

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

**PONOVLJIVOST IN OBČUTLJIVOST TREH TESTOV
RAVNOTEŽJA**

(DIPLOMSKO DELO)

MENTOR:

Dr. Janko Strel

RECENZENT:

Dr. Edvin Dervišević

KONZULTANT:

Dr. Nejc Šarabon

AVTOR DELA:

Gregor Omejec

Ljubljana, 2007

ZAHVALA

Izredno zahvalo izrekam človeku, ki je s svojo strokovnostjo in nesebično pomočjo omogočil raziskovalno udejstvovanje mnogim izmed nas – dr. Nejc Šarabon, iskreno ti hvala.

Antonu Bizilju za nudeno finančno podporo pri izvedbi projekta.

Posebno zahvalo izrekam mojemu dekletu, ki mi že ves čas brezpogojno stoji ob strani.

PONOVLJIVOST IN OBČUTLJIVOST TREH TESTOV RAVNOTEŽJA

Gregor Omejec

FAKULTETA ZA ŠPORT

Strani 68, preglednic 27, grafikonov 9, slik 5, literature 69

IZVLEČEK

NAMEN: Primerjava ponovljivosti in občutljivosti dveh kliničnih testov (Poostreni Rombergov Test in Flamingo Test) ter nove metode merjenja ravnotežja (Pametna Ravnotežna Deska - PRD).

METODE DELA: V raziskavo sta bila vključena 102 merjenca (povprečna starost 11,3 let), med njimi 46 fantov in 56 deklet. Meritve so bile izvedene na osnovnošolski populaciji otrok iz šestih različnih osnovnih šol. Vzorec spremenljivk v Poostrenem Rombergovem Testu je predstavljalo število storjenih napak v času trajanja testa, v Flamingo Testu število poskusov za dokončanje ravnotežne naloge ter v Testu PRD 8 osnovnih in 6 višjih merjenih spremenljivk. Merjenci so vsak test izvedli trikrat s 3 do 6 minutnimi odmori med posameznimi ponovitvami. Testno zaporedje je bilo izbrano naključno; čas trajanja testa je znašal 60 s. Podatki so bili analizirani s pomočjo programa SPSS 13.0 za Windows in izračunane so bile ICC vrednosti, Pearsonovi korelacijski koeficienti (r), opisna statistika ter frekvenčne porazdelitve spremenljivk. **REZULTATI:** ICC vrednosti so pri vseh merjenih spremenljivkah Testa PRD konstantne in visoke (0,844 - 0,922 pri osnovnih spremenljivkah; 0,861 - 0,949 pri višjih spremenljivkah), enak trend kažejo tudi rezultati testa zanesljivosti (0,830 - 0,891 pri osnovnih spremenljivkah; 0,853 - 0,902 pri višjih spremenljivkah) ter Pearsonovi korelacijski koeficienti (0,498 - 0,910 pri osnovnih spremenljivkah; 0,604 - 0,924 pri višjih spremenljivkah). Korelacijski koeficienti v Poostrenem Rombergovem Testu se gibljejo med 0,553 in 0,789, ICC vrednost znaša 0,890 ter test zanesljivosti 0,887. V Flamingo testu so vrednosti podobne; koeficienti korelacije med 0,653 in 0,788, ICC vrednost znaša 0,873 ter vrednost testa zanesljivosti 0,847. **SKLEP:** Nova metoda merjenja ravnotežja je mersko bolj ponovljiva in bolj občutljiva od Poostrenega Rombergovega Testa ter Flamingo Testa, ki sta si v tej merski lastnosti podobna.

Ključne besede: ravnotežje, testi ravnotežja, ponovljivost, občutljivost.

REPEATABILITY AND SENSITIVITY OF THREE BALANCE TESTS

Gregor Omejec

FACULTY OF SPORT

Pages 68, tables 27, graphs 9, pictures 5, references 69

ABSTRACT

OBJECTIVE: To compare repeatability and sensitivity of two clinical tests (Advanced Romberg Test and Flamingo Test) and new method of balance testing (Clever Balance Board - CBB). **METHODS:** The study was carried out on 102 pupils (11.3 years, 46 boys and 65 girls) from six different primary schools. Sample parameters in Advanced Romberg Test were number of errors in test time, in Flamingo Test number of trials needed to end balance task and in CBB 8 basic and 6 higher parameters. Every subject performed all three balance tests, each of them three times with 3 to 6 minutes rest intervals between consecutive trials. All of the measured parameters, related to a single test, were analyzed for sensitivity (stdev, min/max) and repeatability (correlation based test-retest analysis) with SPSS program 13.0 for Windows. **RESULTS:** ICC values are constant and high at all CBB parameters (0,844 - 0,922 in basic parameters; 0,861 - 0,949 in higher parameters), Pearson correlation coefficients (0,498 - 0,910 in basic parameters; 0,604 - 0,924 in higher parameters) and test repeatability (0,830 - 0,891 in basic parameters; 0,853 - 0,902 in higher parameters) are showing the same trend. Correlation coefficients in Advanced Romberg Test are between 0,553 and 0,789, ICC value is 0,890 and value of test reliability is 0,887. In Flamingo Test the values are similar; correlation coefficients are between 0,653 and 0,788, ICC value is 0,873 and value of test reliability is 0,847. **CONCLUSION:** The new method for balance measuring is more reliable and more sensible than Advanced Romberg Test and Flamingo Test, which are similar in those measurement qualities.

Key words: balance, balance tests, reliability, sensitivity.

KAZALO

1. UVOD	4
2. PREDMET IN PROBLEM	2
2.1 OSNOVNE DEFINICIJE NEKATERIH POJMOV	2
2.2 NADZOR TELESNE DRŽE IN RAVNOTEŽJA	4
2.3 RAVNOTEŽNE STRATEGIJE	6
2.4 PROPRIOCEPCIJA IN RAVNOTEŽJE V ŠPORTNEM KONTEKSTU	8
2.5 MERITVE RAVNOTEŽJA	11
3. CILJI PROUČEVANJA	15
4. DELOVNE HIPOTEZE	16
5. METODE DELA	17
5.1 VZOREC MERJENCEV	17
5.2 VZOREC SPREMENLJIVK	17
5.3 ORGANIZACIJA ZBIRANJA PODATKOV	22
5.4 METODE OBDELAVE PODATKOV	22
6. EMPIRIČNI PODATKI	23
6.1 OBČUTLJIVOST IN PONOVLJIVOST POOSTRENEGA ROMBERGOVEGA TESTA... ..	23
6.2 OBČUTLJIVOST IN PONOVLJIVOST FLAMINGO TESTA	28
6.3 OBČUTLJIVOST IN PONOVLJIVOST TESTA PRD	33
6.3.1 OSNOVNE SPREMENLJIVKE TESTA PRD	33
6.3.2 VIŠJE SPREMENLJIVKE TESTA PRD	45
7. RAZPRAVA	57
8. SKLEP	62
9. LITERATURA	64

RAZLAGA OZNAK

\bar{x}	aritmetična sredina
s.e. \bar{x}	standardna napaka aritmetične sredine
M	mediana
SO	standardni odklon
VAR	varianca
ASIM	koeficient asimetrije
s.e.ASIM	standardna napaka koeficienta asimetrije
KON	koeficient koničavosti
s.e.KON	standardna napaka koeficienta koničavosti
MIN	minimum
MAX	maximum
T_a	aktivni čas
% T_p	odstotek časa v skrajnih legah
$\bar{\omega}$	povprečna kotna hitrost
γ_s	frekvenca sprememb smeri

1. UVOD

Človekova pokončna drža in dvonožna hoja sta nedvomno plod dolgotrajnega evolucijskega razvoja v boju za večjo verjetnost obstanka vrste. Vsem prednostim navkljub pa takšna drža pomeni nestabilni sistem, zato se je moral skozi evolucijo vzporedno razvijati tudi nadzorni sistem telesne drža in ravnotežja. Že natančen pogled stoječe osebe razkrije minimalna nihanja okoli idealne ravnovesne lege, zato je pravilno delovanje ravnotežnega sistema eden izmed bistvenih elementov, čeprav se njegove pomembnosti mnogokrat niti ne zavedamo. Pravilno delovanje ravnotežnega sistema namreč podpira več podsistemov, zato zmanjšano ali nepravilno delovanje enega nujno še ne pomeni odpovedi celotnega sistema. Patologija je največkrat opazna šele pri začasni motnji kompenzatornega sistema.

Velik izziv ravnotežnemu sistemu predstavljajo aktivnosti kot so hoja, tek, skoki, obrati in spremembe smeri. Tovrstna gibanja so sestavni del različnih športnih disciplin, kjer so mehka tkiva spodnjih okončin izpostavljena velikim dinamičnim silam. Če te sile presežejo moč stabilizirajočih struktur lahko pride do poškodb sklepov in obsklepnih struktur zato je stabilnost kolena ali gleženja med tovrstnimi aktivnostmi ključnega pomena. Dinamični trening ravnotežja je morda ključ do izboljšanja nadzora telesne drža v športnih situacijah in zaščite pred nekaterimi poškodbami (Emery, 2003).

Trening ravnotežja je postal pomembna komponenta rehabilitacije, športne medicine in trenažnega procesa, zato meritve ravnotežja predstavljajo pomemben del preučevanja učinkovitosti treninga ravnotežja v procesu rehabilitacije, preventive pred športnimi poškodbami in športnega treninga. Laboratorijske merilne tehnike imajo ponavadi dobre merske karakteristike, vendar so največkrat drage, kompleksne in neprenosljive. Po drugi strani pa se v klinični praksi uporabljajo testi za merjenje ravnotežja, ki imajo slabe merske lastnosti, ali pa so v prvi vrsti namenjeni nevrološkim pacientom in drugim patološkim stanjem, zato je uporaba teh testov na zdravi, aktivni populaciji merjencev mnogokrat vprašljiva. V praksi in teoriji se zato že dalj časa kaže potreba po testu ravnotežja, ki bo imel dobre merske karakteristike, hkrati pa bo izpolnjeval zahteve po preprostosti, prenosljivosti in cenovni ugodnosti. Diplomaska naloga zajema ravno ta segment; primerja ponovljivost in občutljivost dveh kliničnih testov ter nove metode merjenja ravnotežja.

2. PREDMET IN PROBLEM

Predmet diplomske naloge je merjenje ravnotežja pri zdravih osebah. Problem je ugotoviti občutljivost in ponovljivost dveh kliničnih testov ravnotežja (*Poostreni Rombergov Test* in *Flamingo Test*) in primerjava rezultatov z novo metodo merjenja ravnotežja (*Pametna ravnotežna deska - PRD*).

2.1 OSNOVNE DEFINICIJE NEKATERIH POJMOV

Propriocepcija:

Pojem propriocepcije zajema aferentne informacije o položaju telesnih segmentov ter gibanju v sklepih (Emery, 2003). Nekateri pojmu pripisujejo širši pomen z vključevanjem živčno-mišičnega nadzora in nadzora telesne drže skupaj z ravnotežjem (Laskowski, Newcomer-Aney, & Smith, 1997).

Ravnotežje:

Je splošen pojem, ki opisuje dinamiko telesne drže. Povezan je z delujočimi inercialnimi silami na telo in inercialnimi karakteristikami posameznih telesnih segmentov (Winter, 1995). Ravnotežje lahko definiramo kot sposobnost vzdrževanja masnega središča znotraj meja podporne površine z minimalnim nihanjem ali največjo stabilnostjo (Horak, 1987; Schumway-Cook, Anon, & Haller, 1988).

Telesna drža:

Je kotna mera, ki opisuje relativno orientacijo katerega koli telesnega segmenta glede na vektor gravitacije (Winter, 1995). Če človeško telo obravnavamo kot statični sistem moramo telesno držo opisovati v mehanskem ravnovesju, vertikalno projekcijo masnega središča na podlago pa znotraj meja podporne površine (O'Sullivan, & Schmitz, 2001).

Masno središče (MS):

Je namišljena matematična točka, ki predstavlja celoten sistem točkastih teles, v njej pa je zbrana masa celotnega sistema (Kladnik, 1985). MS človeškega telesa je obteženo povprečje MS vseh telesnih segmentov v 3D prostoru in je pasivna spremenljivka nadzirana s pomočjo ravnotežnega sistema. Vertikalna projekcija MS na podlago se v literaturi pogosto omenja kot center gravitacije (CG) (Enoka, 2002).

Središče tlaka (ST):

Je točka vertikalnega vektorja reakcijske sile podlage. ST je obteženo povprečje celotnega pritiska po površini v kontaktu s tlemi in je popolnoma neodvisna od MS. Če je ena noga v stiku s podlago je skupno ST nekje pod stopalom, če pa sta obe stopali v kontaktu s tlemi je skupno ST nekje med obema stopaloma; odvisno od razporeditve telesne teže glede na vsako nogo. Lokacija ST pod vsakim stopalom je direktni odsev živčno-mišičnega nadzora stabilizirajočih mišic gležnja (Winter, 1995).

Za globlje razumevanje je potrebno poznati razliko med pojmom MS in ST, vendar bi obširnejša razlaga preseгла okvir pričujoče diplomske naloge.¹

Podporna površina (PP):

Je površina znotraj obravnavanega sistema v stiku s podlago, njene meje pa so določene z maksimalnim odklonskim kotom od vzdolžne osi brez izgube ravnotežnega položaja. Pri normalnih osebah kot v antero/posteriorni (a/p) smeri znaša približno 12 stopinj, v medio/lateralni (m/l) smeri pa približno 16 stopinj (širina razkoraka 10 cm). Velikost podporne površine je odvisna od individualnih karakteristik vsakega posameznika kot so telesna višina, dolžina stopala za podporno površino v a/p smeri in širina razkoraka za m/l podporno površino (O'Sullivan & Schmitz, 2001).

¹ Za podrobnejšo razlago glej Winter (1995).

Reakcije:

So refleksi, ki se pojavijo v fazi zgodnjega otroštva in ostanejo vse življenje. Pojem »righting reactions« se nanaša na reakcije namenjene vzdrževanju vzravnanе pozicije glave (pogled usmerjen naprej, usta horizontalno) ali vzdrževanju ravne linije trupa in glave. Z ravnotežnimi reakcijami človek vzdržuje ravnotežni položaj globalno kot odziv na motnje MS in/ali PP (O'Sullivan, & Schmitz, 2001).

2.2 NADZOR TELESNE DRŽE IN RAVNOTEŽJA

Med osnovne lastnosti človeške vrste sodi pokončna drža. Ta se je z razvojem človeka postopno oblikovala, pri čemer je prišlo do pomembnih anatomskih in funkcionalnih sprememb (Šarabon, Košak, Fajon, & Drakslar, 2005). Ker sta dve tretjini telesne mase razporejeni dve tretjini telesne višine nad tlemi, je človek nestabilen sistem, zaradi česar mora ves čas delovati nadzorni sistem telesne drže in ravnotežja (Winter, 1995). Ta se nenehno odziva na *zunanje* (pojavljajo se brez vednosti osebe in imajo za cilj testiranje reakcijskega časa vseh treh senzoričnih sistemov) in *notranje motnje* (so rezultat hotenih gibov telesnih segmentov) (Winter, 1995; O'Sullivan, & Schmitz, 2001), ki poskušajo premakniti MS in/ali PP. Že majhen odklon od vertikalne linije posledično povzroči navor gravitacijske sile, ki telo pospešeno oddaljuje od vertikale. Če želi človek obdržati ravnotežni položaj, mora ustvariti nasprotno enak (korektivni) navor z delovanjem nog ob podporno površino (Peterka, 2002).

Nadzorni sistem za vzdrževanje ravnotežja in telesne drže sestavlja *senzorični sistem* za zaznavo gibanja telesnih segmentov, *centralni živčni sistem* (CŽS) (mezencefalon in možganska skorja) namenjen obdelavi podatkov ter *motorični sistem* z vlogo izvrševanja motoričnih nalog (O'Sullivan, & Schmitz, 2001; Horak, Nasher, & Diener, 1990; Shumway-Cook, & Horak, 1986). Danes velja za splošno sprejeto dejstvo, da je človekova pokončna drža posledica povratnih informacij o nihanju telesa zaznanih s pomočjo vizualnega, ravnotežnega (vestibularnega) in somatosenzoričnega sistema, ki nato vplivajo na primeren korektivni odgovor (Peterka, 2002).

Periferne senzorične informacije torej zagotavlja čutilo za vid, somatosenzorični sistem ter vestibularni aparat (O'Sullivan, & Schmitz, 2001; Horak, Nasher, & Diener, 1990; Shumway-Cook, & Horak, 1986). *Vid* je primarno vpleten v proces načrtovanja človekovega gibanja in izogibanja oviram na naši poti (Winter, 1995). Zaznava relativno orientacijo telesnih segmentov in telesa glede na okolico (vizualna propiocepcija) (O'Sullivan, & Schmitz, 2001). *Somatosenzorični sistem* je množica bioloških sensorjev (kožni, mišični, kitni in sklepni receptorji) z nalogo zaznavanja pozicije in hitrosti vseh telesnih segmentov, njihov kontakt z zunanjimi objekti vključno s tlemi ter orientacija glede na delovanje gravitacijske sile (Winter, 1995). *Vestibularni aparat* je biološki »giroskop« z nalogo zaznavanja linearnih in kotnih pospeškov (Winter, 1995; O'Sullivan, & Schmitz, 2001). Sposobnost vzdrževanja ravnotežnega položaja temelji na kompleksnih interakcijah med vidom, senzomotoričnim sistemom, vestibularnim aparatom ter koordinacijo gibov z mišično aktivnostjo (Horak, 1987). Ker orientacijska informacija iz različnih čutil ni vedno prisotna (zaprte oči) ali pa je le-ta netočna (spreminjajoča se podporna površina), mora ravnotežni sistem nekako prilagoditi človekovo pokončno držo v mnogo različnih situacijah (Peterka, 2002). Kljub vsemu je le malo znanega o združevanju in integraciji perifernih senzoričnih informacij v ustrezen korektivni navor, ko je na voljo konfliktna ali nepravilna orientacijska informacija iz različnih senzoričnih sistemov. Ena od obstoječih razlag temelji na teoriji napak. Vsak senzorni sistem zazna »napako«, ki predstavlja odklon telesa od neke referenčne vrednosti. Vestibularni senzorični sistem zazna odklon glave od smeri delovanja gravitacije, vizualni sistem pozicijo glave glede na vizualno okolico in somatosenzorični sistem pozicijo nog glede na podporno površino. Vse napake se nato seštevajo v ustrezen navor kot funkcijo seštetih signalov (Peterka, 2002).

Starostna degeneracija in mnoge patologije so prisilile raziskovalce k globljemu razumevanju delovanja ravnotežnega sistema. Generalno vse nevro-mišično-skeletne nepravilnosti rezultirajo v specifično degeneracijo ravnotežnega sistema (Winter, 1995). Čeprav so pomembne vse periferne senzorične informacije, CŽS deluje kot odločitveni sistem, ki v danem trenutku ločuje informacije glede na njihovo pomembnost in korektnost (O'Sullivan, & Schmitz, 2001). Zaradi takšne prilagodljivosti CŽS je v mnogih primerih patologija lahko povsem neopazna, dokler ni začasno moten kompenzatorni sistem. Pacienti z motnjami vestibularnega aparata se v večji meri zanašajo na vid, zato postanejo ob zaprtih očeh ali hoji v temi izredno nestabilni. Patologije s posebnimi ravnotežnimi zahtevami so kronični zvin gležnja, kronične degenerativne bolečine v križu, skolioza, položajsko odvisna vrtoglavica, poškodbe glave, kap, cerebralne bolezni in cerebralna paraliza, Parkinsonova bolezen, vestibularni deficit, periferna neuropatija ter amputacija.

Velik izziv ravnotežnemu sistemu predstavljajo hoja, tek, obrati, izogibanje oviram z prilagajanjem dolžine koraka, spreminjanjem smeri ali stopanjem preko ovir ter trčenje ob druge ljudi ali objekte (O'Sullivan, & Schmitz, 2001; Riemann, v Myers, & Lephart, 2003).

2.3 RAVNOTEŽNE STRATEGIJE

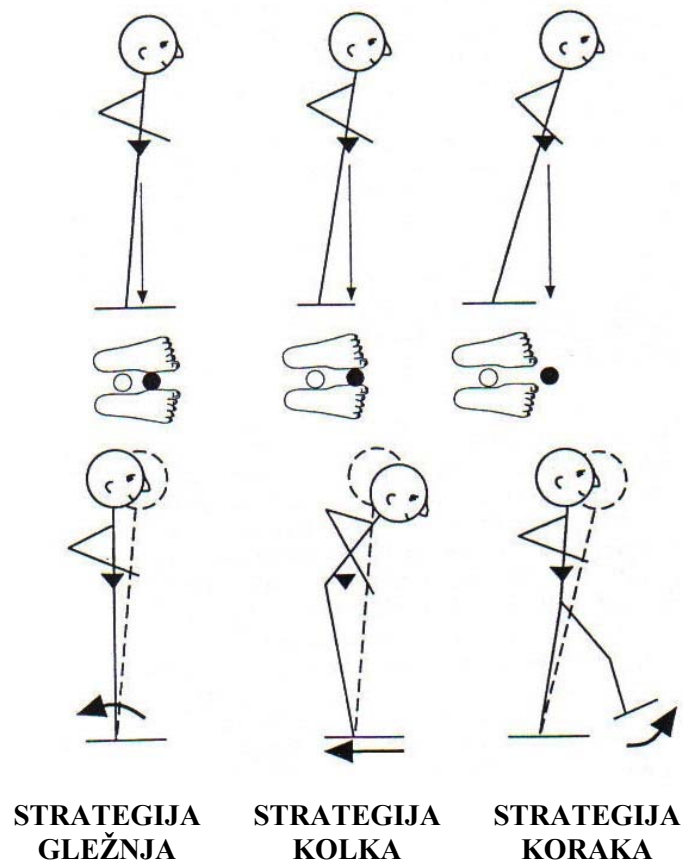
Odzivi na notranje in/ali zunanje motnje v telesni drži med stojo variirajo od enostavnega monosinaptičnega refleksa na razteg do aktiviranja kompleksnejših ravnotežnostnih strategij. Ravnotežnostne strategije so senzomotorične rešitve, ki se uporabljajo za vzdrževanje nadzora nad ravnotežjem in vključujejo mišične sinergiste, gibalne vzorce, navore v sklepkih ter reakcijske sile podlage (Horak, Henry, & Shumway-Cook, 1997). Strategije lahko delujejo po principu delovanja povratne zanke (reakcija na specifični stimulus) ali pa so predhodno programirane kot priprava na hoteno gibanje (O'Sullivan, & Schmitz, 2001).

Vzdrževanje ravnotežnega položaja pri dvonožni pokončni stoji s pomočjo gležnja v a/p smeri poteka s pomočjo klasičnega refleksa na razteg. Ko se stojna površina pomakne v smeri nazaj, sledi aktivacija plantarnih fleksorjev ter upogibalk kolena z latenco 100 – 120 ms. ČŽS najprej stabilizira sklep bližje motnji (v danem primeru gleženj) in šele nato sledi stabilizacija kolena, kolka ter hrbtenice. Ker se celoten odziv prične iz gležnja, takšno vzdrževanje ravnotežnega položaja imenujemo *strategija gležnja* (Winter, 1995; Horak, Nasher, & Diener, 1990). Uporablja se v situaciji majhnih nihanj telesa okoli vertikalne linije, ko je projekcija MS trdno znotraj meja podporne površine (O'Sullivan, & Schmitz, 2001) in ko je podlaga trdna (Horak, 1987; Nasher, 1977). V m/l smeri ravnotežni položaj zagotavljajo abduktorji in adduktorji kolka (Winter, 1995; Horak, Nasher, & Diener, 1990).

Pri enonožni pokončni stoji mehanizma še vedno delujeta ločeno, vendar je njuna vloga obratna. V m/l smeri ravnotežje zagotavljajo invertorji/evertorji gležnja, v a/p smeri pa prevladuje *strategija kolka* (Winter, 1995). Strategija kolka prevlada v primeru, ko mišice okoli gležnja s svojo aktivnostjo ne zmorejo ustvariti zadostne količine korektivnega navora, ki bi obdržal MS znotraj meja podporne površine. Situacija je značilna za večje in hitrejše motnje MS (Winter, 1995; Horak, 1987). Potreben korektivni navor zato ustvarijo močnejši fleksorji in ekstenzorji kolka. Strategija

kolka ima proksimalni vzorec mišične aktivacije. Pri nagibu naprej se najprej aktivirajo trebušne mišice in nato upogibalke kolka, pri nagibu nazaj pa najprej izravnalke trupa in nato iztegovalke kolka (O'Sullivan, & Schmitz, 2001).

V literaturi se pogostokrat omenja tudi *strategija koraka ali poskoka*, ki se pojavi v primeru, da motnja premakne MS izven meja podporne površine (Shumway-Cook, & Woollacot, 1995). Delovanje vseh treh ravnotežnostnih strategij prikazuje Slika 1.



Slika 1: Ravnotežnostne strategije (prirejeno po: O'Sullivan, & Schmitz, 2001).

Tako strategija gležnja kot strategija kolka se uporabljata pri vzdrževanju ravnotežja okoli fiksne podlage. V tej situaciji ravnotežni sistem nadzira MS okoli fiksne podporne površine, največjo destabilizirajočo silo pa predstavlja gravitacijska sila (Riemann, Myers, Lephart, 2003). Položaj enonožne ali dvonožne pokončne stoji zelo omejuje odkrivanje mehanizmov ravnotežja in je slabo

diagnostično sredstvo za prikaz nepravilnosti ravnotežnega sistema (Winter, 1995; O'Sullivan, & Schmitz, 2001).

Obe strategiji je mogoče opazovati tudi s spreminjanjem polmera ravnotežnih desk. Ivanenko, Levik, Talis, & Gurfinkel (1997) so pokazali, da v sagitalni ravnini navor v gležnju pada do trenutka, ko višina ravnotežne deske preseže njen polmer. Na višjih ravnotežnih deskah nato začne prevladovati strategija kolka (Ivanenko, Levik, Talis, & Gurfinkel, 1997). Tudi Burton (1986) je v svoji raziskavi pokazal pomembnost geometrije ravnotežnih desk. Le prototip s 350 mm premera stojne površine na polkrogli premera 55 mm in 50 mm višine je pokazal večjo aktivacijo ledvenih iztegovalk v primerjavi s hojo (Burton, 1986).

2.4 PROPRIOCEPCIJA IN RAVNOTEŽJE V ŠPORTNEM KONTEKSTU

Pri teku, skokih, pristankih, silovitih zaustavljanjih ter spremembah smeri so sklepi spodnjih okončin in mehka tkiva izpostavljena velikim dinamičnim silam (Emery, 2003b). Sposobnost kolena ali gležnja da ostane stabilno med tovrstnimi aktivnostmi se imenuje *dinamična sklepna stabilizacija*. Če sile prekoračijo moč stabilizirajočih struktur (ligamenti, kite, mišice, sklepne ovojnice, artikulacijske strukture), lahko pride do poškodb sklepov ali obsklepnih struktur. Sposobnost športnikovega vzdrževanja dinamične sklepne stabilizacije in izogibanje poškodbam ali ponovnim poškodbam temelji na kompleksnih interakcijah številnih živčno-mišičnih mehanizmov (Williams, Chmielewski, Rudolph, Buchanan, & Snyder-Mackler, 2001).

Preventiva pred poškodbami v dinamičnih športnih situacijah je odvisna od (Williams, Chmielewski, Rudolph, Buchanan, & Snyder-Mackler, 2001):

- smeri in velikosti delovanja destabilizirajočih sil
- sunka sile na stabilizirajoče strukture
- velikosti mišične aktivnosti
- položaja sklepa in njegove aktivnosti
- posnemanja dejanskega mehanizma poškodbe

Če športnik predvidi mehanizem poškodbe, lahko koordiniran mišični odziv začne delovati prej ter ublaži njegove posledice (Scumway-Cook, & Woollacott, 1995). Tako je vsaj teoretično mogoče športne poškodbe zmanjšati s sprožitvijo predprogramiranih gibalnih vzorcev, ki nastanejo po senzorični zaznavi prihajajočega mehanizma poškodbe in vplivajo na učinkovitejši dinamični nadzor telesne drže ter ravnotežja (Lephart, Pincivero, & Rozzi, 1988). Zdi se, da je dinamični trening ravnotežja morda ključ do izboljšanja nadzora telesne drže v športnih situacijah in zaščite pred nekaterimi poškodbami (Emery, 2003).

Iz prakse je znano, da pretekle poškodbe lahko povečajo možnost nastanka ponovnih poškodb v športu. Povezavo lahko najdemo v fizioloških simptomih pretekle poškodbe (ohlapnost ligamentov, slabša mišična moč, slabša vzdržljivost, slabša propiocepcija) ali v bodisi nepravilni bodisi nezadostni rehabilitaciji (Emery, 2003b).

Zvin gležnja pogosto vodi v pojav, ki ga imenujemo funkcionalna nestabilnost gležnja. Zanj je značilna kombinacija mehanske nestabilnosti ter zmanjšane živčno-mišičnega nadzora kot posledica slabšega zaznavanja sklepnih propioceptorjev (Lentell, Baas, Lopez, McGuire, Sarrels & Snyder, 1995; Lentell, Katzman, & Walters, 1990). Posamezniki s predhodnim inverznim zvinom gležnja imajo slabšo sposobnost zadrževanja ravnotežnega položaja na prizadeti nogi v primerjavi z nepoškodovano (Cornwall, & Murell, 1991; Rozzi, Lephart, Sterner, & Kuligowski, 1999). Zanimivo je tudi dejstvo, da manjša sposobnost zadrževanja ravnotežnega položaja prizadene tudi nasprotno okončino (Rozzi, Lephart, Sterner, & Kuligowski, 1999). Ta bilateralni ravnotežnostni deficit nakazuje na možnost, da funkcionalna nestabilnost gležnja povzroči nepravilnosti v ravnotežnostnih reakcijah spodnjih okončin. Zato je potrebno rehabilitacijski program izvajati na obeh okončinah.

Rizični faktorji so v športu vsi faktorji, ki potencialno povečajo možnost nastanka poškodb. Delimo jih na *zunanje* (vreme, pogoji na terenu,...) in *notranje* (starost, športna forma,...), *neprilagodljive* in *potencialno prilagodljive* (Preglednica 1). Prilagodljivi rizični faktorji so vsi faktorji, na katere je moč potencialno vplivati s pomočjo preventive pred športnimi poškodbami. Na neprilagodljive faktorje neposredno ne moremo vplivati (Meeuwisse, 1984).

ZUNANJI FAKTORJI	NOTRANJI FAKTORJI
Neprilagodljivi	Neprilagodljivi
kontaktne/nekontaktne športne igre rekreativni/profesionalni nivo igralna pozicija vreme sezonski čas/čas v dnevu	predhodne poškodbe starost spol
Potencialno prilagodljivi	Potencialno prilagodljivi
pravila čas igranja igralna površina športna oprema	kondicijska priprava specifična športna priprava gibljivost moč sklepna stabilnost biomehanika gibanja ravnotežje/propriocepcija psihološki/sociološki faktorji

Preglednica 1: Rizični faktorji v športu (prirejeno po: Emery, 2003b).

Raziskave so pokazale, da je nižja raven ravnotežja lahko rizični faktor športnih poškodb. Tropp, Ekstrand in Gillquist (1984) so ugotovili, da so nogometaši s funkcionalno nestabilnostjo gležnja in slabim ravnotežjem bolj izpostavljeni ponovnim zvinom gležnja (Tropp, Ekstrand, & Gillquist, 1984). Po drugi strani pa je tveganje pri športnikih s poprejšnjim zvinom gležnja po opravljenem trenažnem programu ravnotežja z uporabo ravnotežnih desk manjše (Holme, Magnusson, Becher, Bieler, Aagaard, & Kjaer, 1999; Tropp, Askling, & Gillquist, 1985; Wester, Jespersen, Nielsen, & Neumann, 1996).

Nekatere raziskave zajemajo trening ravnotežja v povezavi z drugimi elementi športnega treninga (moč, pliometrični trening, trening hitrosti,...) z namenom zmanjšanja pojavnosti športnih poškodb. Ta večdimenzionalni trenažni pristop se je pokazal za uspešnega pri zmanjševanju pojavnosti poškodb sprednjega križnega ligamenta v nekaterih športih (Myer, Ford, Palumbo, & Hewett, 2005; Holm, Fosdahl, Friis, Risberg, Myklebust, & Steen, 2004), vendar je v teh raziskavah nejasno, ali

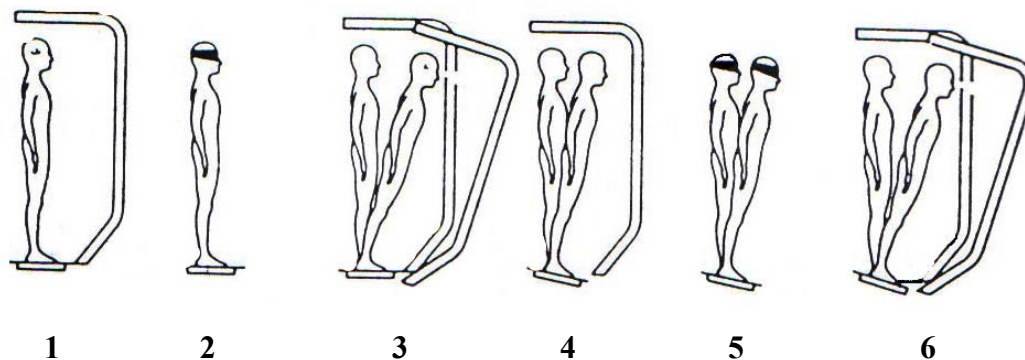
tak pristop direktno vpliva na ravnotežne sposobnosti. Ostale raziskave, ki so vključevale samo trening ravnotežja, so pokazale pomemben vpliv na preventivo pred športnimi poškodbami (Emery, Cassidy, Klassen, Rosychuk, & Rowe, 2005; Emery, Rose, McAllister, & Meeuwisse, 2007; McGuine, & Keene, 2006; Caraffa, Cerulli, Projetti, Aisa, & Rizzo, 1996).

2.5 MERITVE RAVNOTEŽJA

Trening ravnotežja je postal pomembna komponenta v rehabilitaciji in medicini športa ter se hitro uveljavlja v temeljno-pripravljalnih, preventivnih in rehabilitacijskih programih mnogih športnikov (Chaiwanichsiri, Lorprayoon, & Noomanoch, 2005; Willems, Witvrouw, Verstuyft, Vaes, & De Clercq, 2002; Mattacola, & Dwyer, 2002; Cooper, Taylor, & Feller, 2005; Reider idr., 2003). Zato je sposobnost merjenja ravnotežja z uporabo ustreznih merskih postopkov nujna za nadaljnje preučevanje učinkovitosti treninga ravnotežja (Emery, 2003).

Ravnotežje se najenostavneje oceni s pomočjo vizualnega opazovanja (O'Sullivan, & Schmitz, 2001), vendar je tovrstna metoda za natančnejšo klinično prakso neprimerna. Metode za merjenje ravnotežja imajo *subjektivno* ali *objektivno* podlago. Subjektivni testi vsebujejo preiskovančevo sodbo o ravnotežnih zmogljivostih merjenca, ki temelji na kvalitativnih podatkih, objektivni testi pa temeljijo na zbiranju in analizi kvantitativnih podatkov s pomočjo ustrezne naprave (Riemann, Guskiewicz, & Shields, 1999).

Za testiranje ravnotežja se v klinični praksi uporabljajo testi, ki morajo biti predvsem preprosti in poceni (Shumway-Cook, & Horak, 1986; Cohen idr., 1993). Merjenec vzdržuje ravnotežje na stabilni ali nestabilni podlagi z odprtimi ali zaprtimi očmi, motenje vizualnih informacij pa lahko dosežemo s premičnim zaslonom (Slika 2).



- 1 odprte oči, trdna podlaga
- 2 zaprte oči, trdna podlaga
- 3 moten vid, trdna podlaga
- 4 normalen vid, nihajoča podlaga
- 5 zaprte oči, nihajoča podlaga
- 6 moten vid, nihajoča podlaga

Slika 2: Različice laboratorijskih testov ravnotežja (prirejeno po: O'Sullivan, & Schmitz, 2001).

Cilj testiranja je podati oceno o sposobnosti zadrževanja ravnotežnega položaja v predpisanih testnih pogojih. Lahko se uporabljajo ordinalne spremenljivke (1 – minimalno nihanje, 2 – zmerno nihanje, 3 – močno nihanje, 4 - padec), opisno ocenjevanje (normalen, dober, zadovoljiv, slab, odsoten), čas vztrajanja v ravnotežnem položaju ali pa se oceni količino nihanja z uporabo vrvice v smeri gravitacijske sile (O'Sullivan, & Schmitz, 2001; Emery 2003).

Tradicionalni testi ravnotežja se osredotočajo na oceno vzdrževanja statičnega ravnotežnega položaja (*statično ravnotežje*), vzdrževanja ravnotežnega položaja med gibanjem ali premikanjem bremena (*dinamično ravnotežje*) in odzivov na aplicirane manualne motnje.

Položaji za vzdrževanje statičnega ravnotežja vključujejo sonožno stoji (Rombergov Test z odprtimi ali zaprtimi očmi), enonožno stoji ter položaj peta prsti (Poostreni Rombergov Test z zaprtimi ali odprtimi očmi). Dinamični testi ravnotežja zajemajo elemente vstajanja, hoje, obratov, zaustavljanja in startanja. Testi so bili sprva narejeni za osebe z nevrološkimimi motnjami, v katerih je bil vid

pogostokrat minimiziran ali izključen z namenom ocene vzdrževanja ravnotežnega položaja s pomočjo vestibularnega in somatosenzoričnega sistema (Emery, 2003).

Oceno dinamičnega ravnotežja omogoča tudi gibljiva podporna površina (drsna ali nihajoča gibanja). Eden takšnih kliničnih testov je Test Enonožnih Poskokov (Multiple Single-leg Hop-stabilisation Test) (Riemann, Caggiano, & Lephart, 1999). Test je bil ustvarjen za oceno dinamičnega ravnotežja med izvajanjem funkcionalne naloge pri zdravih udeležencih. Za motenje propioceptivne povratne informacije se uporablja penasta podporna površina. Vendar pa je raven težavnosti, ki ga nudi penasta podloga, močno odvisna od telesne teže merjenca, kar je potrebno v merskih ali trenažnih postopkih upoštevati (Riemann, Guskiewicz, & Shields, 1999). Uporabljajo se tudi ravnotežne deske za oceno dinamičnega ravnotežja pri otrocih (Atwater, Crowe, Deitz, & Richardson, 1990; Broadstone, Westcott, & Deitz, 1993; Mattacola, & Wills Lloyd, 1997). Ravnotežne deske so pogosto sredstvo uporabe v fizioterapiji in preventivnih programih, vendar je premalo objektivnih podatkov, ki bi podpirali njihovo klinično uporabnost (Balagun, Adesinasi & Marzouk, 1992). Tudi celoten koncept vzdrževanja ravnotežnega položaja v dinamičnih pogojih še ni povsem raziskan in pojasnjen (Emery, 2003).

Drugi pomembni funkcionalni testi za oceno ravnotežja so še Funkcijski Test Dosega (Functional Reach Test), Bergova Ravnotežna Lestvica (The Berg Balance Scale), Tinettijev Test (The Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment) ter Časovno Merjeni Vstani in Pojdi Test (Get Up and Go Test)². Zveza med statičnimi testnimi pogoji (negibna podporna površina) z dinamično naravo športnih aktivnosti je v večini primerov še nejasna ter neraziskana. Statični testni pogoji lahko potencialno predstavljajo premajhen izziv za oceno ravnotežja pri zdravi aktivni populaciji (Riemann, Caggiano, & Lephart, 1999).

Veliko število laboratorijskih tehnik merjenja ravnotežja je zanesljivih in občutljivih (stabilometrija, elektromiografija ter analiza gibanja s pospeškometrijo in tridimenzionalno analizo gibanja), vendar pa visoka cena, kompleksnost in pogostokrat neprenosljivost ne odtehta dobrih merskih karakteristik. Tovrstne meritve so zato neprimerne za množično uporabo (Brouwer, Culham, Liston, & Grant, 1998; Moe-Nilssen, 1998; Schmitz, & Arnold, 1998; Riemann, Guskiewicz, & Shields, 1999).

² Podrobnejši opis testov najdeš v O'Sullivan, & Schmitz (2001).

Po drugi strani pa je za večino subjektivnih lestvic merska ponovljivost in občutljivost slaba (O'Sullivan, & Schmitz, 2001; Emery, Rose, McAllister, & Meeuwisse, 2007), zato je primerjava rezultatov med merjenci ali primerjava rezultatov z normalno populacijo bistveno otežena. Kljub temu je pri meritvah izjemno pomembno upoštevati dobro mersko ponovljivost in občutljivost (Burger, 2003). Merska ponovljivost je definirana kot stopnja, do katere se meritev lahko ponovi. Je tudi mera stabilnosti, pri kateri je meritev izvedena pod identičnimi pogoji (Bolton, 1976). Če želimo uporabljati meritve ravnotežja v klinični praksi kot izhodno meritev v rehabilitaciji ali preventivi, je ponovljivost meritev ključnega pomena (Emery, Rose, McAllister, & Meeuwisse, 2007). Test je občutljiv, ko je sposoben zaznati spremembe v rezultatu meritev (Bolton, 1976; Berg, & Norman, 1996). Najbolj razširjena metoda statistične analize za določanje ponovljivosti je Pearsonov korelacijski koeficient (r) in Interklasni Korelacijski Koeficient (ICC) (Shrout, & Fleiss, 1979). $ICC > ,75$ se smatra za odlično ponovljivost (Fleiss, 1986).

Dinamični testi ravnotežja z uporabo ravnotežne deske so do sedaj prikazali slabo ponovljivost med posameznimi ponovitvami ($ICC = 0,45 - 0,54$) (Atwater, Crowe, Deitz, & Richardson, 1990). Cilj diplomske naloge je zato testirati ponovljivost in občutljivost dveh pogosto uporabljenih testov ravnotežja in primerjava rezultatov z novo metodo za testiranje ravnotežja (Pametna Ravnotežna Deska - PRD).

3. CILJI PROUČEVANJA

1. Ugotoviti ponovljivost Poostrenega Rombergovega Testa, Flamingo Testa ter Testa PRD.
2. Ugotoviti občutljivost Poostrenega Rombergovega Testa, Flamingo Testa ter Testa PRD.

4. DELOVNE HIPOTEZE

H1: Ponovljivost Testa PRD bo večja od ponovljivosti Poostrelega Rombergovega Testa ter Flamingo Testa, ki si bosta v tej merski lastnosti blizu/podobna.

H2: Občutljivost Testa PRD bo večja od ponovljivosti Poostrelega Rombergovega Testa ter Flamingo Testa, ki si bosta v tej merski lastnosti blizu/podobna.

5. METODE DE LA

5.1 VZOREC MERJENCEV

V raziskavo sta bila vključena 102 merjenca, med njimi 46 fantov in 56 deklet. Meritve so bile izvedene na osnovnošolski populaciji otrok iz šestih različnih osnovnih šol. Povprečna starost vzorca je znašala 11,3 let ($148,13 \pm 23,17$ cm telesne višine; $44,13 \pm 10,12$ kg telesne mase). Zaradi mladoletnosti preiskovancev je bilo predhodno pridobljeno soglasje staršev ali zakonitih zastopnikov o vključevanju in poteku merjenja njihovih otrok.

Neveljavnih je bilo 25 meritev, zato je obdelava podatkov potekala na 77 merjencih v Poostrenem Rombergovem Testu, v Flamingo Testu ter v Testu PRD.

5.2 VZOREC SPREMENLJIVK

Spremenljivke so bile pridobljene s pomočjo testne baterije dveh pogosto uporabljenih testov ravnotežja (*Poostreni Rombergov Test* in *Flamingo Test*) ter nove metode testiranja ravnotežja (*Pametna Ravnotežna Deska* - PRD).

Poostreni Rombergov Test (O'Sullivan, & Schmitz, 2001; Hals, Sitler, & Mattacola, 2000; Isableu, Ohlmann, Crémieux, & Amblard, 2003; Lee, 1998): merjenec se postavi v desnonožno pokončno stoji z rokami ob telesu in kolenom neobremenjene noge ob kolenu obremenjene noge. Ko merjenec zasede predpisani položaj, prične merilec meriti čas. Med izvajanjem meritve merjenec ohranja ravnotežni položaj s stegni tesno drugo ob drugem, pravi kot v kolenu neobremenjene noge ter zaprtimi očmi. V primeru izgube ravnotežnega položaja lahko merjenec naredi kakršen koli popravek, ki mu omogoča kar najhitrejšo vrnitev v predpisani položaj, vendar se z neobremenjeno nogo ne sme dotakniti tal. Vzorec spremenljivk predstavlja število dotikov tal z neobremenjeno nogo v času trajanja testa.



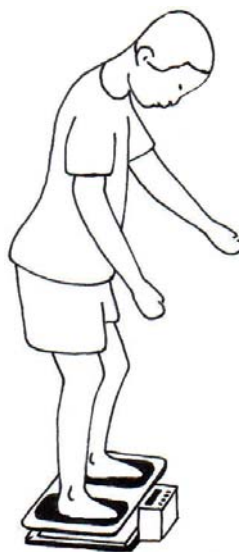
Slika 3: Poostreni Rombergov Test.

Flamingo Test (Tsigilis, Douda, & Tokmakidis, 2002; Monyeki idr. 2005): merjenec stoji v desnonožni pokončni stoji na posebni leseni prečki (dolžine 50 cm, višine 4 cm, širine 3 cm) s pokrčeno nogo v kolenu neobremenjene noge in podprto z roko na isti strani nad gležnjem. Med izvajanjem meritve merjenec ohranja ravnotežni položaj s stegni tesno drugo ob drugem. Merilec pomaga merjencu v predpisani položaj in prične meriti čas od trenutka, ko merjenec spusti merilčevo roko. V primeru izgube ravnotežnega položaja (dotik tal, spustitev neobremenjene noge) se čas meritve zaustavi in celoten postopek se ponovi do izteka ene minute. Maksimalno število poskusov v času trajanja testa je omejeno na 30. Če merjenec preseže maksimalno število poskusov ali pa izgubi ravnotežje 15-krat v prvih 30 sekundah, se takšnemu merjencu kot rezultat upošteva 31 poskusov. Vzorec spremenljivk predstavlja število poskusov in ne število storjenih napak.



Slika 4: Flamingo Test.

Test PRD (Šarabon, Rošker, & Omejec, 2006a; Šarabon, Omejec, Rošker, & Strel, 2006; Šarabon, Rošker, & Omejec, 2006b; Šarabon, & Omejec, 2007a; Šarabon, & Omejec, 2007b; Šarabon, & Omejec, 2007c; Šarabon, & Omejec, 2007d): merjenec stopi na ravnotežno desko z obema nogama simetrično (širina med stopali 50 cm). Merjenec mora zadrževati ravnotežni položaj kar se da mirno in stabilno, brez nepotrebnih dotikov tal z robovi deske. Čas trajanja testa se prične v trenutku, ko merjenec spusti merilčevo roko. V primeru dotika tal mora merjenec hitro in učinkovito ponovno preiti v »aktivni del merjenja«.



Slika 5: Test Pametna Ravnotežna Deska - PRD.

Vgrajen goniometer sproti beleži spremembe kota, mikroračunalnik pa po koncu testiranja izračuna 8 spremenljivk, ki govorijo o kakovosti izvedbe ravnotežne naloge:

1. spremenljivka (PRD1)	število prehodov vertikale
2. spremenljivka (PRD2)	skupni kot
3. spremenljivka (PRD3)	spremembe smeri levo
4. spremenljivka (PRD4)	spremembe smeri desno
5. spremenljivka (PRD5)	število dotikov skrajnih leg levo
6. spremenljivka (PRD6)	število dotikov skrajnih leg desno
7. spremenljivka (PRD7)	čas v skrajni legi levo
8. spremenljivka (PRD8)	čas v skrajni legi desno

Celotno akcijo Testa PRD lahko razdelimo na aktivni in pasivni del. Aktivni del Testa PRD predstavlja območje merjenja skupnega kota ali območje labilne ravnovesne lege. Opisujejo ga osnovne spremenljivke PRD1, PRD2, PRD3 ter PRD4. Pasivni del Testa PRD predstavlja območje merjenja skrajnih leg ravnotežne deske. Opisujejo ga osnovne spremenljivke PRD5, PRD6, PRD7 ter PRD8.

Osem osnovnih spremenljivk Testa PRD daje veliko kvantitativnih vrednosti o izvedbi ravnotežne naloge, razmeroma malo podatkov pa govori o kvaliteti njene izvedbe. Za natančnejšo in predvsem širšo interpretacijo je potrebno izračunati *višje spremenljivke*:

9. spremenljivka (PRD9)	aktivni čas (T_a)
10. spremenljivka (PRD10)	odstotek časa v skrajnih legah ($\%T_p$)
11. spremenljivka (PRD11)	povprečna kotna hitrost ($\bar{\omega}$)
12. spremenljivka (PRD12)	frekvenca sprememb smeri (γ_s)
13. spremenljivka (PRD13)	skupno število dotikov na skupni čas na robovih
14. spremenljivka (PRD14)	skupno število prehodov vertikale na aktivni čas

Aktivni čas (PRD9):

Je razlika med časom, namenjenim reševanju ravnotežne naloge in skupnim časom v skrajnih legah. Delež aktivnega časa glede na skupni čas daje pomembno informacijo o sposobnosti zadrževanja ravnotežnega položaja kot je opredeljena v opisu testa.

Odstotek časa v skrajnih legah (PRD10):

Daje informacijo o procentualni vrednosti skupnega časa na robovih glede na čas namenjen reševanju ravnotežne naloge.

Povprečna kotna hitrost (PRD11):

Je količnik med skupnim kotom in aktivnim časom. Daje informacijo o hitrosti nihanja v aktivnem delu ravnotežno nalogo.

Frekvenca sprememb smeri (PRD12):

Je količnik med skupnim številom sprememb smeri in aktivnim časom. Daje informacijo o številu sprememb smeri v aktivnem delu ravnotežne naloge.

Skupno število dotikov na skupni čas na robovih (PRD13):

Je količnik med skupnim številom dotikov in skupnim časom na robovih. Daje informacijo o hitrosti vračanja iz pasivnega v aktivno območje merjenja. Večji količnik predstavlja večjo hitrost vračanja merjenja v aktivni del.

Skupno število prehodov vertikale na aktivni čas (PRD14):

Je količnik med številom prehodov vertikale in aktivnim časom. Daje delno informacijo o nihanju okoli idealne ravnovesne lege.

5.3 ORGANIZACIJA ZBIRANJA PODATKOV

Merjenci so vsak test izvedli trikrat s 3 do 6 minutnimi odmori med posameznimi ponovitvami. Testno zaporedje je bilo naključno izbrano; čas trajanja vsakega testa je znašal 60 s.

Vse pridobljene spremenljivke so bile prenesene v program SPSS, kjer se je nadaljevala obdelava podatkov.

5.4 METODE OBDELAVE PODATKOV

Analiza podatkov je potekala s pomočjo programa SPSS 13.0 za Windows.

Pri obdelavi podatkov so bile uporabljene naslednje statistične metode:

- bivariatna korelacijska analiza med spremenljivkami treh zaporednih ponovitev vsakega testa. Za oceno ponovljivosti med posameznimi ponovitvami istega testa so bile izračunane ICC vrednosti, test zanesljivosti ter Pearsonovi korelacijski koeficienti (r).
- Za oceno občutljivosti je bila opravljena opisna statistika skupaj s frekvenčnimi porazdelitvami spremenljivk.

6. EMPIRIČNI PODATKI

6.1 OBČUTLJIVOST IN PONOVLJIVOST POOSTRENEGA ROMBERGOVEGA TESTA

V prvem delu poglavja je predstavljena deskriptivna statistika treh zaporednih ponovitev Poostrenega Rombergovega Testa (Preglednica 2) s podanimi merami centralne tendence (aritmetična sredina in mediana), merami razpršenosti (standardni odklon, varianca, minimum in maksimum) ter koeficientom asimetrije in koničavosti. V nadaljevanju sledi test normalnosti Kolmogorov-Smirnov (Preglednica 3) ter prikaz frekvenčnih histogramov (Grafikon 1) treh zaporednih ponovitev Poostrenega Rombergovega Testa.

Osnovna statistika

		ROM1	ROM2	ROM3
N	Veljavni	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0
\bar{x}		2,0000	1,5325	1,8052
s.e. \bar{x}		,31806	,29206	,39738
M		,0000	,0000	,0000
SO		2,79096	2,56281	3,48696
VAR		7,789	6,568	12,159
ASIM		1,324	1,979	2,723
s.e.ASIM		,274	,274	,274
KON		,652	3,902	8,664
s.e.KON		,541	,541	,541
MIN		,00	,00	,00
MAX		10,00	12,00	19,00

Preglednica 2: Osnovni statistični spremenljivke Poostrenega Rombergovega Testa.

Iz Preglednice 2 so razvidne visoke vrednosti koeficienta asimetrije za vse tri ponovitve Poostrenega Rombergovega Testa, kar kaže na desno asimetrične porazdelitve (Grafikon 1). Vrednost mediane se nahaja v prvem razredu, ki je hkrati tudi razred z največjo frekvenco. Aritmetična sredina je zaradi velikega odstotka merjencev v prvem razredu frekvenčne porazdelitve pomaknjena proti koordinatnemu izhodišču in ne odraža njene dejanske vrednosti. Opazen je tudi večji standardni odklon in večja vrednost maksimalna vrednost v spremenljivki ROM3.

Enosmerni Test Kolmogorov-Smirnov

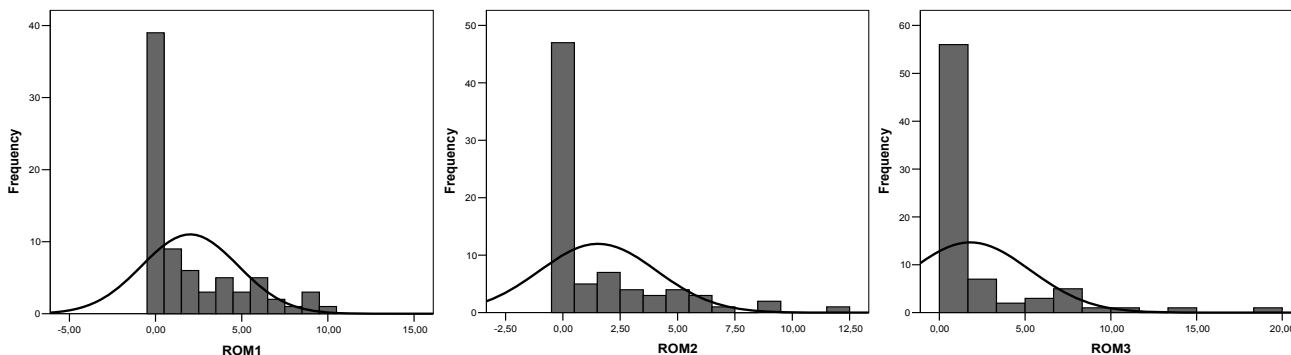
		ROM1	ROM2	ROM3
N		77	77	77
Parametri Normalnosti	\bar{x}	2,0000	1,5325	1,8052
(a,b)	SO	2,79096	2,56281	3,48696
Ekstremne Razlike	Abolutno	,270	,335	,319
	Pozitivno	,270	,335	,319
	Negativno	-,237	-,275	-,302
Kolmogorov-Smirnov Z		2,366	2,944	2,796
Statistična Značilnost (2-smerna)		,000	,000	,000

a Testna distribucija je Normalna.

b Računano iz podatkov.

Preglednica 3: Test normalnosti porazdelitve Poostrenega Rombergovega Testa.

Glede na rezultate deskriptivne statistike lahko sklepamo, da gre pri spremenljivkah ROM1, ROM2 in ROM3 za nenormalne porazdelitve, kar potrjujejo tudi rezultati testa normalnosti porazdelitve Kolmogorov-Smirnov (Preglednica 3). Za vse tri porazdelitve lahko trdimo, da se statistično pomembno razlikujejo od normalne porazdelitve ($p < 0,05$).



Grafikon 1: Frekvenčna porazdelitev Rombergovega Testa.

ROM1	F	%	ROM2	F	%	ROM3	F	%
,00	39	50,6	,00	47	61	,00	46	59,7
1,00	9	11,7	1,00	5	6,5	1,00	10	13,0
2,00	6	7,8	2,00	7	9,1	2,00	5	6,5
3,00	3	3,9	3,00	4	5,2	3,00	2	2,6
4,00	5	6,5	4,00	3	3,9	4,00	2	2,6
5,00	3	3,9	5,00	4	5,2	5,00	1	1,3
6,00	5	6,5	6,00	3	3,9	6,00	2	2,6
7,00	2	2,6	7,00	1	1,3	7,00	4	5,2
8,00	1	1,3	9,00	2	2,6	8,00	1	1,3
9,00	3	3,9	12,00	1	1,3	9,00	1	1,3
10,00	1	1,3	Total	77	100,0	10,00	1	1,3
Total	77	100,0				14,00	1	1,3
						19,00	1	1,3
						Total	77	77

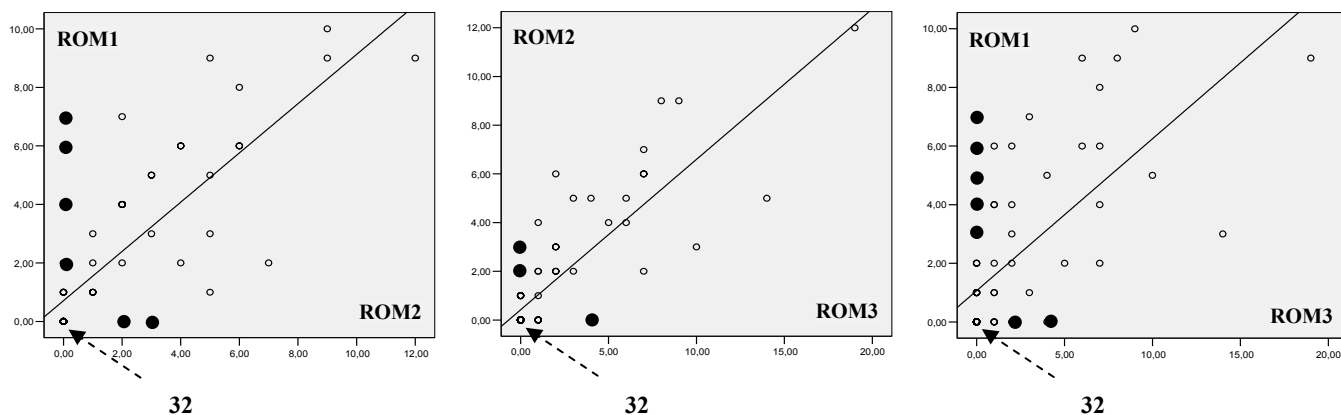
F frekvenca
% odstotek

Preglednica 4: Frekvence Poostrenega Rombergovega Testa.

V Poostrenem Rombergovem Testu številčno najbolj prevladuje skupina merjencev, ki v času trajanja testa ni storila nobene napake. V spremenljivki ROM1 je takšnih merjencev 39 oziroma 50,6 %, v ROM2 47 (61%) in v ROM3 46 oziroma 59,7 % (Preglednica 4).

V drugem delu poglavja so predstavljene linearne zveze med tremi zaporednimi ponovitvami Poostrenega Rombergovega Testa (Grafikon 2). V nadaljevanju sledi prikaz korelacijske matrike (Preglednica 5), vrednosti testa zanesljivosti (Preglednica 6) ter ICC vrednosti (Preglednica 7).

Iz Grafikona 2 je razvidna linearna zveza med posameznimi ponovitvami Poostrenega Rombergovega Testa. Merjencev, ki so v vseh treh ponovitvah dosegli najboljši možni rezultat je 32 (41,6%) in imajo na korelacijo največji vpliv. Poleg tega lahko zaznamo tudi posameznike, ki nihajo v številu storjenih napak med posameznimi ponovitvami, kar je še posebej opazno med prvo in tretjo ponovitvijo Poostrenega Rombergovega Testa. Posameznike z izrazitim nihanjem v številu storjenih napak smo označili s črnimi pikami.



Grafikon 2: Linearni odnos med tremi ponovitvami Postrenega Rombergovega Testa.

Številčno najobsežnejša skupina merjencev bo nedvomno vplivala tudi na ponovljivost merskega postopka z umetnim dvigom nivoja korelacije med posameznimi ponovitvami. Zaradi izrazite desne asimetrije smo metodo Pearsonovih korelacijskih koeficientov zamenjali z neparametrično metodo (Kendallov tau B koeficient in Spearmanov rho koeficient) (Preglednica 5).

Korelacija

			ROM1	ROM2	ROM3
Kendallov tau_b	ROM1	Korelacijski Koeficient	1,000	,687(**)	,553(**)
		Značilnost (2-smerna)	.	,000	,000
		N	77	77	77
	ROM2	Korelacijski Koeficient	,687(**)	1,000	,713(**)
		Značilnost (2-smerna)	,000	.	,000
		N	77	77	77
	ROM3	Korelacijski Koeficient	,553(**)	,713(**)	1,000
		Značilnost (2-smerna)	,000	,000	.
		N	77	77	77
Spearmanov rho	ROM1	Korelacijski Koeficient	1,000	,766(**)	,640(**)
		Značilnost (2-smerna)	.	,000	,000
		N	77	77	77
	ROM2	Korelacijski Koeficient	,766(**)	1,000	,789(**)
		Značilnost (2-smerna)	,000	.	,000
		N	77	77	77
	ROM3	Korelacijski Koeficient	,640(**)	,789(**)	1,000
		Značilnost (2-smerna)	,000	,000	.
		N	77	77	77

** Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (2-smerno).

Preglednica 5: Korelacijski koeficienti Poostrenega Rombergovega Testa.

Kendalovi tau B ter Spearmanovi rho koeficienti korelacije so razmeroma visoki in se gibljejo med 0,553 in 0,789. Visoka korelacija je v največji meri odraz 32 merjencev, ki so v vseh treh ponovitvah dosegli najboljši možni rezultat, ne pa tudi celotnega vzorca merjencev. Temu primerno visoka je tudi ICC vrednost za povprečje vseh meritev (0,890) (Preglednica 7) ter test zanesljivosti merskega postopka (0,887) (Preglednica 6).

Statistična Zanesljivost

Skupna Sredina	1,779
Skupna Varianca	8,876
Prava Varianca	6,460
Napaka Variance	2,416
Skupna Korelacija med Skupinami	,724
Zanesljivost Skale	,887
Zanesljivost Skale (Nepriistransko)	,892

Izračunana je kovariacijska matrika in uporabljena v analizi.

Preglednica 6: Zanesljivost Poostrenega Rombergovega Testa.

Interklasni Korelacijski Koeficient

	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,729(b)	,635	,808	9,088	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,890(c)	,839	,927	9,088	76,0	152	,000

Dvo-smerni mešani model vpliva, kjer so vplivi ljudi naključni in vplivi meritev fiksni.

a Tip C Interklasnega Korelacijskega Koeficienta.

b Ocenjevalec je isti ne glede na to ali je interakcija vpliva prisotna ali ne.

c Ocena je izračunana z dopuščanjem možnosti odsotnega interakcijskega vpliva, ker drugače ocene ni možno podati.

Preglednica 7: ICC vrednost Poostrenega Rombergovega Testa.

6.2 OBČUTLJIVOST IN PONOVLJIVOST FLAMINGO TESTA

V prvem delu poglavja je predstavljena deskriptivna statistika treh zaporednih ponovitev Flamingo Testa (Preglednica 8) s podanimi merami centralne tendence (aritmetična sredina in mediana), merami razpršenosti (standardni odklon, varianca, minimum in maksimum) ter koeficientom asimetrije in koničavosti. V nadaljevanju sledi test normalnosti Kolmogorov-Smirnov (Preglednica 9) ter prikaz frekvenčnih histogramov (Grafikon 3) treh zaporednih ponovitev Flamingo Testa.

Osnovna statistika

		FLA1	FLA2	FLA3
N	Veljavni	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0
\bar{x}		19,0779	17,9610	15,5714
s.e. \bar{x}		,81043	,86562	,78595
M		18,0000	16,0000	15,0000
SO		7,11146	7,59578	6,89666
VAR		50,573	57,696	47,564
ASIM		,442	,419	,604
s.e.ASIM		,274	,274	,274
KON		-,928	-,740	,168
s.e.KON		,541	,541	,541
MIN		8,00	3,00	3,00
MAX		31,00	31,00	31,00

Preglednica 8: Osnovni statistični parametri Flamingo Testa.

Iz Preglednice 8 so razvidne nizke pozitivne vrednosti koeficientov asimetrije za vse tri spremenljivke Flamingo Testa, kar kaže na normalnost porazdelitev. Iz ekstremnih vrednosti lahko razberemo, da v prvi ponovitvi najmanjše število poskusov za dokončanje ravnotežne naloge za več kot dvakrat presega najmanjše število poskusov v drugi in tretji ponovitvi. Poleg tega je tudi število merjencev z dobrim rezultatom večje v drugi in tretji ponovitvi (Preglednica 10). V povprečju so merjenci porabili 17 poskusov za dokončanje predpisane naloge.

Enosmerni Test Kolmogorov-Smirnov

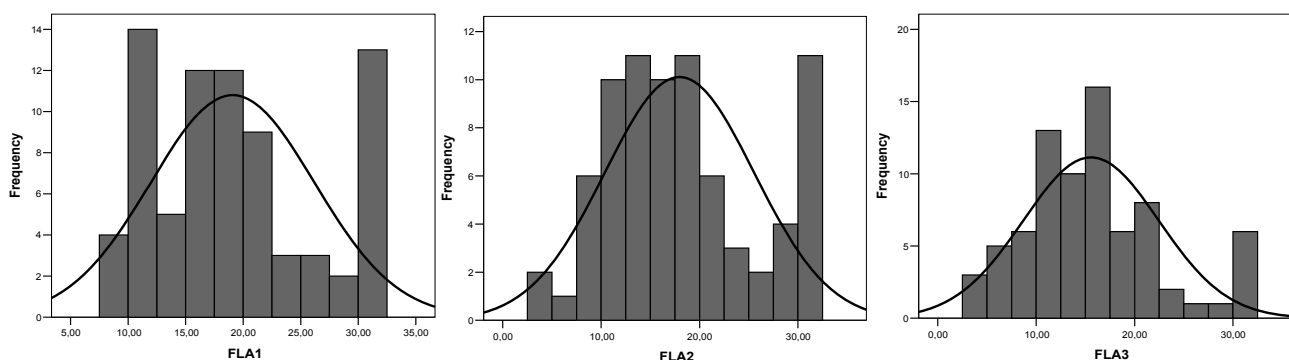
		FLA1	FLA2	FLA3
N		77	77	77
Parametri Normalnosti	\bar{x}	19,0779	17,9610	15,5714
(a,b)	SO	7,11146	7,59578	6,89666
Ekstremne Razlike	Abolutno	,122	,121	,112
	Pozitivno	,115	,121	,112
	Negativno	-,122	-,102	-,065
Kolmogorov-Smirnov Z		1,071	1,065	,979
Statistična Značilnost (2-smerna)		,202	,207	,293

a Testna distribucija je Normalna.

b Računano iz podatkov.

Preglednica 9: Test normalnosti porazdelitve Flamingo Testa.

Normalnost porazdelitev potrjuje tudi test normalnosti porazdelitve Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$). Kljub normalni porazdelitvi vseh treh spremenljivk Flamingo Testa je iz Grafikona 3 in Preglednice 10 razvidno, da obstaja večja skupina merjencev, ki je na testu dosegla najslabši možni rezultat (na testu so prejeli 31 točk). To je še posebno izrazito v spremenljivki FLA1, ko je takšnih 13 merjencev oziroma 16,9 %. V FLA2 je merjencev z najslabšim rezultatom 11 (14,3%), v FLA3 pa le 6 (7,8%). Merjencev, ki bi za Flamingo Test porabili en poskus, ni bilo.



Grafikon 3: Frekvenčna porazdelitev Flamingo Testa.

FLA1	F	%	FLA2	F	%	FLA3	F	%
8,00	1	1,3	3,00	1	1,3	3,00	2	2,6
9,00	3	3,9	4,00	1	1,3	4,00	1	1,3
10,00	3	3,9	6,00	1	1,3	5,00	1	1,3
11,00	6	7,8	8,00	1	1,3	6,00	2	2,6
12,00	5	6,5	9,00	5	6,5	7,00	2	2,6
13,00	3	3,9	10,00	3	3,9	8,00	4	5,2
14,00	2	2,6	11,00	3	3,9	9,00	2	2,6
15,00	3	3,9	12,00	4	5,2	10,00	1	1,3
16,00	5	6,5	13,00	5	6,5	11,00	6	7,8
17,00	4	5,2	14,00	6	7,8	12,00	6	7,8
18,00	7	9,1	15,00	6	7,8	13,00	2	2,6
19,00	5	6,5	16,00	4	5,2	14,00	8	10,4
20,00	1	1,3	18,00	5	6,5	15,00	6	7,8
21,00	6	7,8	19,00	6	7,8	16,00	6	7,8
22,00	2	2,6	20,00	3	3,9	17,00	4	5,2
23,00	1	1,3	21,00	2	2,6	18,00	2	2,6
24,00	2	2,6	22,00	1	1,3	19,00	4	5,2
25,00	1	1,3	23,00	3	3,9	20,00	3	3,9
26,00	2	2,6	25,00	1	1,3	21,00	1	1,3
28,00	2	2,6	26,00	1	1,3	22,00	4	5,2
31,00	13	16,9	28,00	2	2,6	23,00	1	1,3
Total	77	100,0	29,00	2	2,6	24,00	1	1,3
			31,00	11	14,3	26,00	1	1,3
			Total	77	100,0	28,00	1	1,3
						31,00	6	7,8
						Total	77	100,0

F frekvenca
% odstotek

Preglednica 10: Frekvence Flamingo Testa.

V drugem delu poglavja je predstavljena korelacijska matrika (Preglednica 11) ter linearne zveze med tremi zaporednimi ponovitvami Poostrenega Rombergovega Testa (Grafikon 4). Sledi prikaz vrednosti testa zanesljivosti (Preglednica 13) ter ICC vrednosti (Preglednica 14).

Za izračun korelacijskih zvez med tremi spremenljivkami Flamingo Testa smo uporabili Pearsonove Korelacijske koeficiente (Preglednica 11). Razvidna je pozitivna, razmeroma visoka in statistično značilna korelacija med posameznimi spremenljivkami. Za razliko od Poostrenega Rombergovega Testa v Flamingo Testu obstajata le 2 merjenca, ki sta v vseh treh poskusih dosegla najslabši možni rezultat, 6 merjencev v dveh poskusih in 7 merjencev le v enem od treh poskusov. Obstaja torej manjša skupina merjencev, ki jim je Flamingo Test očitno prezahteven. Tovrstne posameznike smo označili s črnimi pikami (Grafikon 4).

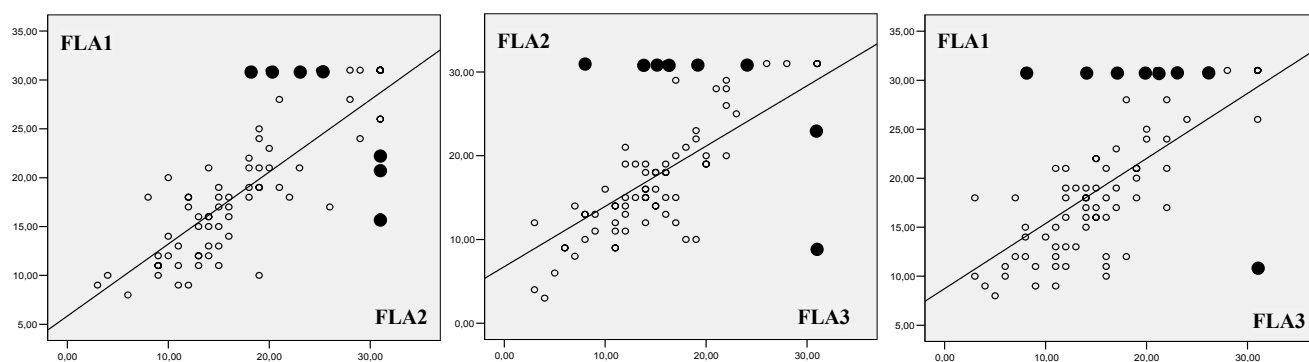
Korelacija

		FLA1	FLA2	FLA3
FLA1	r	1	,788(**)	,644(**)
	Značilnost (2-smerna)		,000	,000
	N	77	77	77
FLA2	r	,788(**)	1	,653(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000		,000
	N	77	77	77
FLA3	r	,644(**)	,653(**)	1
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	
	N	77	77	77

* Korelacija je značilna na nivoju 0.05 (2-smerno).

** Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (2-smerno).

Preglednica 11: Korelacijski koeficienti Flamingo Testa.



Grafikon 4: Linearni odnos med tremi spremenljivkami Flamingo Testa.

Statistična Zanesljivost

Skupna Sredina	17,537
Skupna Varianca	54,083
Prava Varianca	35,265
Napaka Variance	18,818
Skupna Korelacija med Skupinami	,648
Zanesljivost Skale	,847
Zanesljivost Skale (Nepriistransko)	,853

Izračunana je kovariacijska matrika in uporabljena v analizi

Preglednica 12: Zanesljivost Flamingo Testa.

Iz Preglednice 12 lahko razberemo razmeroma visoko vrednost testa zanesljivosti (0,847) in ICC vrednost (0,873) (Preglednica 13).

Interklasni Korelacijski Koeficient

	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,696(b)	,593	,782	7,854	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,873(c)	,814	,915	7,854	76,0	152	,000

Dvo-smerni mešani model vpliva, kjer so vplivi ljudi naključni in vplivi meritev fiksni.

a Tip C Interklasnega Korelacijskega Koeficienta.

b Ocenjevalec je isti ne glede na to ali je interakcija vpliva prisotna ali ne.

c Ocena je izračunana z dopuščanjem možnosti odsotnega interakcijskega vpliva, ker drugače ocene ni možno podati.

Preglednica 13: ICC vrednost Flamingo Testa.

6.3 OBČUTLJIVOST IN PONOVLJIVOST TESTA PRD

6.3.1 OSNOVNE SPREMENLJIVKE TESTA PRD

V prvem delu poglavja je predstavljena deskriptivna statistika treh zaporednih ponovitev osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD (Preglednica 14) s podanimi merami centralne tendence (aritmetična sredina in mediana), merami razpršenosti (standardni odklon, varianca, minimum in maksimum) ter koeficientom asimetrije in koničavosti. V nadaljevanju sledi test normalnosti Kolmogorov-Smirnov (Preglednica 15) ter prikaz frekvenčnih histogramov (Grafikon 5) osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD.

Osnovna statistika

		PRD1_1	PRD1_2	PRD1_3	PRD2_1	PRD2_2	PRD2_3
N	Veljavni	77	77	77	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0	0	0	0
\bar{x}		75,7662	76,3896	80,0260	2660,4935	2554,4935	2532,2078
s.e. \bar{x}		2,68797	3,27474	3,62366	67,86806	89,47384	107,77030
M		72,0000	68,0000	76,0000	2480,0000	2409,0000	2398,0000
SO		23,58685	28,73571	31,79746	595,53980	785,12972	945,68057
VAR		556,339	825,741	1011,078	354667,648	616428,674	894311,746
ASIM		1,083	1,670	2,271	1,691	2,668	3,058
s.e.ASIM		,274	,274	,274	,274	,274	,274
KON		1,818	3,918	8,641	3,609	9,674	13,367
s.e.KON		,541	,541	,541	,541	,541	,541
MIN		28,00	29,00	22,00	1607,00	1378,00	1029,00
MAX		156,00	194,00	241,00	4893,00	6313,00	7621,00

		PRD3_1	PRD3_2	PRD3_3	PRD4_1	PRD4_2	PRD4_3
N	Veljavni	77	77	77	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0	0	0	0
\bar{x}		67,8182	77,3506	82,0390	62,5714	67,4805	72,4026
s.e. \bar{x}		3,30903	3,89971	3,93498	2,97560	3,20786	3,11514
M		65,0000	74,0000	80,0000	57,0000	66,0000	72,0000
SO		29,03660	34,21979	34,52933	26,11081	28,14886	27,33528
VAR		843,124	1170,994	1192,275	681,774	792,358	747,217
ASIM		1,143	1,558	1,034	,828	1,129	,502
s.e.ASIM		,274	,274	,274	,274	,274	,274
KON		2,042	5,099	2,155	,449	2,614	-,028
s.e.KON		,541	,541	,541	,541	,541	,541
MIN		19,00	25,00	18,00	20,00	24,00	22,00
MAX		168,00	235,00	210,00	143,00	180,00	148,00

		PRD5_1	PRD5_2	PRD5_3	PRD6_1	PRD6_2	PRD6_3
N	Veljavni	77	77	77	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0	0	0	0
\bar{x}		22,9740	19,7013	18,6494	21,5195	19,6234	17,5325
s.e. \bar{x}		,88794	,98051	1,11425	,98461	,98190	1,08453
M		23,0000	20,0000	18,0000	22,0000	19,0000	16,0000
SO		7,79165	8,60395	9,77748	8,63989	8,61614	9,51672
VAR		60,710	74,028	95,599	74,648	74,238	90,568
ASIM		-,371	,171	,659	,030	,629	,796
s.e.ASIM		,274	,274	,274	,274	,274	,274
KON		-,247	-,410	,867	-,456	1,812	1,287
s.e.KON		,541	,541	,541	,541	,541	,541
MIN		4,00	2,00	1,00	6,00	1,00	1,00
MAX		40,00	40,00	52,00	44,00	53,00	52,00

		PRD7_1	PRD7_2	PRD7_3	PRD8_1	PRD8_2	PRD8_3
N	Veljavni	77	77	77	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0	0	0	0
\bar{x}		10,2286	8,2714	7,6039	8,6766	7,5506	6,4104
s.e. \bar{x}		,45253	,42160	,45093	,43370	,42450	,41866
M		10,1000	8,4000	7,4000	8,8000	7,6000	6,1000
SO		3,97091	3,69950	3,95689	3,80574	3,72497	3,67375
VAR		15,768	13,686	15,657	14,484	13,875	13,496
ASIM		,050	,377	,275	,064	,379	,490
s.e.ASIM		,274	,274	,274	,274	,274	,274
KON		-,242	,405	-,467	-,941	-,114	-,037
s.e.KON		,541	,541	,541	,541	,541	,541
MIN		1,30	1,30	,50	1,60	,20	,20
MAX		20,70	19,80	17,90	16,10	17,30	16,30

Preglednica 14: Deskriptivna statistika osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD.

Iz Preglednice 14 so razvidni visoki koeficienti asimetrije (v primerjavi s Poostrenim Rombergovim Testom) v drugi in tretji ponovitvi spremenljivke PRD1, vseh treh ponovitvah spremenljivke PRD2 ter v drugi ponovitvi spremenljivke PRD3. Glede na pozitivne vrednosti koeficienta lahko sklepamo na desno asimetrijo omenjenih spremenljivk. Razvidno je tudi večanje aritmetične sredine v spremenljivki PRD1, PRD3 in PRD4 Testa PRD ter večanje standardnega odklona od spremenljivke PRD1 do vključno spremenljivke PRD6 Testa PRD. Predvsem višanje aritmetične sredine kaže na neustaljenost rezultatov skozi posamezne ponovitve, zato bi bilo smiselno razmisliti o večjem številu ponovitev ali poskusnih serijah.

Enosmerni Test Kolmogorov-Smirnov

		PRD1_1	PRD1_2	PRD1_3	PRD2_1	PRD2_2	PRD2_3
N		77	77	77	77	77	77
Parametri	\bar{x}	75,7662	76,3896	80,0260	2660,4935	2554,4935	2532,2078
Normalnosti (a,b)	SO	23,58685	28,73571	31,79746	595,53980	785,12972	945,68057
Ekstremne Razlike	Abolutno	,119	,135	,173	,153	,180	,180
	Pozitivno	,119	,135	,173	,153	,180	,180
	Negativno	-,078	-,111	-,103	-,102	-,131	-,141
Kolmogorov-Smirnov Z		1,048	1,182	1,516	1,343	1,582	1,576
Statistična Značilnost (2-smerna)		,222	,122	,020	,054	,013	,014

a Testna distribucija je Normalna.

b Računano iz podatkov.

		PRD3_1	PRD3_2	PRD3_3	PRD4_1	PRD4_2	PRD4_3
N		77	77	77	77	77	77
Parametri	\bar{x}	67,8182	77,3506	82,0390	62,5714	67,4805	72,4026
Normalnosti (a,b)	SO	29,03660	34,21979	34,52933	26,11081	28,14886	27,33528
Ekstremne Razlike	Abolutno	,097	,129	,087	,104	,096	,081
	Pozitivno	,097	,129	,087	,104	,096	,081
	Negativno	-,063	-,063	-,058	-,056	-,061	-,041
Kolmogorov-Smirnov Z		,849	1,131	,762	,912	,842	,713
Statistična Značilnost (2-smerna)		,467	,155	,608	,376	,477	,690

a Testna distribucija je Normalna.

b Računano iz podatkov.

		PRD5_1	PRD5_2	PRD5_3	PRD6_1	PRD6_2	PRD6_3
N		77	77	77	77	77	77
Parametri	\bar{x}	22,9740	19,7013	18,6494	21,5195	19,6234	17,5325
Normalnosti (a,b)	SO	7,79165	8,60395	9,77748	8,63989	8,61614	9,51672
Ekstremne Razlike	Abolutno	,113	,071	,074	,085	,075	,114
	Pozitivno	,057	,071	,074	,085	,075	,114
	Negativno	-,113	-,046	-,046	-,068	-,051	-,042
Kolmogorov-Smirnov Z		,991	,625	,652	,743	,657	1,001
Statistična Značilnost (2-smerna)		,280	,829	,789	,639	,782	,269

a Testna distribucija je Normalna.

b Računano iz podatkov.

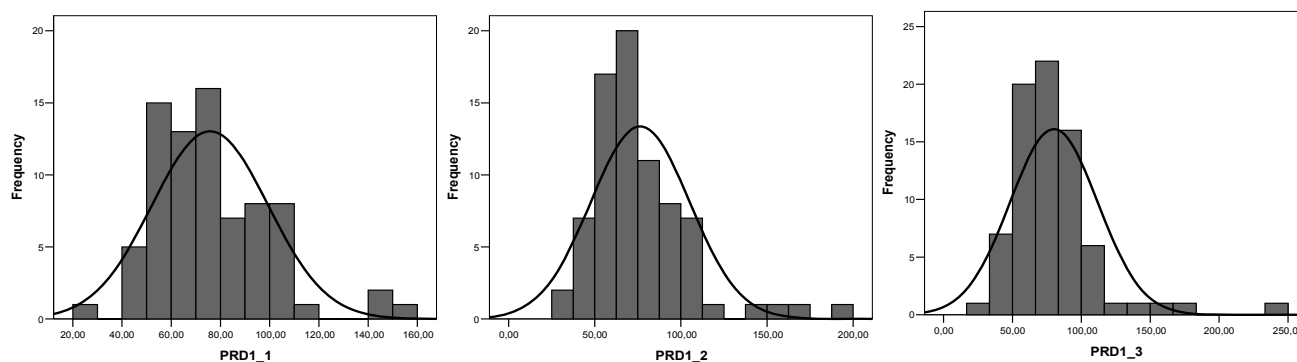
		PRD7_1	PRD7_2	PRD7_3	PRD8_1	PRD8_2	PRD8_3
N		77	77	77	77	77	77
Parametri	\bar{x}	10,2286	8,2714	7,6039	8,6766	7,5506	6,4104
Normalnosti (a,b)	SO	3,97091	3,69950	3,95689	3,80574	3,72497	3,67375
Ekstremne Razlike	Abolutno	,050	,068	,069	,089	,065	,054
	Pozitivno	,038	,068	,069	,089	,065	,054
	Negativno	-,050	-,067	-,036	-,071	-,045	-,045
Kolmogorov-Smirnov Z		,436	,601	,609	,780	,570	,475
Statistična Značilnost (2-smerna)		,991	,863	,852	,576	,902	,978

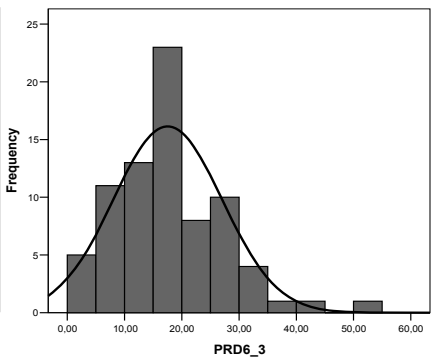
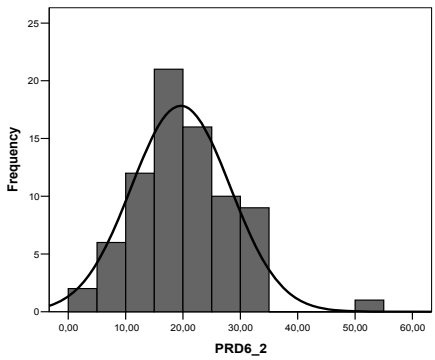
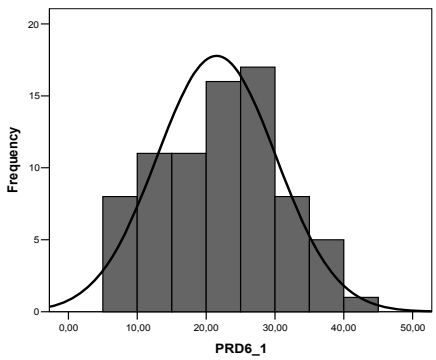
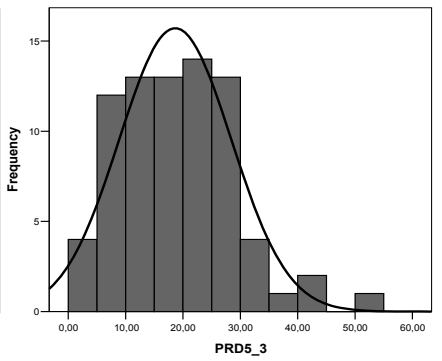
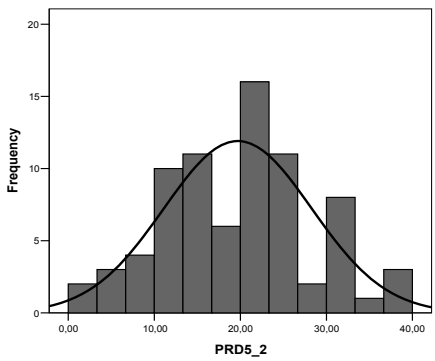
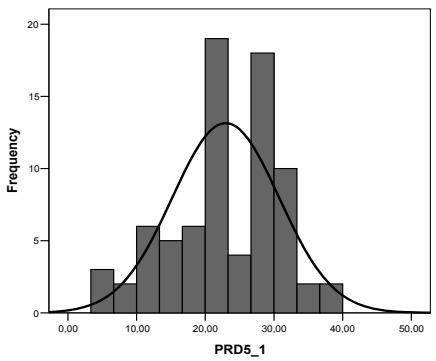
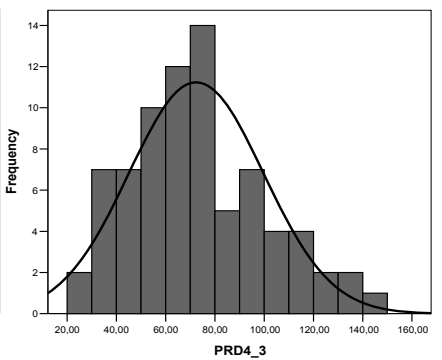
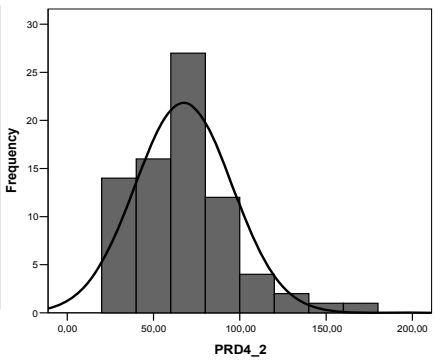
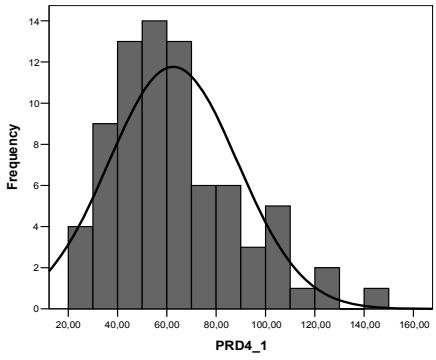
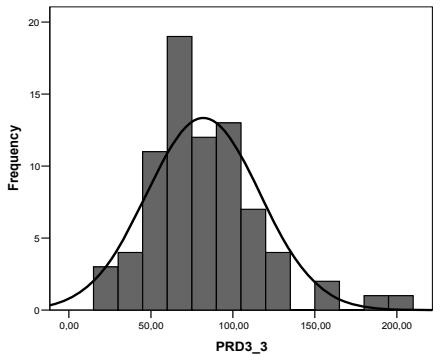
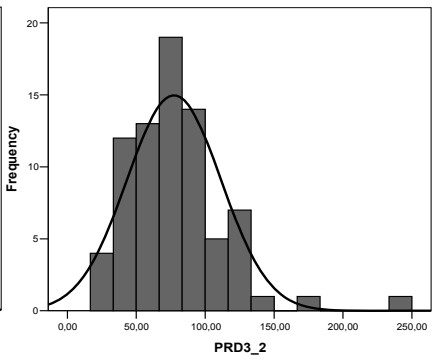
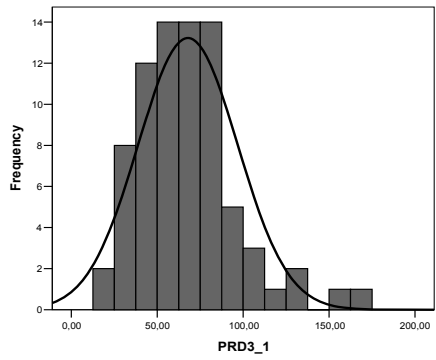
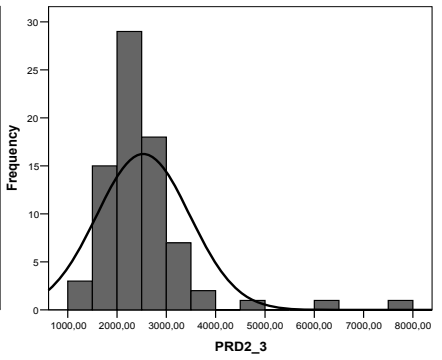
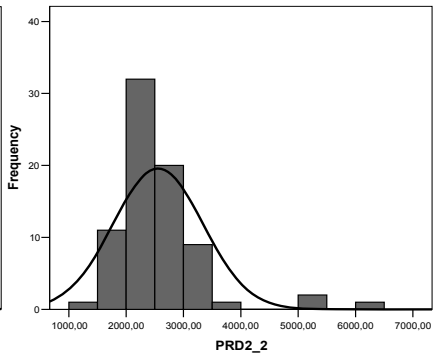
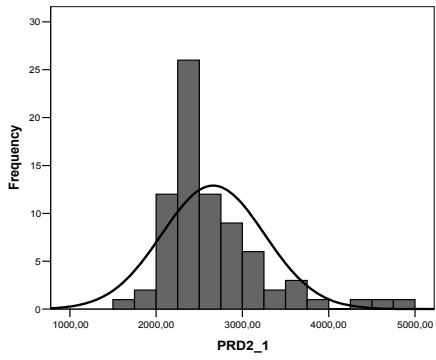
a Testna distribucija je Normalna.

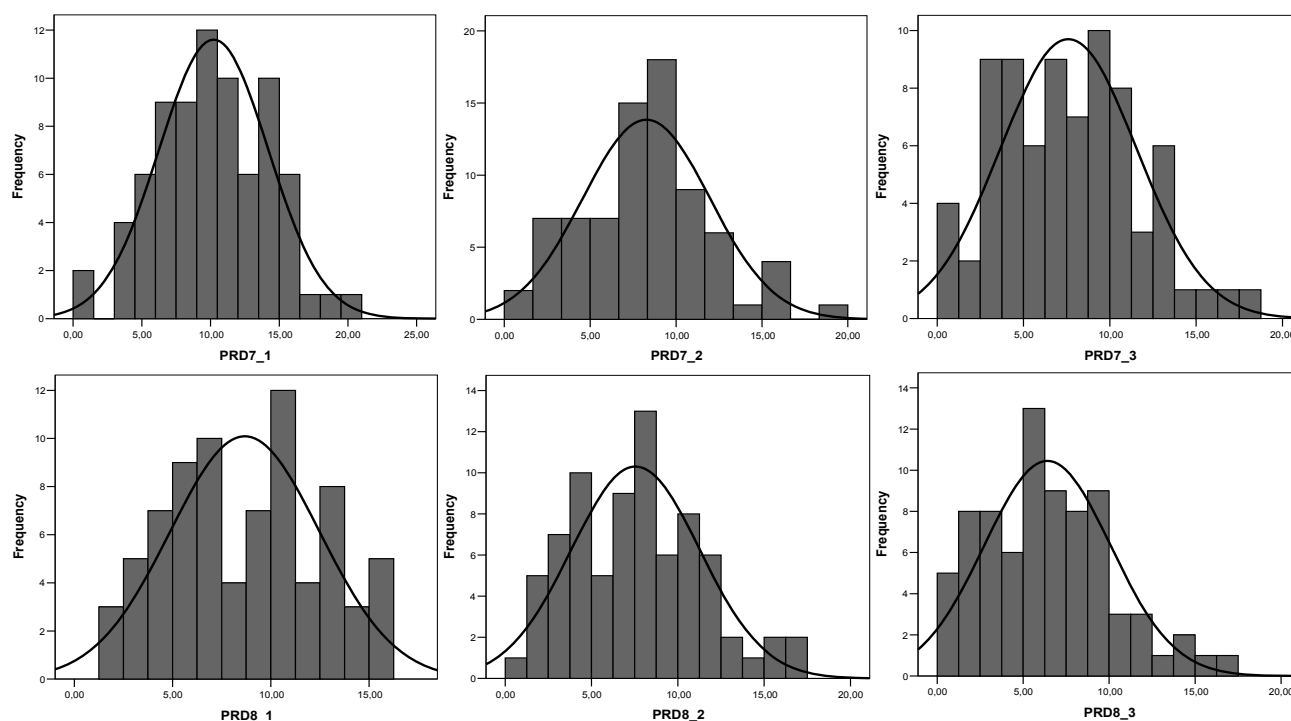
b Računano iz podatkov.

Preglednica 15: Test normalnosti porazdelitve osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD.

Test normalnosti porazdelitve kaže statistično pomembno odstopanje ($p < 0,05$) od normalne porazdelitve le pri prvi ponovitvi spremenljivke PRD1 ter pri vseh treh ponovitvah spremenljivke PRD2 (Preglednica 15), vendar iz Grafikona 5 ni zaznati izrazite desne asimetrije.







Grafikon 5: Frekvenčna porazdelitev osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD.

Nobeden izmed merjenih osnovnih spremenljivk Testa PRD ne nakazuje grupiranja merjencev v prvi rang podatkov (Grafikon 5). Pri večini merjenih osnovnih spremenljivk frekvenca enakomerno narašča do aritmetične sredine in nato postopno upada, pri vsaki spremenljivki pa je zaznati kar nekaj ekstremnih vrednosti.

V drugem delu poglavja je predstavljena korelacijska tabela (Preglednica 16) ter linearne zveze med tremi zaporednimi ponovitvami osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD (Grafikon 6). Sledi prikaz vrednosti testa zanesljivosti (Preglednica 18) ter ICC vrednosti (Preglednica 19).

Za izračun korelacijskih zvez osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD smo uporabili Pearsonove Korelacijske koeficiente (Preglednica 16). Razvidna je pozitivna, visoka in statistično značilna korelacija med posameznimi spremenljivkami.

Korelacija

Spremenljivka Testa PRD		P1 / P2	P2 / P3	P1 / P3
PRD1	r	,689(**)	,887(**)	,650(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD2	r	,582(**)	,910(**)	,498(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD3	r	,732(**)	,719(**)	,717(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD4	r	,707(**)	,676(**)	,545(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD5	r	,766(**)	,814(**)	,722(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD6	r	,708(**)	,787(**)	,659(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD7	r	,738(**)	,852(**)	,806(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD8	r	,720(**)	,798(**)	,761(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000

** Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (2-smerno).

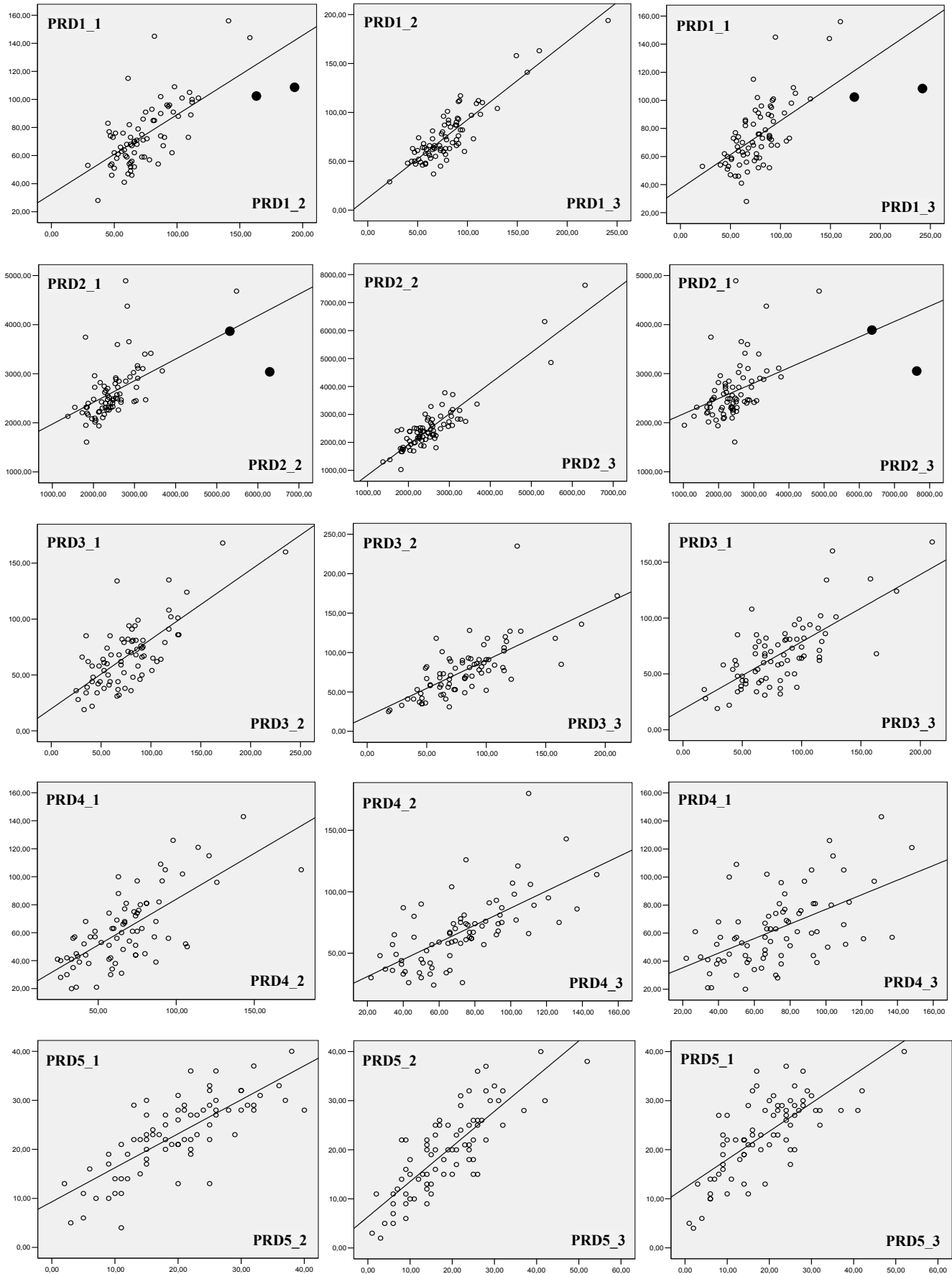
P1 ponovitev 1

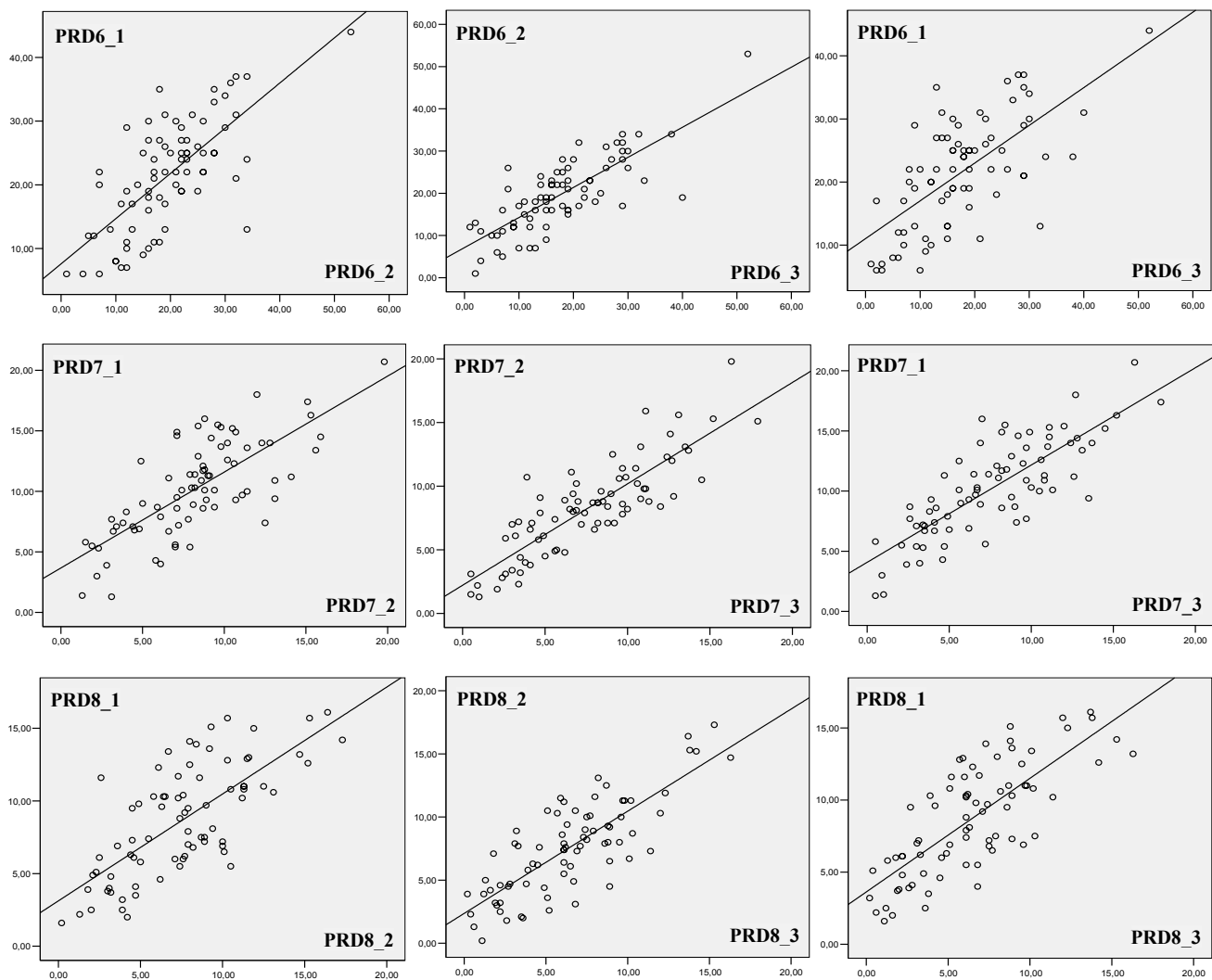
P2 ponovitev 2

P3 ponovitev 3

Preglednica 16: Korelacijski koeficienti osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD.

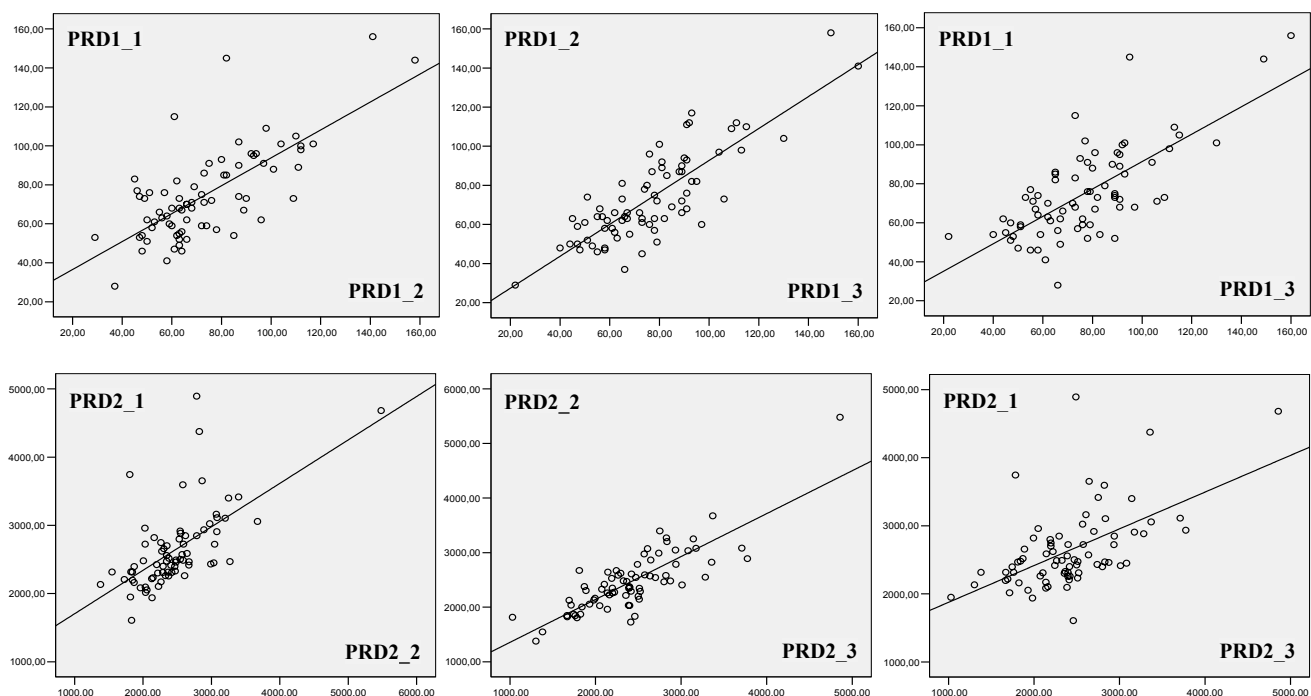
Iz pregleda Pearsonovih korelacijskih koeficientov osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD (Preglednica 16) lahko vidimo, da se izračunane vrednosti statistične spremenljivke gibljejo med 49,8 % in 91 %. Povprečne vrednosti kažejo, da je najnižja raven povezanosti med P1 in P3 (66,85 %), največja pa med P2 in P3 (79,88 %). Raven povezanosti med P1 in P2 znaša 70,525 %. Najnižja raven povezanosti med P1 in P3 ter večanje aritmetičnih sredin pri nekaterih spremenljivkah nakazuje na efekt učenja.





Grafikon 6: Linearni odnos osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD.

Iz Grafikona 6 je razvidno, da so med prvo ter drugo in prvo ter tretjo ponovitvijo spremenljivke PRD1 ter spremenljivke PRD2 linearne zveze rezultatov slabše od pričakovanih. Merjenca, ki v največji meri vplivata na nižjo korelacijo, sta označena s črno piko. Pregled surovih podatkov pokaže, da gre za ista merjenca, ki sta v prvem poskusu dosegla bistveno boljši rezultat kot v preostalih dveh. To pojasnjuje tudi boljše linearno ujemanje in višji korelacijski koeficient med drugo in tretjo ponovitvijo spremenljivke PRD1 in PRD2. Iz Preglednice 16 je razvidno, da so Pearsonovi korelacijski koeficienti med prvo ter drugo in prvo ter tretjo ponovitvijo spremenljivke PRD1 ter PRD2 med najnižjimi izračunanimi vrednostmi. Zato smo napravili izbris obeh merjencev z namenom izračuna korelacijskih zvez, ki so boljši odraz celotnega vzorca merjencev.



Grafikon 7: Linearni odnos spremenljivke PRD1 ter PRD2 po izbrisnem kriteriju.

Kot kaže Preglednica 17 se vrednosti Pearsonovih korelacijskih koeficientov bistveno spremenijo pri spremenljivki PRD1 in PRD2, na ostale spremenljivke Testa PRD pa izbris dveh merjencev nima večjega vpliva.

Korelacija

Spremenljivke Testa PRD		P1 / P2	P2 / P3	P1 / P3
PRD1	r	,719(**)	,824(**)	,712(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD2	r	,627(**)	,821(**)	,555(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000
PRD3	r	,742(**)	,714(**)	,730(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000
PRD4	r	,720(**)	,672(**)	,575(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000
PRD5	r	,749(**)	,806(**)	,704(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000
PRD6	r	,721(**)	,726(**)	,656(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000
PRD7	r	,740(**)	,859(**)	,801(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000
PRD8	r	,719(**)	,788(**)	,753(**)
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000

** Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (2-smerno).

P1 ponovitev 1

P2 ponovitev 2

P3 ponovitev 3

Preglednica 17: Korelacijski koeficienti osmih osnovnih spremenljivk Testa PRD po izbristem kriteriju.

Statistična Zanesljivost

	PRD1	PRD2	PRD3	PRD4	PRD5	PRD6	PRD7	PRD8
Skupna Sredina	77,394	2582,398	75,736	67,485	20,442	19,558	8,701	7,546
Skupna Varianca	801,248	624934,898	1103,806	756,559	80,170	82,469	16,278	14,808
Prava Varianca	589,110	410712,223	751,720	471,814	56,828	56,106	11,408	10,205
Napaka Variance	212,139	214222,675	352,087	284,745	23,342	26,364	4,869	4,603
Skupna Korelacija med Skupinami	,732	,653	,677	,619	,706	,677	,698	,686
Zanesljivost Skale	,891	,849	,863	,830	,878	,863	,874	,868
Zanesljivost Skale (Nepriistransko)	,895	,855	,868	,836	,883	,868	,879	,873

Izračunana je kovariacijska matrika in uporabljena v analizi.

Preglednica 18: Zanesljivost Testa PRD.

Test zanesljivosti Testa PRD (Preglednica 18) pokaže visoke in predvsem konstantne vrednosti, ki se gibljejo med 0,830 in 0,891. Enak trend kažejo tudi ICC vrednosti (Preglednica 19), ki se gibljejo v razponu med 0,853 ter 0,922.

Interklasni Korelacijski Koeficient

PRD1	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,737(b)	,645	,814	9,420	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,894(c)	,845	,929	9,420	76,0	152	,000
PRD2	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,659(b)	,549	,754	6,787	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,853(c)	,785	,902	6,787	76,0	152	,000
PRD3	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,716(b)	,618	,798	8,564	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,883(c)	,829	,922	8,564	76,0	152	,000
PRD4	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,643(b)	,531	,742	6,414	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,844(c)	,772	,896	6,414	76,0	152	,000
PRD5	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,759(b)	,672	,830	10,454	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,904(c)	,860	,936	10,454	76,0	152	,000
PRD6	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,716(b)	,618	,798	8,557	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,883(c)	,829	,922	8,557	76,0	152	,000
PRD7	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,797(b)	,721	,858	12,800	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,922(c)	,886	,948	12,800	76,0	152	,000

PRD8	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,759(b)	,672	,830	10,447	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,904(c)	,860	,936	10,447	76,0	152	,000

Dvo-smerni mešani model vpliva, kjer so vplivi ljudi naključni in vplivi meritev fiksni.

a Tip C Interklasnega Korelacijskega Koeficienta.

b Ocenjevalec je isti ne glede na to ali je interakcija vpliva prisotna ali ne.

c Ocena je izračunana z dopuščanjem možnosti odsotnega interakcijskega vpliva, ker drugače ocene ni možno podati.

Preglednica 19: ICC vrednosti Testa PRD.

6.3.2 VIŠJE SPREMENLJIVKE TESTA PRD

V prvem delu poglavja je predstavljena deskriptivna statistika treh zaporednih ponovitev šestih višjih spremenljivk Testa PRD (Preglednica 20) s podanimi merami centralne tendence (aritmetična sredina in mediana), merami razpršenosti (standardna deviacija, varianca, minimum in maksimum) ter koeficientom asimetrije in koničavosti. V nadaljevanju sledi test normalnosti Kolmogorov-Smirnov (Preglednica 21) ter prikaz frekvenčnih histogramov (Grafikon 8) šestih višjih spremenljivk Testa PRD.

Osnovna statistika

		PRD9_1	PRD9_2	PRD9_3	PRD10_1	PRD10_2	PRD10_3
N	Veljavni	77	77	77	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0	0	0	0
\bar{x}		41,0948	44,1779	45,9857	11,3431	9,4932	8,4086
s.e. \bar{x}		,80104	,78186	,78678	,48062	,46911	,47207
M		40,3000	43,9000	45,8000	11,8200	9,6600	8,5200
SO		7,02907	6,86075	6,90396	4,21744	4,11645	4,14238
VAR		49,408	47,070	47,665	17,787	16,945	17,159
ASIM		,084	-,118	-,295	-,084	,118	,295
s.e.ASIM		,274	,274	,274	,274	,274	,274
KON		-,598	-,237	-,103	-,598	-,237	-,103
s.e.KON		,541	,541	,541	,541	,541	,541
MIN		24,30	27,60	26,80	2,34	1,02	,54
MAX		56,10	58,30	59,10	21,42	19,44	19,92

		PRD11_1	PRD11_2	PRD11_3	PRD12_1	PRD12_2	PRD12_3
N	Veljavni	77	77	77	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0	0	0	0
\bar{x}		66,2887	59,2451	56,6367	3,1113	3,2241	3,3075
s.e. \bar{x}		1,97663	2,42676	2,92157	,09944	,11792	,10612
M		65,3525	54,6039	53,2580	3,0695	3,1261	3,2558
SO		17,34483	21,29473	25,63670	,87254	1,03473	,93121
VAR		300,843	453,466	657,241	,761	1,071	,867
ASIM		1,457	2,700	3,458	,825	1,480	,646
s.e.ASIM		,274	,274	,274	,274	,274	,274
KON		3,649	9,958	15,973	,945	3,953	1,020
s.e.KON		,541	,541	,541	,541	,541	,541
MIN		41,34	32,48	23,93	1,75	1,52	1,49
MAX		135,78	160,94	198,81	6,13	7,28	6,54

		PRD13_1	PRD13_2	PRD13_3	PRD14_1	PRD14_2	PRD14_3
N	Veljavni	77	77	77	77	77	77
	Manjkajoči	0	0	0	0	0	0
\bar{x}		2,4649	2,6303	2,7740	1,8422	1,7304	1,7439
s.e. \bar{x}		,06665	,08584	,10153	,05588	,07367	,08175
M		2,4481	2,4607	2,5600	1,7547	1,5723	1,6180
SO		,58488	,75325	,89093	,49032	,64648	,71732
VAR		,342	,567	,794	,240	,418	,515
ASIM		,374	,524	,590	1,817	3,006	3,535
s.e.ASIM		,274	,274	,274	,274	,274	,274
KON		,034	,298	,264	4,283	11,530	15,950
s.e.KON		,541	,541	,541	,541	,541	,541
MIN		1,29	,94	,72	1,13	1,05	,82
MAX		4,10	4,68	5,22	3,64	4,92	5,41

Preglednica 20: Deskriptivna statistika šestih višjih spremenljivk Testa PRD.

Iz Preglednice 20 so razvidni visoki koeficienti asimetrije (v primerjavi s Poostrenim Rombergovim Testom) v spremenljivki PRD11 in PRD14 Testa PRD. Glede na pozitivne vrednosti koeficienta lahko sklepamo na desno asimetrijo omenjenih spremenljivk. Test normalnosti porazdelitve je zaznal statistično pomembno odstopanje ($p < 0,05$) od normalne porazdelitve pri drugi in tretji ponovitvi spremenljivke PRD11 Testa PRD (Preglednica 21) ter pri vseh treh ponovitvah spremenljivke PRD14, vendar iz Grafikona 8 ni razvidne izrazite desne asimetrije.

Enosmerni Test Kolmogorov-Smirnov

		PRD9_1	PRD9_2	PRD9_3	PRD10_1	PRD10_2	PRD10_3
N		77	77	77	77	77	77
Parametri Normalnosti (a,b)	\bar{x}	41,0948	44,1779	45,9857	11,3431	9,4932	8,4086
	SO	7,02907	6,86075	6,90396	4,21744	4,11645	4,14238
Ekstremne Razlike	Abolutno	,068	,066	,065	,068	,066	,065
	Pozitivno	,057	,066	,044	,068	,052	,065
	Negativno	-,068	-,052	-,065	-,057	-,066	-,044
Kolmogorov-Smirnov Z		,598	,576	,570	,598	,576	,570
Statistična Značilnost (2-smerna)		,867	,894	,901	,867	,894	,901

a Testna distribucija je Normalna.

b Računano iz podatkov.

		PRD11_1	PRD11_2	PRD11_3	PRD12_1	PRD12_2	PRD12_3
N		77	77	77	77	77	77
Parametri Normalnosti (a,b)	\bar{x}	66,2887	59,2451	56,6367	3,1113	3,2241	3,3075
	SO	17,34483	21,29473	25,63670	,87254	1,03473	,93121
Ekstremne Razlike	Abolutno	,097	,174	,183	,097	,138	,079
	Pozitivno	,097	,174	,183	,097	,138	,079
	Negativno	-,075	-,110	-,154	-,059	-,060	-,037
Kolmogorov-Smirnov Z		,848	1,524	1,607	,852	1,208	,694
Statistična Značilnost (2-smerna)		,469	,019	,011	,462	,108	,721

a Testna distribucija je Normalna.

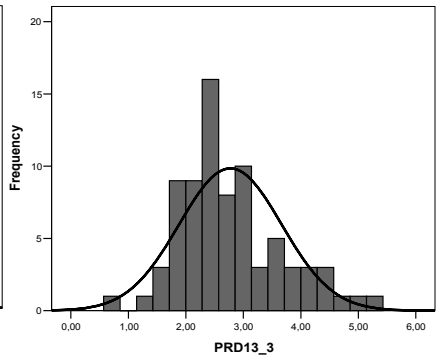
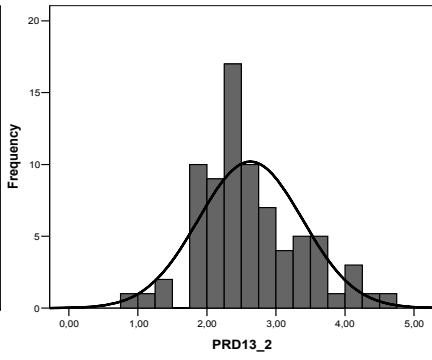
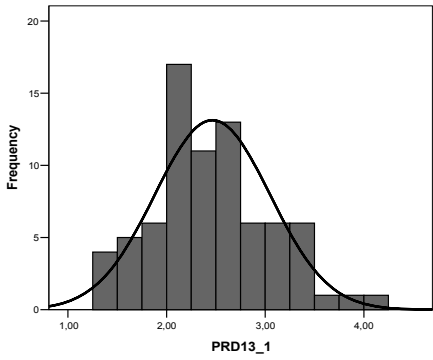
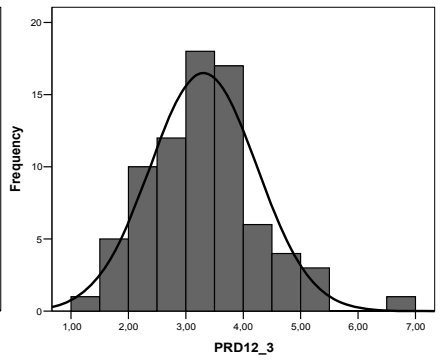
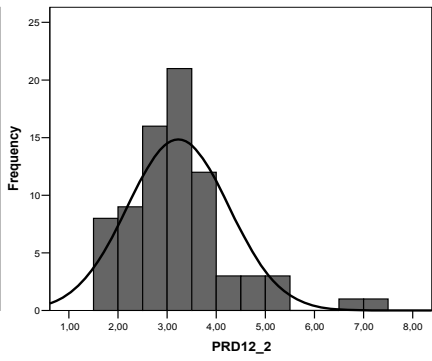
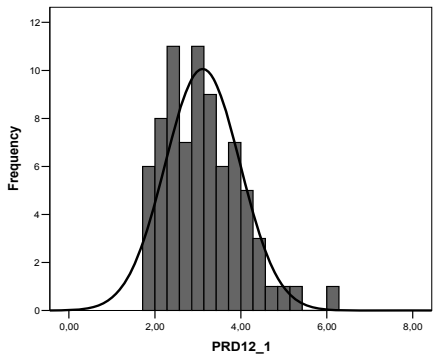
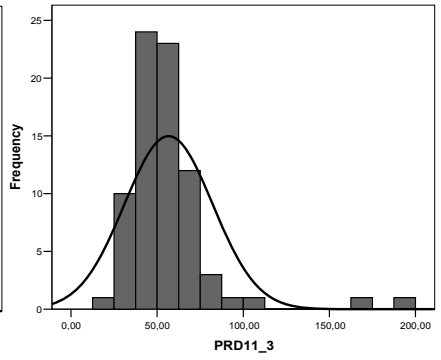
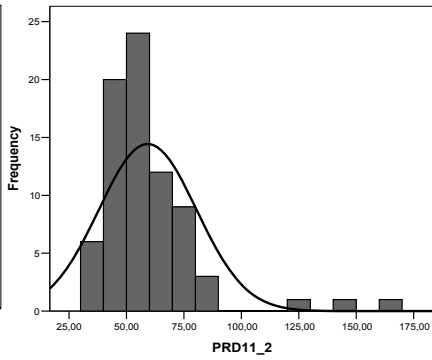
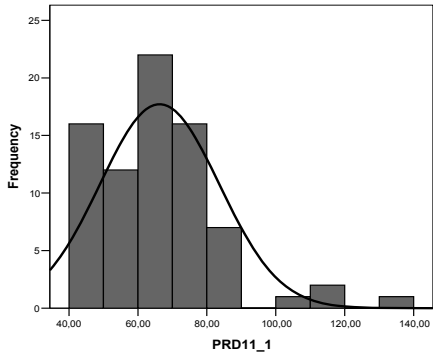
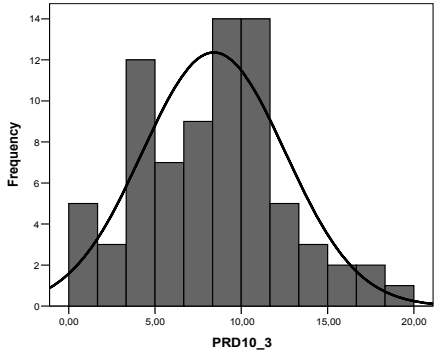
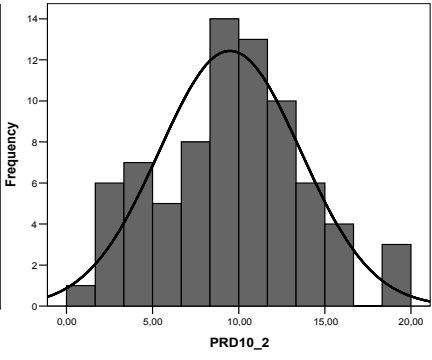
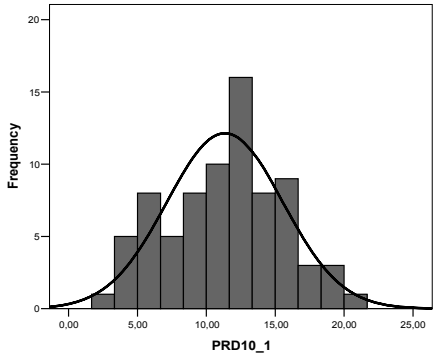
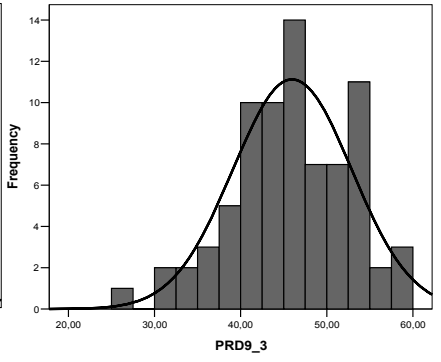
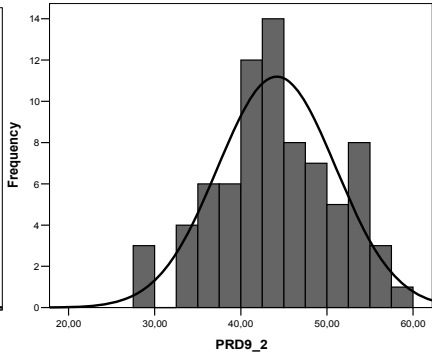
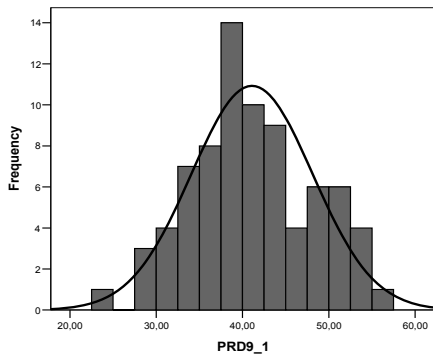
b Računano iz podatkov.

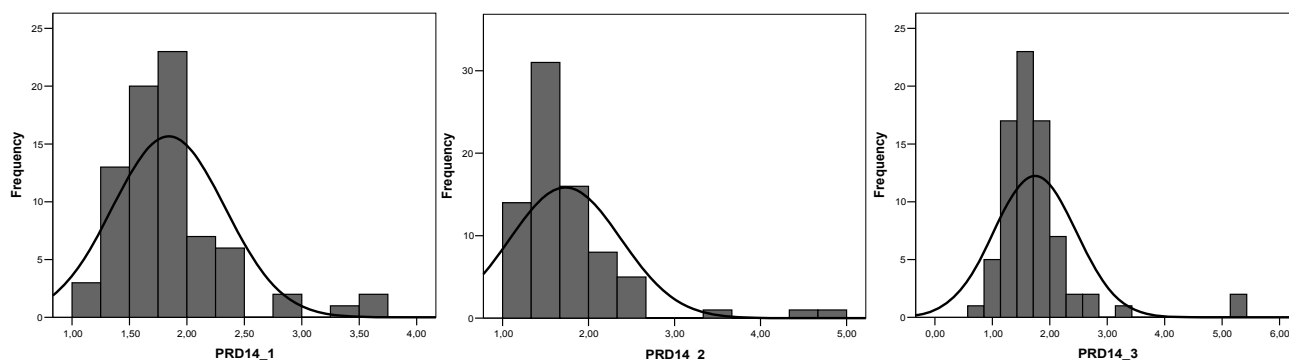
		PRD13_1	PRD13_2	PRD13_3	PRD14_1	PRD14_2	PRD14_3
N		77	77	77	77	77	77
Parametri Normalnosti (a,b)	\bar{x}	2,4649	2,6303	2,7740	1,8422	1,7304	1,7439
	SO	,58488	,75325	,89093	,49032	,64648	,71732
Ekstremne Razlike	Abolutno	,068	,106	,102	,159	,198	,218
	Pozitivno	,068	,106	,102	,159	,198	,218
	Negativno	-,046	-,080	-,064	-,089	-,147	-,141
Kolmogorov-Smirnov Z		,601	,930	,897	1,398	1,739	1,913
Statistična Značilnost (2-smerna)		,863	,353	,397	,040	,005	,001

a Testna distribucija je Normalna.

b Računano iz podatkov.

Preglednica 21: Test normalnosti porazdelitve šestih višjih spremenljivk Testa PRD.





Grafikon 8: Frekvenčna porazdelitev šestih višjih spremenljivk Testa PRD.

Nobeden izmed šestih višjih spremenljivk Testa PRD ne nakazuje grupiranja merjencev v prvi rang podatkov (Grafikon 8). Pri večini merjenih spremenljivk frekvenca enakomerno narašča do aritmetične sredine in nato postopno upada, pri nekaterih spremenljivkah pa je opaznih kar nekaj ekstremnih vrednosti.

V drugem delu poglavja je predstavljena korelacijska tabela (Preglednica 22) ter linearne zveze med tremi zaporednimi ponovitvami osmih višjih spremenljivk Testa PRD (Grafikon 9). Sledi prikaz vrednosti testa zanesljivosti (Preglednica 23) ter ICC vrednosti (Preglednica 24).

Za izračun korelacijskih zvez šestih višjih spremenljivk Testa PRD smo uporabili Pearsonove Korelacijske koeficiente (Preglednica 22). Razvidna je pozitivna, visoka in statistično značilna korelacija med posameznimi spremenljivkami.

Korelacija

Spremenljivka Testa PRD		P1 / P2	P2 / P3	P1 / P3
PRD1	r	,815(**)	,905(**)	,864(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD2	r	,815(**)	,905(**)	,864(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD3	r	,681(**)	,924(**)	,636(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD4	r	,713(**)	,766(**)	,537(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD5	r	,716(**)	,794(**)	,636(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000
PRD6	r	,661(**)	,903(**)	,604(**)
	Značilnost (2-smerna)	,000	,000	,000

** Korelacija je značilna na nivoju 0.01 (2-smerno).

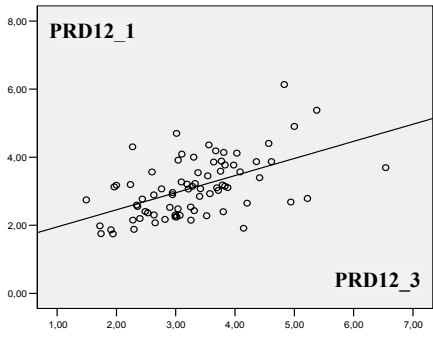
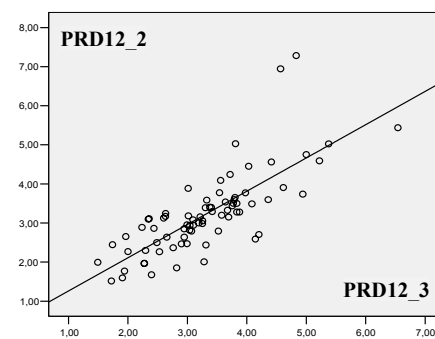
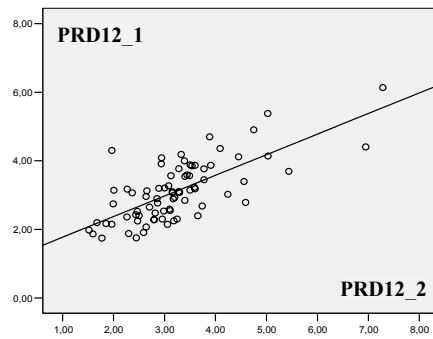
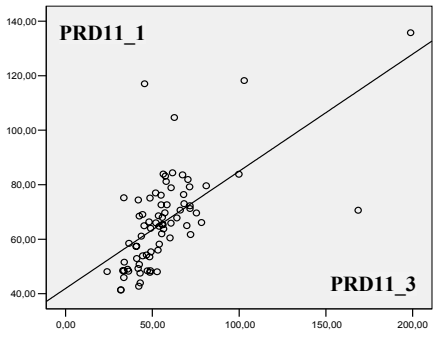
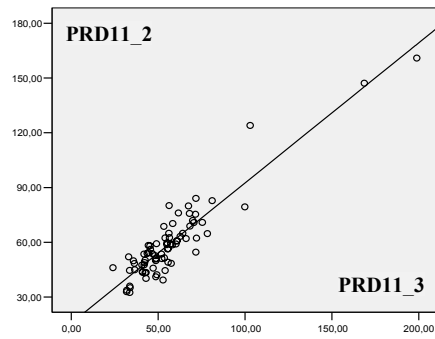
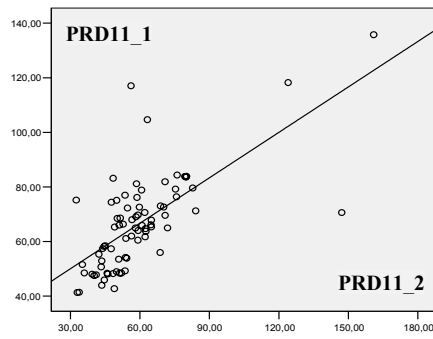
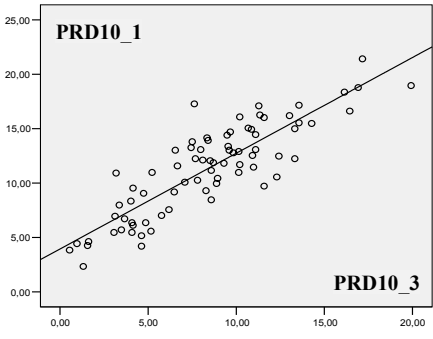
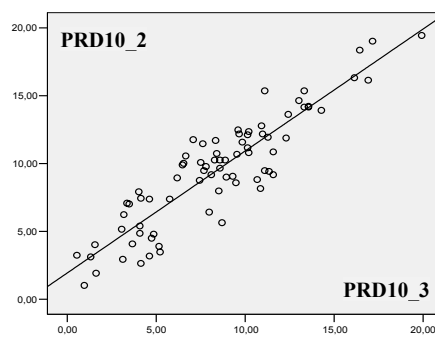
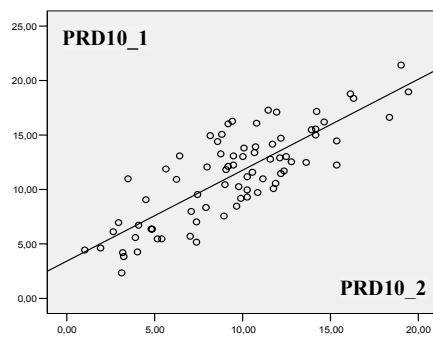
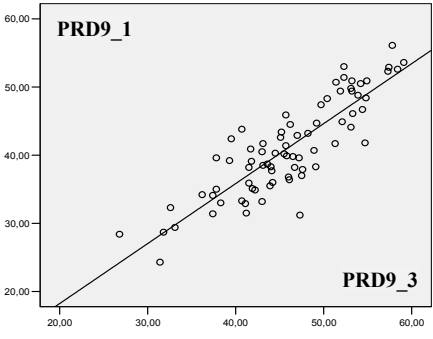
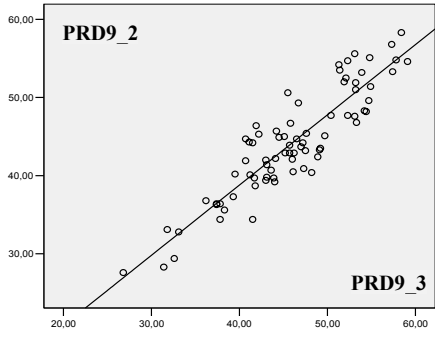
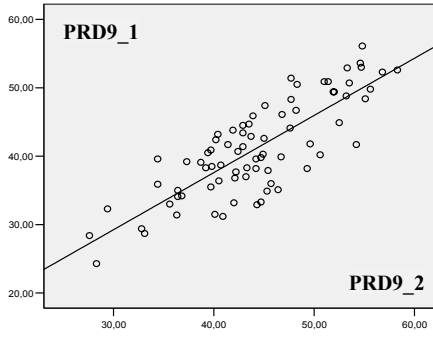
P1 ponovitev1

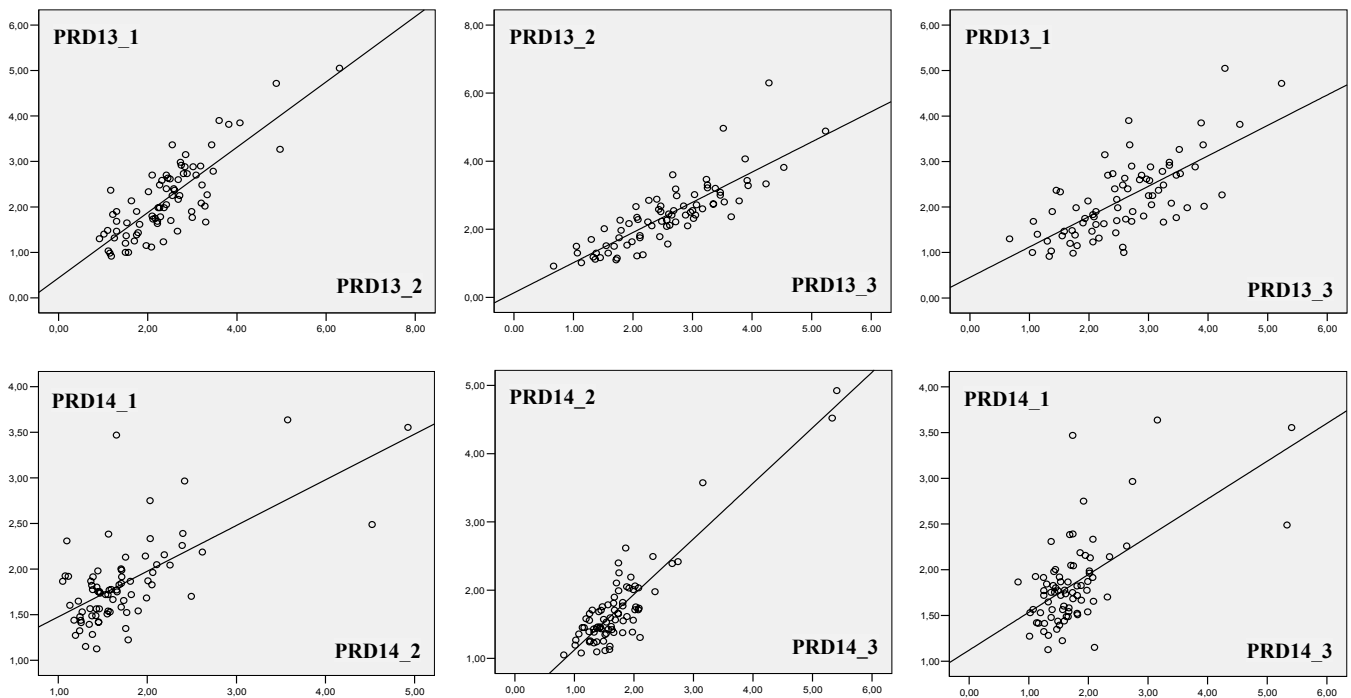
P2 ponovitev2

P3 ponovitev3

Preglednica 22: Korelacijski koeficienti šestih višjih spremenljivk Testa PRD.

Iz pregleda Pearsonovih korelacijskih koeficientov šestih višjih spremenljivk Testa PRD (Preglednica 22) lahko vidimo, da se izračunane vrednosti statistične spremenljivke gibljejo med 60,4 % in 92,4 %. Povprečne vrednosti kažejo, da je najnižja raven povezanosti med P1 in P3 (69,2 %), najvišja pa med P2 in P3 (86,6 %). Raven povezanosti med P1 in P2 znaša 73,5 %.





Grafikon 9: Linearni odnos med šestimi višjimi spremenljivkami Testa PRD.

Iz Grafikona 9 je razvidno, da so linearne zveze med vsemi višjimi spremenljivkami dobre in odražajo izračunane vrednosti Pearsonovih korelacijskih koeficientov, podanih v Preglednici 22.

Statistična Zanesljivost

	PRD9	PRD10	PRD11	PRD12	PRD13	PRD14
Skupna Sredina	43,753	9,748	43,040	2,387	2,623	1,290
Skupna Varianca	52,125	18,765	173,593	,839	,584	,223
Prava Varianca	39,413	14,189	114,087	,625	,388	,164
Napaka Variance	12,711	4,576	59,506	,214	,196	,059
Skupna Korelacija med Skupinami	,754	,754	,653	,742	,660	,732
Zanesljivost Skale	,902	,902	,872	,856	,853	,880
Zanesljivost Skale (Nepriistransko)	,906	,906	,855	,900	,859	,895

Izračunana je kovariacijska matrika in uporabljena v analizi

Preglednica 23: Test zanesljivosti šestih višjih spremenljivk Testa PRD.

Test zanesljivosti Testa PRD (Preglednica 23) pokaže visoke in predvsem konstantne vrednosti, ki se gibljejo med 0,853 in 0,902. Enak trend kažejo tudi ICC vrednosti (Preglednica 24), ki se gibljejo v razponu med 0,861 ter 0,949.

Interklasni Korelacijski Koeficient

PRD9	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,861(b)	,805	,904	19,571	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,949(c)	,925	,966	19,571	76,0	152	,000
PRD10	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,861(b)	,805	,904	19,571	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,949(c)	,925	,966	19,571	76,0	152	,000
PRD11	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,736(b)	,643	,813	9,357	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,893(c)	,844	,929	9,357	76,0	152	,000
PRD12	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,673(b)	,566	,765	7,185	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,861(c)	,797	,907	7,185	76,0	152	,000
PRD13	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,693(b)	,590	,780	7,762	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,871(c)	,812	,914	7,762	76,0	152	,000
PRD14	ICC (a)	95% Interval Zaupanja		F Test s Pravo Vrednostjo 0			
		Spodnja Meja	Zgornja Meja	Vrednost	df1	df2	Značilnost
Posamezne Meritve	,717(b)	,619	,798	8,588	76,0	152	,000
Povprečje Meritev	,884(c)	,830	,922	8,588	76,0	152	,000

Dvo-smerni mešani model vpliva, kjer so vplivi ljudi naključni in vplivi meritev fiksni.

a Tip C Interklasnega Korelacijskega Koeficienta.

b Ocenjevalec je isti ne glede na to ali je interakcija vpliva prisotna ali ne.

c Ocena je izračunana z dopuščanjem možnosti odsotnega interakcijskega vpliva, ker drugače ocene ni možno podati.

Preglednica 24: ICC vrednosti šestih višjih spremenljivk testa PRD.

V tretjem delu poglavja je predstavljenih vseh 14 spremenljivk (8 osnovnih in 6 višjih) Testa PRD treh merjencev, ki se razlikujejo po kvaliteti izvedbe ravnotežne naloge. Iz Preglednice 25 lahko razberemo visoke vrednosti aktivnega časa, ki v povprečju znaša 56,4 s; odstotek časa na robovih pa v povprečju znaša 5,9 s. Za merjenca 1 je značilna tudi visoka povprečna kotna hitrost, frekvenca sprememb smeri ter vrednost spremenljivke PRD13 v prvi ponovitvi Testa PRD. Merjenec 2 dosega visoke vrednosti aktivnega časa in majhen odstotek časa na robovih, vendar je njegova povprečna

kotna hitrost, frekvenca sprememb smeri ter vrednost spremenljivke PRD13 manjša v primerjavi z merjencem 1 (Preglednica 26).

	P1	P2	P3		P1	P2	P3				
PRD9 (T_a)	52,6	58,3	58,4	T	60	60	60				
PRD10 ($\%T_p$)	12,33	2,83	2,67	PRD7 (čas levo)	5,8	1,5	0,5	Σ	7,4	1,7	1,6
				PRD8 (čas desno)	1,6	0,2	1,1				
PRD11 (ω)	83,2	48,4	57,5	PRD2 (skupni kot)	4375	2823	3357				
PRD12 (γ_s)	5,38	5	5,4	PRD3 (spremembe levo)	168	172	210	Σ	283	293	314
				PRD4 (spremembe desno)	115	121	104				
PRD13	2,57	1,76	3,13	PRD5 (dotiki levo)	13	2	3	Σ	19	3	5
				PRD6 (dotiki desno)	6	1	2				
PRD14	3	2,4	2,7	PRD1	156	141	160				

Preglednica 25: Vseh 14 spremenljivk Testa PRD merjenca 1.

	P1	P2	P3		P1	P2	P3				
PRD9 (T_a)	53	54,7	52,3	T	60	60	60				
PRD10 ($\%T_p$)	11,67	8,83	12,83	PRD7 (čas levo)	3	2,2	0,9	Σ	7	5,3	7,7
				PRD8 (čas desno)	4	3,1	6,8				
PRD11 (ω)	41,4	33,8	31,9	PRD2 (skupni kot)	2196	1847	1667				
PRD12 (γ_s)	3,6	3,1	2,6	PRD3 (spremembe levo)	80	81	86	Σ	189	171	136
				PRD4 (spremembe desno)	109	90	50				
PRD13	1,57	1,89	1,43	PRD5 (dotiki levo)	5	3	1	Σ	11	10	11
				PRD6 (dotiki desno)	6	7	10				
PRD14	1,8	1,5	1,4	PRD1	93	80	75				

Preglednica 26: Vseh 14 spremenljivk Testa PRD merjenca 2.

Na drugi strani pa lahko iz Preglednice 27 razberemo majhne vrednosti aktivnega časa ter velike vrednosti odstotka časa na robovih. Vrednosti povprečne kotne hitrosti so v primerjavi z merjencem 2 podobne, vendar pa so vrednosti frekvence sprememb smeri in spremenljivke PRD 13 manjše.

	P1	P2	P3		P1	P2	P3				
PRD9 (T_a)	28,4	27,6	26,8	T	60	60	60				
PRD10 ($\%T_p$)	52,67	54	55,33	PRD7 (čas levo)	17,4	15,1	17,9	Σ	31,6	32,4	33,2
				PRD8 (čas desno)	14,2	17,3	15,3				
PRD11 (ω)	41,4	33,8	31,9	PRD2 (skupni kot)	2133	1378	1303				
PRD12 (γ_s)	2,7	2	1,5	PRD3 (spremembe levo)	36	25	18	Σ	78	55	40
				PRD4 (spremembe desno)	42	30	22				
PRD13	1,49	1,11	1,14	PRD5 (dotiki levo)	28	20	19	Σ	47	36	38
				PRD6 (dotiki desno)	19	16	19				
PRD14	1,9	1,1	0,8	PRD1	53	29	22				

Preglednica 27: Vseh 14 spremenljivk Testa PRD merjenca 3.

7. RAZPRAVA

Cilj diplomske naloge je bil ugotoviti ponovljivost in občutljivost Poostrenega Rombergovega Testa, Flamingo Testa in Testa PRD, nato pa na podlagi rezultatov podati medsebojno oceno.

Rezultati treh zaporednih meritev treh obravnavanih testov ravnotežja kažejo izrazito desno asimetrične porazdelitve Poostrenega Rombergovega Testa. Natančnejši pregled grafikonov razkrije, da je za oceno dobljenih rezultatov nujno potrebna interpretacija frekvenčnih histogramov skupaj s koeficienti asimetrije. Vrednosti koeficientov asimetrije treh zaporednih ponovitev osnovne spremenljivke PRD2 v Testu PRD (1,691 v P1, 2,668 v P2 ter 3,058 v P3) so višje od vrednosti koeficientov asimetrije v Poostrenem Rombergovem Testu (1,324 v P1, 1,979 v P2 ter 2,723 v P3), vendar pa pregled frekvenčnih histogramov pokaže pomembno razliko. Tako v osnovni spremenljivki PRD2 kot tudi v vseh ostalih spremenljivkah Testa PRD ne prihaja do grupiranja merjencev v prvi rang podatkov, v Poostrenem Rombergovem Testu pa je ta pojav izrazit, saj je najboljši možni rezultat v vsaki ponovitvi testa doseglo 50% vseh merjencev. Na drugi strani ima Flamingo Test nizke koeficiente asimetrije (0,442 v P1, 0,419 v P2 ter 0,604 v P3), vendar pregled frekvenčnih histogramov pokaže enak, a manj izrazit trend grupiranja merjencev. Statistično značilno nenormalnost porazdelitev ($p < 0,05$) Poostrenega Rombergovega Testa ter spremenljivke PRD2 je potrdil tudi test normalnosti porazdelitve Kolmogorov-Smirnov.

Linearne zveze med posameznimi ponovitvami le še potrdijo zgornje ugotovitve. V Poostrenem Rombergovem Testu je kar 32 merjencev (41,6%), ki so v vseh treh ponovitvah dosegli najboljši možni rezultat. Za to veliko skupino znotraj vzorca merjencev lahko trdimo, da je Poostreni Rombergov Test premalo zahteven in v takšni obliki ni sposoben natančnejše diskriminacije merjencev, ki je ključnega pomena za klinično uporabo. Na drugi strani pa je iz linearnih zvez Poostrenega Rombergovega Testa opazna velika fluktuacija merjencev med posameznimi ponovitvami. Predvsem pogled na linearno zvezo prve in druge ponovitve razkrije manjše število merjencev, ki so v prvi ponovitvi dosegli veliko slabši rezultat kot v tretji ponovitvi. Temu diametralna je dobra linearna zveza med drugo in tretjo ponovitvijo Poostrenega Rombergovega Testa, ki le še potrjuje efekt učenja. Enak, vendar veliko bolj izrazit trend izboljševanja rezultatov skozi ponovitve je prisoten v Flamingo Testu. V spremenljivki FLA1 je samo eden od merjencev opravil ravnotežno nalogo v 8 poskusih, najslabši možni rezultat je doseglo 13 merjencev. V

spremenljivki FLA2 se število merjencev z 31 točkami zmanjša na 11, poveča se število tistih z dobrim rezultatom, saj je eden od merjencev uspel ravnotežno nalogo končati s tremi poskusi, trije merjenci pa so za dokončanje ravnotežne naloge porabili manj kot osem poskusov. V spremenljivki FLA3 obstajata že dva merjenca, ki sta ravnotežno nalogo uspela končati s tremi poskusi, 8 merjencev pa je ravnotežno nalogo opravilo z manj kot osmimi poskusi. Število tistih, ki so na testu prejeli najslabši možni rezultat se zniža na vsega 6 merjencev.

Očitno ima Poostreni Rombergov Test prenizko težavnostno stopnjo za uporabljen vzorec merjencev, Flamingo Test pa je za nekatere pretežak in z izrazitim učinkom učenja. Glede na to, da podobnih trendov pri Testu PRD ni zaznati, lahko potrdimo prvo postavljeno hipotezo in zaključimo, da sta Poostreni Rombergov Test in Flamingo Test slabo mersko občutljiva in nista sposobna ustrezne diskriminacije merjencev. Na drugi strani se je Test PRD izkazal za mersko najbolj občutljiv test, saj razen fluktuacije dveh merjencev v spremenljivki PRD1 in PRD2 dobro diskriminira vzorec merjencev.

Zaradi neizpoljenih zahtev za računanje Pearsonovega korelacijskega koeficienta smo pri Poostrenem Rombergovem Testu uporabili neparametrično metodo, ki ne zahteva izpolnjenih pogojev za računanje korelacije, vendar je šibkejša. Spearmanov rho koeficient da med vsemi ponovitvami Poostrenega Rombergovega Testa višje vrednosti korelacije kot Kendallov tau B koeficient. Pri Poostrenem Rombergovem Testu je visoka vrednost korelacijskih koeficientov (Spearmanov rho koeficient znaša 0,766 med ROM1 in ROM2, med ROM2 in ROM3 0,789 ter 0,640 med ROM1 in ROM3) odraz 32 merjencev, ki so v vseh treh ponovitvah dosegli najboljši možni rezultat. Temu primerno visoka je tudi vrednost testa zanesljivosti (0,887) in ICC vrednosti (0,890). Najnižji je koeficient povezanosti med prvo in tretjo ponovitvijo, kar še potrjuje efekt učenja.

Pearsonovi koeficienti korelacije v Flamingo Testu so razmeroma visoki in znašajo 0,788 med FLA1 in FLA2, med FLA2 in FLA3 0,653 ter FLA1 in FLA3 0,644. Podobne so tudi vrednosti testa zanesljivosti (0,847) ter ICC vrednost (0,873) v primerjavi s Poostrenim Rombergovim Testom. Pri Testu PRD je opaziti visoke in predvsem konstantne vrednosti korelacijskih koeficientov, ki se gibljejo v razponu med 0,555 do 0,859 pri osnovnih in med 0,604 do 0,924 pri višjih spremenljivkah. Nižjo korelacijo od pričakovane smo dobili predvsem pri osnovni spremenljivki PRD2 Testa PRD. Iz linearnih zvez spremenljivke PRD1 in PRD2 Testa PRD smo označili dva

merjenca, ki najbolj vplivata na nižjo vrednost korelacije. Po pregledu surovih podatkov smo ugotovili, da gre za ista merjenca. Po izbrisu je zaznati mnogo višjo in predvsem veliko bolj stvarno korelacijo v spremenljivki PRD1 in PRD2, na korelacije v ostalih spremenljivkah pa izbris dveh merjencev bistveno ne vpliva. Na podlagi visokih ter predvsem konstantnih vrednosti testa zanesljivosti (gibljejo se med 0,830 ter 0,891 pri osnovnih in med 0,853 in 0,902 pri višjih spremenljivkah) in ICC vrednosti (gibljejo se med 0,844 in 0,922 pri osnovnih in med 0,861 in 0,949 pri višjih spremenljivkah) lahko potrdimo drugo hipotezo, da je Test PRD mersko bolj zanesljiv od Poostrelega Rombergovega Testa in Flamingo Testa, ki sta si v tej merski lastnosti blizu.

Test PRD s svojimi osmimi osnovnimi spremenljivkami in šestimi višjimi spremenljivkami dovoljuje tudi natančno sklepanje o merjenčevem načinu ohranjanja ravnotežja na podlagi pravilne interpretacije dobljenih vrednosti. S pomočjo pridobljenih rezultatov smo iz vzorca poiskali dva merjenca z dobro sposobnostjo, vendar z različnim stilom ohranjanja ravnotežnega položaja na ravnotežni deski, ter enega merjenca s slabo sposobnostjo ohranjanja ravnotežnega položaja, ki na ravnotežni deski zgolj niha iz ene skrajne lege v drugo.

Prvi merjenec ima visoke vrednosti aktivnega časa (Preglednica 25), kar nakazuje na dobro sposobnost zadrževanja ravnotežnega položaja na ravnotežni deski. Tem vrednostim so diametralni majhni odstotki časa na robovih. Iz podatkov je tudi razvidno daljše časovno obdobje na levem skrajnem robu ravnotežne deske, kar je še posebej izrazito v prvi ponovitvi. Iz povprečne hitrosti in frekvence sprememb smeri lahko sklepamo na merjenčev stil nihanja. Merjenec je predvsem v prvi ponovitvi opravil velik skupni kot v aktivnem času. Frekvenca sprememb smeri kaže, da je merjenec opravil približno pet sprememb smeri na sekundo. Torej vzdržuje ravnotežni položaj v območju aktivnega časa s pomočjo velikega števila nihajev. Vrednosti spremenljivke PRD3 kažejo, da je merjenec večkrat spremenil smer na levi strani vertikale, kar je v skladu s poprejšnjo ugotovitvijo, da je čas na levem skrajnem robu ravnotežne deske občutno večji. Vrednosti spremenljivke PRD13 so visoke, torej se je merjenec po dotiku skrajnega roba ravnotežne deske hitro vračal v aktivni del naloge. Iz spremenljivke PRD14 lahko razberemo, da je merjenec manj kot trikrat prečkal vertikalo v sekundi trajanja testa. Če napravimo povzetek dobljenih rezultatov lahko sklenemo, da gre za merjenca z dobro sposobnostjo ohranjanja ravnotežnega položaja na ravnotežni deski s hitrimi reakcijami in spremembami smeri. V primeru, da zadene skrajni rob ravnotežne deske, se hitro vrača v aktivni del.

Drugi merjenec ima podobno visoke vrednosti aktivnega časa ter podobno majhne vrednosti odstotka časa na robovih kot prvi (Preglednica 26). V nasprotju s prvim merjencem ima drugi daljše časovno obdobje na desnem skrajnem robu ravnotežne deske. Skupni opravljeni kot je manjši, zato je občutno manjša tudi povprečna hitrost. Frekvence sprememb smeri so manjše v primerjavi s prvim merjencem. Ravnotežni položaj torej vzdržuje bolj mirno, z manjšim številom sprememb smeri. Nižje vrednosti spremenljivke PRD13 kažejo na manjšo hitrost vračanja v aktivni del merjenja. Tako je mogoče sklepati, da se stil ohranjanja ravnotežja kaže tako v aktivnem delu kot tudi pri načinu vračanja iz pasivnega v aktivni del. Opazno je tudi veliko manjše število prehodov vertikale na enako časovno enoto.

Tretji merjenec ima majhen aktivni čas (Preglednica 27). Čas v skrajnih legah ravnotežne deske presega 50% celotnega časa trajanja testa. Dokaj enakomeren pa je čas na robovih levo in desno. Majhnemu aktivnemu času pripada dokaj velik skupni kot, ki je v večji meri bolj odraz nihanja iz ene skrajne lege v drugo kot pa pridobivanje kota v aktivnem delu. V prvi ponovitvi je hitrost podobna kot pri drugem merjencu (podoben je tudi skupni kot), vendar sta aktivna časa povsem neprimerljiva. Neaktivnost merjenca v aktivnem delu kaže tudi izjemno majhna frekvenca sprememb smeri; manj kot dve spremembi v sekundi aktivnega časa. Majhna vrednost spremenljivke PRD13 še potrjuje domnevo, da se merjenec ne trudi pri prehodu iz pasivnega v aktivni del. Če povzamemo rezultate, gre za merjenca, ki ima slabo sposobnost zadrževanja ravnotežnega položaja na ravnotežni deski ali pa ni motiviran pri izvedbi naloge, se ne trudi pri vračanju v aktivni del in z desko le potuje iz enega skrajnega roba na drugi.

Spremenljivka PRD10 naj predstavlja izhodišče in generalno vodilo interpretacije rezultatov. Ker je izražen kot relativna vrednost skupnega časa na robovih glede na čas namenjen reševanju ravnotežne naloge, daje več informacije kot spremenljivka PRD9 in predstavlja ključni podatek o kvaliteti izvedbe ravnotežne naloge. Nato je smiselna vključitev merjenčevega stila nihanja s pomočjo vrednosti kotne hitrosti (PRD11) in frekvence sprememb smeri (PRD12). Če k temu dodamo še način prehajanja merjenca iz pasivnega v aktivni del merjenja (PRD13), dobimo smiselno in lepo zaokroženo interpretacijo dobljenih vrednosti. Ostale spremenljivke Testa PRD naj služijo kot pomožni instrument ali pomoč pri odločanju.

Test PRD nedvomno zapolnjuje vrzel med subjektivnimi merskimi lestvicami in laboratorijskimi testi ter odpira nove možnosti analize rezultatov. V prihodnosti bi bilo smiselno opraviti podobne

meritve z ravnotežno desko, ki omogoča enonožno izvedbo ravnotežne naloge v frontalni in sagitalni ravnini. Poleg tega je dokaj neznan tudi učinek različnih položajev telesa in telesnih segmentov na ravnotežni deski, kar nedvomno vpliva na merjene spremenljivke Testa PRD in samo kvaliteto izvedbe ravnotežne naloge. Pridobljene informacije bi bile pomembne za razumevanje oteževalnih ali olajševalnih okoliščin glede na izbrani cilj obravnave. V ta kontekst spada tudi razporejanje bremen z različnimi masami in ročicami okoli centralnega težišča.

Potreben bo tudi razmislek o dejavnikih, ki potencialno lahko vplivajo na meritve ravnotežja kot izhodne mere v rehabilitaciji ali preventivi pred športnimi poškodbami (starost, spol, dominantnost leve ali desne spodnje ekstremitete, višina, teža, velikost stopala, obutev, predhodne poškodbe, stopnja športnega udejstvovanja, specifike športnega udejstvovanja, vizualna povratna informacija, efekt učenja in utrujenost).

8. SKLEP

Cilj diplomske naloge je bil ugotoviti ponovljivost in občutljivost Poostrenega Rombergovega Testa, Flamingo Testa in Testa PRD. Na podlagi ciljev smo postavili dve delovni hipotezi, da bo ponovljivost in občutljivost Testa PRD večja od ponovljivosti in občutljivosti Poostrenega Rombergovega Testa ter Flamingo Testa, ki si bosta v tej merski lastnosti blizu (podobna). Predmet naloge je bil torej merjenje ravnotežja pri zdravih osebah, problem pa ugotoviti občutljivost in ponovljivost dveh kliničnih testov ravnotežja (*Poostreni Rombergov Test* in *Flamingo Test*) in primerjava rezultatov z novo metodo merjenja ravnotežja (*Pametna ravnotežna deska* - PRD). Meritve so bile izvedene na osnovnošolski populaciji otrok iz šestih različnih osnovnih šol, v vzorec pa smo zajeli 102 merjenca. Merjenci so vsak test izvedli trikrat s 3 do 6 minutnimi odmori med posameznimi ponovitvami. Testno zaporedje je bilo naključno izbrano; čas trajanja testa je znašal 60 s.

Poostreni Rombergov Test je slabo mersko občutljiv, saj je kar 32 merjencev (41,6%) doseglo najboljši možni rezultat v vseh treh zaporednih ponovitvah. Tako obsežna skupina znotraj vzorca merjencev vpliva na visoke vrednosti Kendallovega tau B in Spearmanovega rho koeficient, testa ponovljivosti ter ICC vrednosti, kar daje Poostrenemu Rombergovemu Testu dobro mersko ponovljivost, vendar je ta odraz številčno najobsežnejše skupine znotraj vzorca merjencev.

Občutljivost Flamingo Testa je v primerjavi z Rombergovim testom boljša, vendar je tudi tu prisoten trend grupiranja merjencev. Poleg tega je v Flamingo Testu izrazit efekt učenja, saj se skozi ponovitve večja število merjencev z manjšim številom poskusov za dokončanje ravnotežne naloge ter manjša število tistih z najslabšim možnim rezultatom. Vrednosti koeficientov korelacije, ICC vrednosti ter vrednosti testa zanesljivosti pa so podobne izračunanim vrednostim pri Poostrenem Rombergovem Testu.

Test PRD je dobro mersko občutljiv, saj v vseh 14 spremenljivkah ni prisotnega grupiranja merjencev v prvi rang podatkov. Vrednosti Pearsonovih korelacijskih koeficientov so konstantne in visoke, razen pri spremenljivki PRD2 so nižje od pričakovanih. Visoke in konstantne vrednosti testa ponovljivosti in ICC vrednosti pa potrjujejo dobro mersko ponovljivost.

Nedvomno bodo potrebne nadaljnje raziskave merskih karakteristik Testa PRD. Pričujoča raziskava je bila napravljena na vzorcu merjencev iz osnovnošolske populacije, potrebni pa bodo podatki iz srednje ali starejše generacije merjencev ter populacije aktivnih športnikov. Prav tako so potrebne dodatne informacije o merskih karakteristikah zadrževanja ravnotežnega položaja na enonožni ravnotežni deski, o kakovosti izvedbe ravnotežne naloge s pomočjo različnih položajev ter razporeditvijo mas okoli centralnega težišča.

9. LITERATURA

1. Atwater, S.W., Crowe T.K., Deitz, J.C., & Richardson, P.K. (1990). Interrater and test-retest reliability of two pediatric balance tests. *Physical Therapy*, 70(2), 79-87.
2. Balagun, J.A., Adesinasi, C.O., & Marzouk, D.K. (1992). The effect of a wobble board exercise training program on static balance performance and strength of lower extremity muscles. *Physiotherapy Canada*, 44(6), 23-30.
3. Berg, K, & Norman, K. (1996). Functional assessment of balance and gait. *Clinics in Geriatric Medicine*, 12(4), 705-723.
4. Bolton, B. (1976). *Handbook of measurement and evaluating in rehabilitation*. Baltimore: University Park Press.
5. Broadstone, B. J., Westcott, S. L., & Deitz, J. C. (1993). Test-retest reliability of two tiltboard tests in children. *Physical Therapy*, 73(9), 618-625.
6. Brouwer, B., Culham, E. G., Liston, R. A. L., & Grant, T. (1998). Normal variability of postural measures: Implications for the reliability of relative balance performance outcomes. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 30(3), 131-137.
7. Burger, H. (2003). Pomen ocenjevanja v rehabilitacijski medicini. V *Ocenjevanje izida v medicinski rehabilitaciji*. (str. 29). Ljubljana: IRRS.
8. Burton, A. K. (1986). Trunk muscle activity induced by three sizes of wobble (balance) board. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8(4), 27-29.
9. Caraffa, A., Cerulli, G., Projetti, M., Aisa, G., & Rizzo, A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 4(1), 19-21.
10. Chaiwanichsiri, D., Lorprayoon, E., & Noomanoch, L.J. (2005). Star excursion balance training: effects on ankle functional stability after ankle sprain. *Journal of Medical Association of Thailand*, 88(4), 90-94.
11. Cohen, H., Blatchly, A. C., & Gombash, L.L. (1993). A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Physical Therapy*, 73(6), 346-354.
12. Cooper, R.L., Taylor, N.F., & Feller, J.A.A., (2005). Systematic review of the effect of proprioceptive and balance exercises on people with an injured or reconstructed anterior cruciate ligament. *Research in Sports Medicine*, 13(2), 163-178.
13. Cornwall, M. W. & Murell, P. (1991). Postural sway following inversion sprain of the ankle. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 81(5), 243-247.
14. Emery, C.A. (2003a). Is there a clinical standing balance measurement appropriate for use in sports medicine? A review of the literature. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 6(4), 492-504.
15. Emery, C.A. (2003b). Risk factors in child and adolescent sport: a systematic review of the literature. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(4), 256-268.

16. Emery, C.A., Cassidy, J.D., Klassen, T.P., Rosychuk, R.J., & Rowe, B.H. (2005). Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *Canadian Medical Association Journal*, 172(6), 749-754.
17. Emery, C.A., Rose, M.S., McAllister, J.R., & Meeuwisse, W.H. (2007). A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball: a cluster randomized controlled trial. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(1), 17-24.
18. Enoka, M. E. (2002). *Neuromechanics of human movement. Third edition*. United States of America: Human Kinetics.
19. Fleiss, J.L. (1986). *The design and analysis of clinical experiments*. New York: John Wiley and Sons.
20. Hals, T.M., Sittler, M.R., & Mattacola, C.G. (2000). Effect of a semi-rigid ankle stabilizer on performance in persons with functional ankle instability. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 30(9), 552-556.
21. Holm, I., Fosdahl, M.A., Friis, A., Risberg, M.A., Myklebust, G., & Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 14(2), 88-94.
22. Holme, E., Magnusson, S. P., Becher, K., Bieler, T., Aagaard, P., & Kjaer, M. (1999). The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9(2), 104-109.
23. Horak, F. B. (1987). Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy*, 67(12), 1881-1885.
24. Horak, F. B., Henry, S. M. & Shumway-Cook, A. (1997). Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical Therapy*, 77(5), 517-533.
25. Horak, F., Nasher, L., & Diener, H. (1990). Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*, 82(1), 167-177.
26. Isableu, B., Ohlmann, T., Crémieux, J., & Amblard, B. (2003). Differential approach to strategies of segmental stabilisation in postural control. *Experimental Brain Research*, 150(2), 208-221.
27. Ivanenko, Y. P., Levik, Y. S., Talis, V. L., & Gurfinkel, V. S. (1997). Human equilibrium on unstable support: the importance of feet-support interactions. *Neuroscience Letters*, 235(3), 109-112.
28. Kladnik, R. (1985). *Visokošolska fizika. Mehanski in toplotni pojavi*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
29. Laskowski, E. R., Newcomer-Aney, K., & Smith J. (1997). Refining rehabilitation with proprioceptive training. Expedited return to play. *The Physician and Sports Medicine*, 25(10), 89-102.
30. Lee, C.T. (1998). Sharpening the Sharpened Romberg. *South Pacific Underwater Medicine Society*, 28(3), 125-132.
31. Lentell, G. L., Katzman, L. L., & Walters, M. R. (1990). The relationship between muscle function and ankle stability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 11(12), 605-611.
32. Lentell, G., Baas, B., Lopez, D., Mcguire, L., Sarrels, M., & Snyder, P. (1995). The contributions of proprioceptive deficits, muscle function and anatomic laxity to functional instability of the ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 21(4), 206-215.
33. Lephart, S. M., Pincivero, D. M., & Rozzi, S. L. (1988). Proprioception of the ankle and knee. *Sports Medicine*, 25(3), 149-155.

34. Mattacola, C. G., & Wills Lloyd, J. (1997). Effect of a 6-week strength and proprioception training program on measures of dynamic balance: A single case design. *Journal of Athletic Training*, 32(2), 127-135.
35. Mattacola, C.G., & Dwyer, M.K. (2002). Rehabilitation of the Ankle After Acute Sprain or Chronic Instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 413-429.
36. McGuine, T.A., & Keene, J.S. (2006). The affect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *American Journal of Sport Medicine*, 34(7), 1103-1111.
37. Meeuwisse, W. H. (1991). Predictability of sport injuries: what is the epidemiological evidence? *Sports Medicine*, 12(1), 8-15.
38. Moe-Nilssen, R. (1998). Test-retest reliability of trunk accelerometry during standing and walking. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(11), 1377-1385.
39. Monyeki, M.A., Koppes, L.L., Kemper, H.C., Monyeki, K.D., Toriola, A.L., Pienaar, A.E., & Twisk, J.W. (2005). Body composition and physical fitness of undernourished South African rural primary school children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(7), 877-883.
40. Myer, G.D., Ford, K.R., Palumbo, J.P., & Hewett, T.E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 51-60.
41. Nasher L. M. (1977). Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Experimental Brain Research*, 30(1), 13-24.
42. O'Sullivan, B.S., & Schmitz, J.T. (2001). *Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment, Fourth Edition*. London: F. A. Davis Company.
43. O'Sullivan, B.S., & Schmitz, J.T. (2001). *Physical Rehabilitation: Assessment and Treatment, Fourth Edition*. London: F. A. Davis Company.
44. Peterka, R.J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097-1118.
45. Reider, B., Arcand, M.A., Diehl, L.H., Mroczek, K., Abulencia, A., Stroud, C.C., Palm, M., Gilbertson, J., & Staszak, P. (2003). Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 19(1), 2-12.
46. Riemann, B.L., Caggiano, N.A., & Lephart, S.M. (1999). Examination of clinical method of assessing postural control during functional performance task. *Journal of Sport Rehabilitation*, 8(5), 171-83.
47. Riemann, B.L., Guskiewicz, K.M., & Shields, E.W. (1999). Relationship between clinical and forceplate measures of postural stability. *Journal of Sport Rehabilitation*, 8(2), 71-82.
48. Riemann, B.L., Myers, J.B., & Lephart, S.M. (2003). Comparison of the ankle, knee, hip and trunk corrective action show during single-leg stance on firm, foam and multiaxial surfaces. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(1), 90-95.
49. Rozzi, S. L., Lephart, S. M., Sterner, R. & Kuligowski, L. (1999). Balance training for persons with functionally unstable ankles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29(8), 478-486.
50. Schmitz, R., & Arnold, B. (1998). Intertester and intratester reliability of a dynamic balance protocol using the Biodex Stability System. *Journal of Sport Rehabilitation*, 7(2), 95-101.

51. Schumway-Cook, A., Anon, D., & Haller, S. (1988). Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69(6), 395-400.
52. Scumway-Cook, A., & Woollacott, M. (1995). *Motor control: Theory and practical applications*. Baltimore. Williams and Wilkins.
53. Shrout, P.E., & Fleiss, J.L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420-428.
54. Shumway-Cook, A, & Horak, F. (1986). Assessing the influence of sensory interaction on balance: Suggestion from the field. *Physical Therapy*, 85(3), 439-443.
55. Šarabon, N., & Omejec, G. (2007a). The Clever Balance Board. Članek oddan v objavo.
56. Šarabon, N., & Omejec, G. (2007b). A Novel Testing Tool for Balance in Sports and Rehabilitation. Članek oddan v objavo.
57. Šarabon, N., & Omejec, G. (2007c). Questionable metric characteristics of clinical balance tests AMD proposal for improvement. V *Final Programme and Book of Abstract / 3rd International symposium on sports injuries*. (str. 54). Bled, Slovenija.
58. Šarabon, N., & Omejec, G. (2007d). A novel testing tool for balance in sports and rehabilitation. V P. Kramar (ur.), T. Jarm (ur.), A. Zupanič (ur.) & D. Miklavčič (ur.), *Conference programme & book of abstracts / 11th Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing - Medicon 2007*. (str. 168). Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.
59. Šarabon, N., Košak, R., Fajon, M., & Drakslar, J. (2005). Nepravilnosti telesne drže – mehanizmi nastanka in predlogi za korektivno vadbo. *Šport*, 53(1), 35-41.
60. Šarabon, N., Omejec, G., Rošker, J. & Strel, J. (2006). Comparison of sensitivity and repeatability of the three balance tests. V *Integrating research & practice 2006 / 8 th Annual Thera-Band research advisory committee TRAC meeting*. (str. 21). Naples, Florida: Thera-Band Academy.
61. Šarabon, N., Rošker, J., & Omejec, G. (2006a). Muscle activation patterns during balancing task are not significantly affected by additional exteroceptive plantar stimulation. V *Integrating research & practice 2006 / 8 th Annual Thera-Band research advisory committee TRAC meeting*. (str. 20). Naples, Florida: Thera-Band Academy.
62. Šarabon, N., Rošker, J., & Omejec, G. (2006b). Electromyography-based proposal for progressive loading of the hip abductors under mechanically unstable conditions. V *Integrating research & practice 2006 / 8 th Annual Thera-Band research advisory committee TRAC meeting*. (str. 22). Naples, Florida: Thera-Band Academy.
63. Tropp, H., Askling, C., & Gillquist, J. (1985). Prevention of ankle sprains. *American Journal of Sport Medicine*, 13(4), 259-62.
64. Tropp, H., Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1984). Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16(1), 64-66.
65. Tsigilis, N., Douda, H., & Tokmakidis, S.P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Perceptual and Motor Skills*, 95(3 Pt 2), 1295-1300.
66. Wester, J. U., Jespersen, S. M., Nielsen, K. D., & Neumann, L. (1996). Woble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle. A prospective randomized study. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 23(5), 332-336.

67. Willems, T., Witvrouw, E., Verstuyft, J., Vaes, P., & De Clercq, D. (2002). Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 487-493.
68. Williams, G.N., Chmielewski, T., Rudolph, K., Buchanan, T.S., & Snyder-Mackler, L. (2001). Dynamic knee stability: Current theory and applications for clinicians and scientist. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 31(10), 546-566.
69. Winter, D.A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193-214.