Denisa DENGLEROVÁ a Jan ŠIRŮČEK. *Psychometrika: měření v psychologii*. Praha: Portál, 2011. ISBN 978-80-7367-836-4.