

Multivariační techniky

Strukturální modelování
Diskriminační analýza

Analýza reliability, analýza
položek

Strukturální modelování

- jinak také modelování pomocí strukturálních rovnic, structure equation modeling (SEM)
 - v současnosti rozšířený soubor metod mnohorozměrné analýzy dat
 - postupy strukturálního modelování vychází mimo jiné z tradice regresní a faktorové analýzy
 - více viz Tomáš Urbánek (2000). Strukturální modelování v psychologii. PsÚ AV ČR, Brno
-

Strukturální modelování

- SEM - soubor metod umožňujících analyzovat lineární vztahy manifestních a latentních proměnných
 - SEM umožňuje práci s modely tradičně řazenými k některým typům mnohorozměrné analýzy dat
 - SEM umožňuje využití principů faktorové analýzy, mnohonásobné regresní analýzy, úsekové analýzy
 - pomocí SEM lze provést také analýzu rozptylu, analýzu kovariance a další
-

SEM

- strukturální modely jsou modely tvořené více strukturálními rovnicemi, které reprezentují sílu a povahu hypotetizovaných vztahů mezi sadou proměnných
 - alternativní modely mohou být porovnány z hlediska jejich adekvátnosti vůči datům (model fit)
-

Prvky strukturálních modelů (SM)

- SM je tvořen: proměnnými (latentní, manifestní a reziduální) a strukturálními parametry, které charakterizují vztahy mezi těmito proměnnými
-

Latentní a manifestní proměnné

- latentní proměnná – v kontextu FA nazývána faktor – proměnná, kterou je nemožné vzhledem k její obecnosti nebo abstraktnosti měřit přímo (intelligence, osobnostní rysy...)
 - na latentní proměnné je usuzováno z proměnných manifestních – přímo měřených proměnných
-

Latentní a manifestní proměnné

- manifestní proměnné nazývány také:
 - indikátory – pro měření 1 latentní proměnné je použito několika manifestních, nebo
 - zástupné proměnné – pro měření latentní proměnné je použita jedna manifestní
 - ve strukturálních modelech se objevují ještě tzv. reziduální proměnné – ty mohou představovat chyby měření nebo odhadu na základě strukturálních rovnic
-

Prvky strukturálních modelů

- parametry mohou být:
 - volné – jejich hodnoty jsou zcela neznámé
 - fixované – mají předem stanovenou hodnotu
 - omezené – mají hodnotu omezenou nějakou podmínkou
 - při odhadu modelu se tedy odhadují hodnoty volných a omezených parametrů
-

Strukturální modelování

- postup strukturálního modelování:
 - formulace modelu
 - odhad modelu
 - zjištění validity modelu
 - modifikace modelu
-

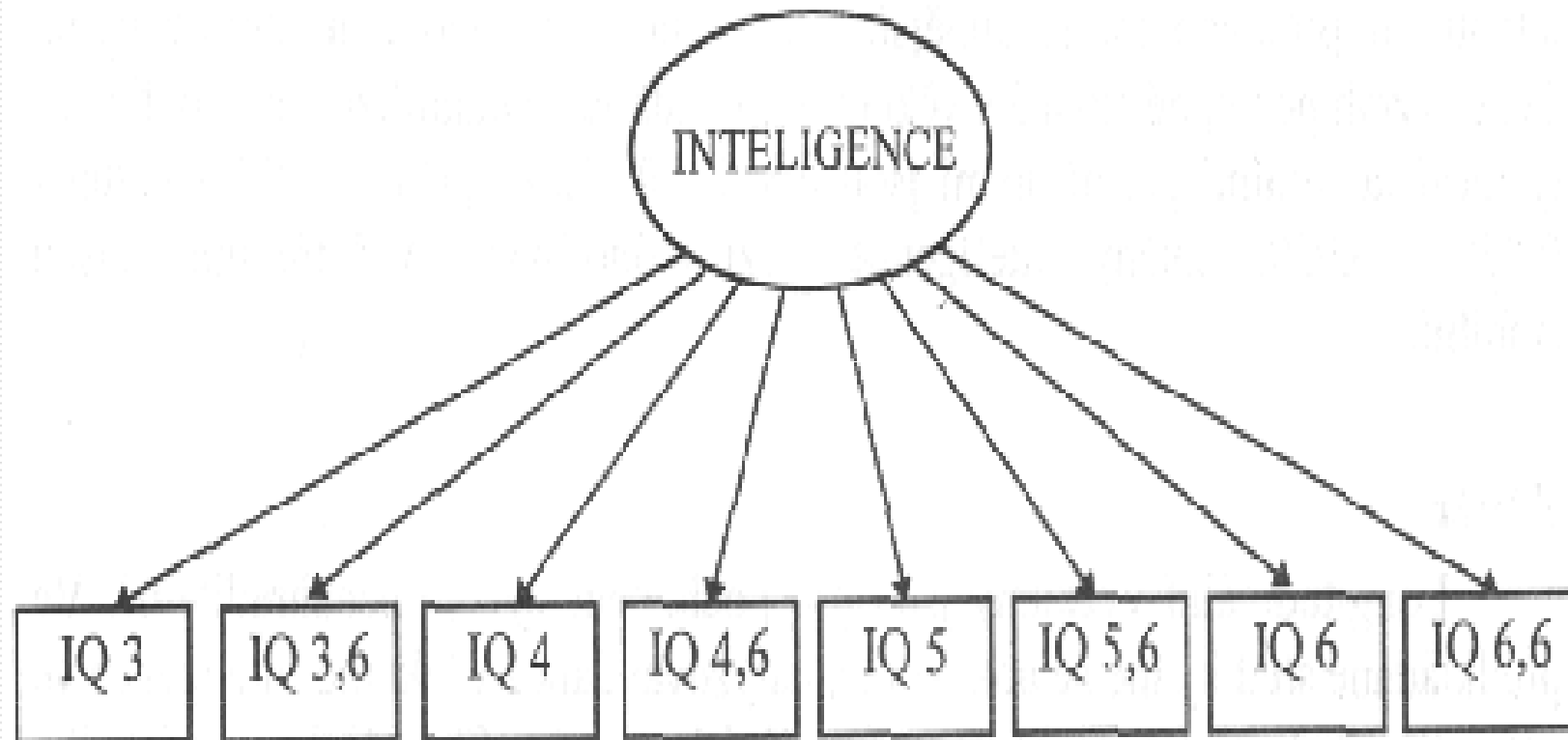
Formulace modelu

- model lze formulovat algebraicky pomocí soustavy strukturálních nebo simultánních rovnic
 - v současnosti je využíván spíše názorný grafický přístup – vychází z Wrightových úsekových diagramů (viz dále)
-

Grafické znázornění modelu

- v grafickém znázornění bývají v obdélnících znázorněny manifestní proměnné, v elipsách nebo kruzích latentní proměnné, regresní vztahy jsou znázorněny jednostrannou šipkou, kovariance obloukovou oboustrannou šipkou
 - někdy bývají vypuštěny chybové složky pro větší názornost
-

Model s inteligencí jako stabilní schopností



Formulace modelu

- nutnou podmínkou použitelnosti modelu je jeho identifikovatelnost
 - možnost nalezení jedinečné množiny hodnot parametrů modelu, které vysvětlují vztahy mezi manifestními proměnnými
-

Odhad modelu

- po specifikaci modelu je potřeba odhadnout samotné hodnoty strukturálních parametrů
 - cílem je dosáhnout co nejvyšší shody modelu s daty
 - v dnešní době za pomoci specializovaných software – AMOS, LISREL, EQS ...
-

Validita modelu

- vyvinuty tzv. indexy dobré shody
 - další možnosti hodnocení platnosti modelu je testování statistické významnosti parametrů atd.
 - indexy dobré shody slouží nejen ke zjištění, zda model data adekvátně popisuje, ale také pro posouzení možnosti model modifikovat nebo srovnat konkurenční modely
-

Modifikace modelu

- kromě konfirmatorního potenciálu SEM, lze strukturální modelování použít i pro vytváření modelu nebo konkretizaci modelu za pomoci postupných modifikací
 - konfirmatorní přístup – explicitně formulovaný model je testován vzhledem k datům
 - exploratorní přístup – vytváření vhodného modelu – často pomocí modifikace výchozího modelu, který je teoreticky odůvodnitelný
-

Modifikace modelu

- v praxi jsou většinou tyto dva přístupy kombinovány – navrhnutý teoretický model je modifikován, aby bylo dosaženo uspokojivé shody modelu s daty
-

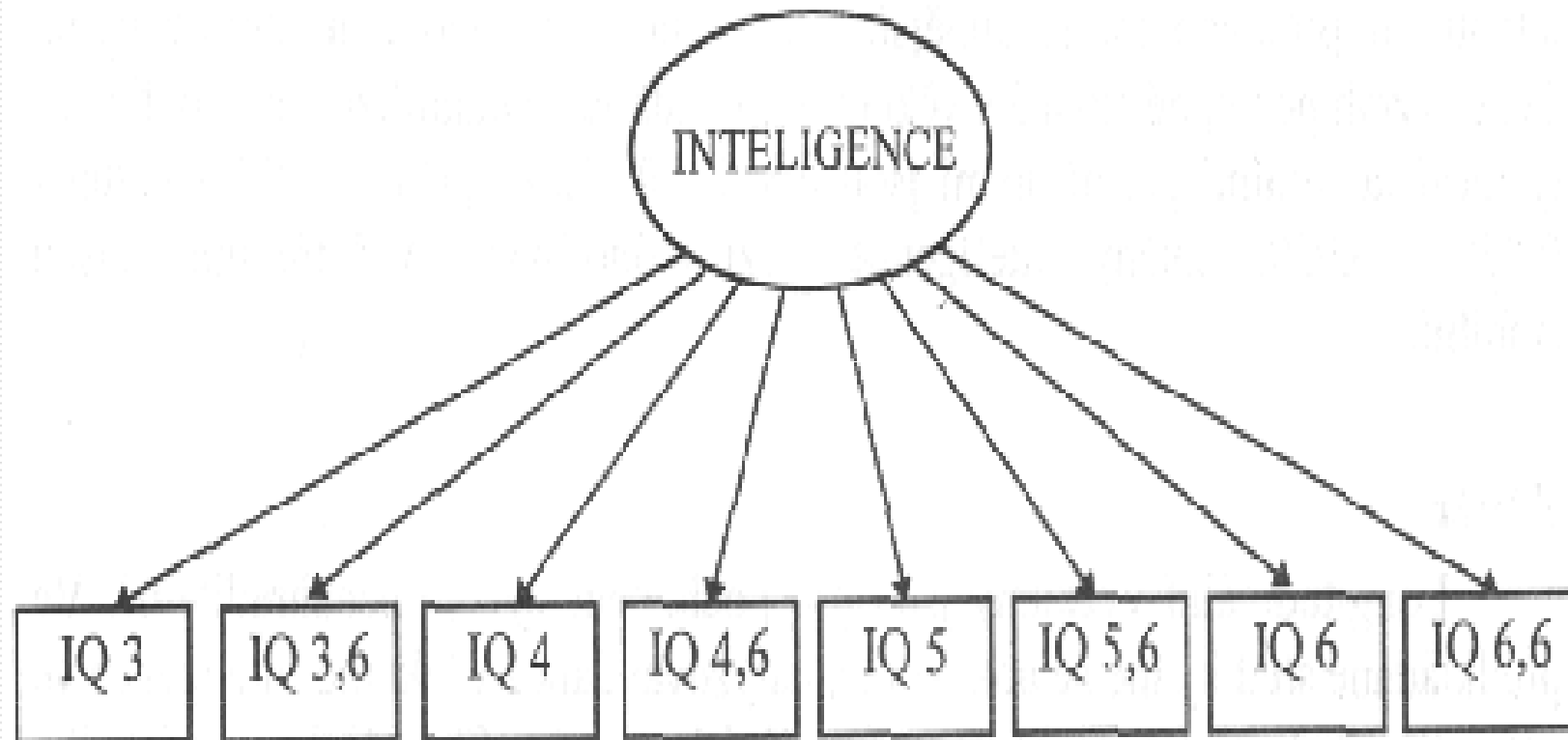
SEM - příklad

- Osecká, L. (1996). Longitudinální výzkum inteligence: reanalýza dat výzkumu prof. Konečného. In M. Svoboda (Ed.): *Osobnost v dimenzích poruchové a neporuchové činnosti (15-21)*, FF MU, Brno.
-

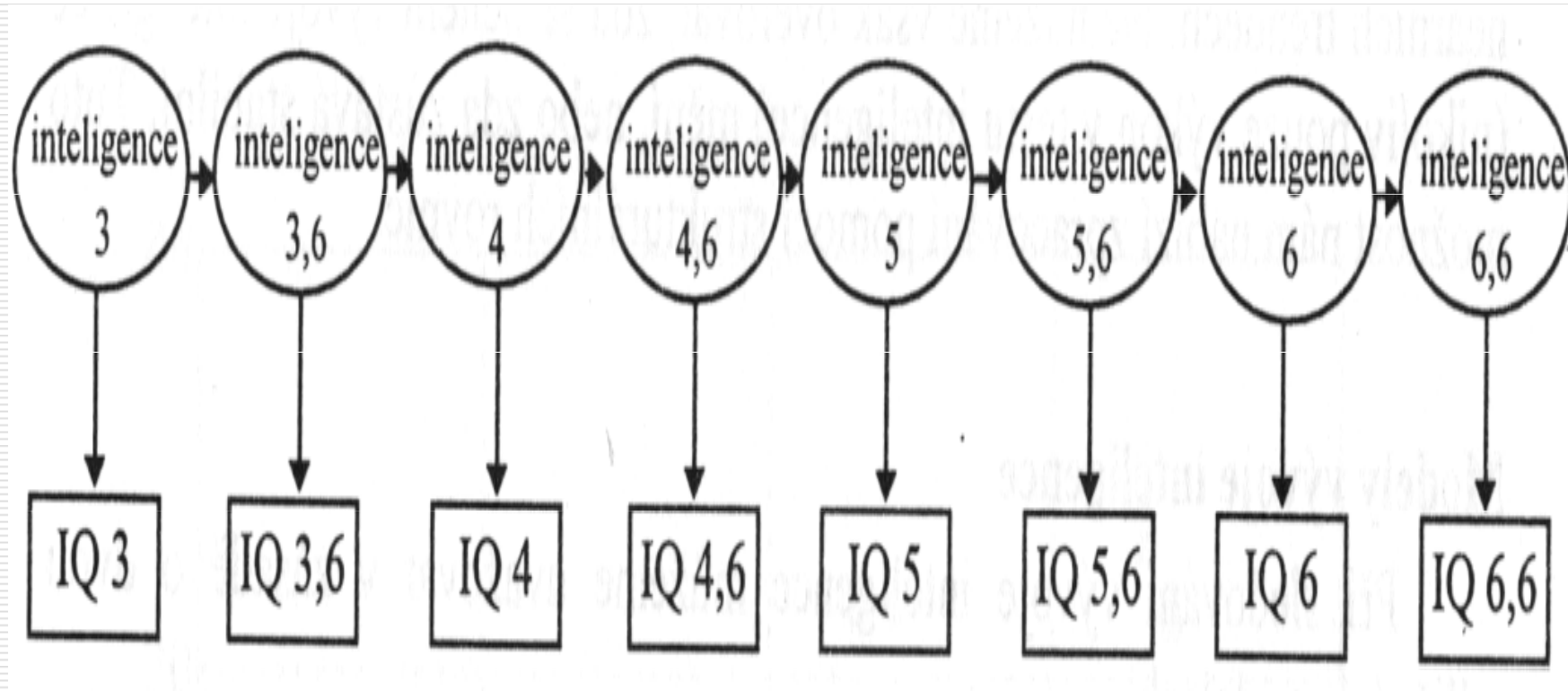
SEM - příklad

- intelligence měřena na 8 věkových stupních testem Terman-Merrill
 - testovány 2 konkurenční modely
 - 1. intelligence (latentní proměnná) je v průběhu vývoje stabilní
 - 2. intelligence je považována za postupně se měnící schopnost
-

Model s inteligencí jako stabilní schopností



Model s inteligencí jako proměnlivou schopností



SEM - příklad

- výsledky:
 - intelligence spíše není stabilní schopností (index dobré shody CFI je vyšší u modelu s nestabilní inteligencí; model nevykazuje statisticky významné odchylky od dat -> model lépe odpovídá datům)
 - vztah mezi latentními proměnnými je silnější než vztah mezi měřenými proměnnými
 - síla tohoto vztahu stoupá s věkem
-

Diskriminační analýza

- cílem je optimálně identifikovat příslušnost objektu k jedné z několika kategorií – najít co nejlepší prediktory, které rozliší mezi dvěma či více skupinami objektů
-

Diskriminační analýza

- každý objekt je popsán pomocí vektoru hodnot souboru vybraných proměnných
 - zjišťuje se tzv. diskriminační funkce
-

Diskriminační analýza - příklad

- Moriarty, N., Stough, C., Tidmarsh, P., Eger, D., and Dennison, S. (2001). **Deficits in emotional intelligence underlying adolescent sex offending.** *Journal of Adolescence, 24, 1-9.*
-

Diskriminační analýza - příklad

- cílem studie bylo zjistit, zda je možno na základě úrovně emocionální inteligence rozlišit mezi skupinou mladistvých pachatelů sexuálně motivovaných trestných činů a kontrolní skupinou
-

Diskriminační analýza - příklad

- skupinu pachatelů tvořilo 15 chlapců ve věku 14-17 let v soudem nařízené léčbě za sexuální přečiny
 - kontrolní skupinu 41 středoškoláků stejného věku
-

Diskriminační analýza - příklad

- byly u nich změřeny různé složky emocionální inteligence několika nástroji hodnotícími ovládání emocí, alexithymii, interpersonální dovednosti, interpersonální reaktivitu atd.
 - na proměnných z této baterie byla provedena diskriminační analýza
-

Diskriminační analýza - příklad

- nalezená diskriminační funkce identifikovala proměnné, které nejlépe rozlišovaly skupinu pachatelů od kontrolní skupiny: pocity agrese, zvýšená pozornost věnovaná svým pocitům, nedostatečná jasnost pocitů, nízká schopnost odklonu od negativních nálad a prodloužení pozitivních
-

Diskriminační analýza - příklad

- důležitým ukazatelem vhodnosti prediktorů je podíl správně klasifikovaných objektů pomocí diskriminační funkce
 - v této studii bylo správně zařazeno 90% osob (53.3% pachatelů a 100% kontrolní skupiny)
-

Diskriminační analýza - příklad

- autoři doporučují soustředit se na tyto rozlišující složky emocionální inteligence při terapii sexuálních pachatelů
-

Logistická regrese

- podobné typy úloh jako diskriminační analýza řeší i logistická regrese – zde je provedena regresní analýza se závislou proměnnou, která nabývá pouze dvou hodnot
-

Analýza reliability, analýza položek

- metody odhadu reliability
 - výpočet odhadů reliability
 - možné zdroje zkreslení odhadů
 - analýza položek
-

Analýza reliability, analýza položek

- podrobnější informace viz např.

Urbánek, T. (2002).

Základy psychometriky. MU Brno.

Analýza reliability, analýza položek

□ využití

- při konstrukci nové metody
 - při ověřování metody na jiné populaci
 - při použití „ad hoc“ sestavené metody
-

Analýza reliability

- metody odhadu reliability
 - test-retest, tj. stabilita v čase
 - reliability paralelních forem
 - split-half reliability
 - reliability jako vnitřní konzistence
-

Výpočet odhadů reliability

- **stabilita v čase** – odhadem je míra vztahu obou měření (podle typu škály, obvykle korelace)
 - při interpretaci vzít v úvahu stabilitu měřené vlastnosti a možnost zapamatování položek
-

Výpočet odhadů reliability

- **reliabilita paralelních forem** – podobně jako u stability v čase jde o korelaci výsledků měření
 - porovnávají se také průměry a rozptyly jednotlivých položek, korelace mezi položkami v obou formách testu
-

Výpočet odhadů reliability

- **split-half reliability** – podstatné je rozhodnutí, jak rozdělit soubor položek na dvě poloviny
 - ideálně vybrat dvojice analogických položek podle obsahu, obtížnosti, rozlišovací účinnosti atd.
 - v praxi obvykle první polovina položek vs. druhá polovina, případně liché vs. sudé položky
 - používá se Spearmanův-Brownův vzorec – založen na korelaci polovin
-

Výpočet odhadů reliability

- vnitřní konzistence testu – předpokládá se, že každá položka by měla měřit totéž, co ostatní
 - tj. položky by měly vzájemně kladně korelovat
 - tento odhad se počítá pomocí koeficientu Cronbachova alfa
-

Cronbachova alfa

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \times \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

- k = počet položek testu
 - σ_i^2 = rozptyl i -té položky
 - σ_t^2 = rozptyl celkových skóru
-

Výpočet odhadů reliability

- u testů s dichotomickými položkami se používá tzv. Kuderův-Richardsonův vzorec 20 (KR_{20})
-

Možná ovlivnění odhadů reliability

□ **metoda odhadu reliability**

- metoda paralelních forem vede k nižším odhadům než odhad test-retest reliability
- odhad split-half reliability vede naopak k vyšším odhadům

□ **počet položek** – čím vyšší, tím vyšší odhad reliability

Možná ovlivnění odhadů reliability

- **heterogenita/homogenita výběrového souboru** – čím homogennější skupina testovaných osob, tím nižší odhad reliability
 - **rychlostní složka v testu** – její přítomnost vede k nadhodnocování reliability
-

Možná ovlivnění odhadů reliability

- ❑ **obsah položek** – neměly by být zařazeny vzájemně závislé položky, obsahově velice podobné položky, emocionálně zabarvené položky
 - ❑ **forma položek** – možnost uhádnutí odpovědi snižuje reliability
-

Jak vysoká musí být reliabilita testu?

- záleží na účelu použití metody
 - za minimální hodnotu se považuje např. 0,70
-

Analýza položek

- při přístupu založeném na kritériu
 - porovnání průměrů skupin pomocí t-testu či anovy
 - korelace jednotlivých položek s kritériem
-

Analýza položek

- při přístupu založeném na klasické testové teorii
 - zjišťuje se obtížnost (nebo popularita položky)
 - a rozlišovací účinnost položky
-

Obtížnost položky

- podíl osob, které položku vyřešily správně, nebo na ni odpověděly diagnosticky významně
 - měla by být v rozmezí 0,2 – 0,8
-

Rozlišovací účinnost položky

- míra, jak jednotlivá položka rozlišuje mezi osobami s různou úrovní celkové schopnosti
 - různé způsoby jejího určení
 - nejobvyklejší korelace s celkovým skórem
 - příp. tzv. korigovaná korelace – celkový skór, do kterého není započítaná testovaná položka
-

Analýza položek

- možno využít také faktorovou analýzu
 - sledují se faktorové náboje
 - vyjadřující vztah položek s faktorem
-

Literatura

- Hendl: kapitola 13
 - Urbánek, T. (2000). *Strukturální modelování v psychologii*. PsÚ AV ČR, Brno.
 - doplňující články:
 - Osecká, L. (1996). Longitudinální výzkum intelligence: reanalýza dat výzkumu prof. Konečného. In M. Svoboda (Ed.): *Osobnost v dimenzích poruchové a neporuchové činnosti (15-21)*, FF MU, Brno.
 - Moriarty, N., Stough, C., Tidmarsh, P., Eger, D., and Dennison, S. (2001). **Deficits in emotional intelligence underlying adolescent sex offending**. *Journal of Adolescence*, 24, 1-9.
-

Literatura

- Urbánek, T. (2002).
Základy psychometriky. MU Brno.
-