



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Marijana Hraski

**VREDNOVANJE KINEMATIČKE  
UČINKOVITOSTI TESTA SKOK U DALJ IZ  
MJESTA KOD DJEČAKA I  
ADOLESCENATA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2013



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Marijana Hraski

**THE EVALUATION OF KINEMATIC  
EFFICIENCY OF STANDING LONG JUMP IN  
BOYS AND ADOLESCENTS**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2013



Sveučilište u Zagrebu

KINEZIOLOŠKI FAKULTET

Marijana Hraski

**VREDNOVANJE KINEMATIČKE  
UČINKOVITOSTI TESTA SKOK U DALJ IZ  
MJESTA KOD DJEČAKA I  
ADOLESCENATA**

DOKTORSKI RAD

Mentori:

Dr.sc. Ivan Prskalo, red.prof.

Dr.sc. Vladimir Medved, red.prof.

Zagreb, 2013



University of Zagreb

FACULTY OF KINESIOLOGY

Marijana Hraski

**THE EVALUATION OF KINEMATIC  
EFFICIENCY OF STANDING LONG JUMP IN  
BOYS AND ADOLESCENTS**

DOCTORAL THESIS

Supervisors:

Ivan Prskalo, PhD

Vladimir Medved, PhD

Zagreb, 2013

## **Sažetak**

Osnovni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razvojne faze kinematičke efikasnosti izvođenja tehnike skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 – 18 godina.

Uzorak ispitanika sastojao se od 120 osoba muškog spola podijeljenih u 5 eksperimentalnih skupina po 20 entiteta dječaka i adolescenata, te 1 kontrolnu skupinu koju je činilo 20 studenata druge godine Kineziološkog fakulteta. Uzorak varijabli činio je 21 kinematički parametar koji su relevantni za efikasnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta, zatim baterija od 13 morfoloških karakteristika, te dob ispitanika i vertikalni skok na platformi. Utjecaj pojedinih kinematičkih parametara na efikasnost izvedbe skoka u dalj iz mjesta utvrđen je stupnjevitom multiplom regresijskom analizom, dok su razlike u kinematičkim parametrima izvedbe skoka u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata i kontrolne skupine studenata utvrđene univarijantnom analizom varijance. Valjanost testa skok u dalj iz mjesta, te povezanost morfoloških varijabli s kinematičkim parametrima utvrđena je korelacijskom analizom, dok je utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima utvrđen polinomijalnom regresijskom analizom.

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da je izvedba testa skoka u dalj iz mjesta determinirana određenim kinematičkim parametrima, odnosno modelom izvedbe spomenute kretne strukture kako bi se postigao maksimalno efikasan rezultat. Nadalje, tehnička izvedba testa skok u dalj iz mjesta u velikoj mjeri se razlikuje od predškolske dobi pa sve do adolescencije usporedbom sa studentima Kineziološkog fakulteta. Iz rezultata dobivenih ovim istraživanjem može se zaključiti da test skok u dalj iz mjesta kod mlađih dobnih skupina ima lošiju valjanost od kontrolnog testa vertikalni skok na platformi bez zamaha ruku, te time ima i manju uporabnu vrijednost. Ovim istraživanjem utvrđena je povezanost morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara relevantnih za izvedbu skoka u dalj iz mjesta. Također, utvrđen je značajan utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta u većini izmjerenih varijabli.

**Ključne riječi:** eksplozivna snaga, mjerni instrument, motorički razvoj, skokovi, tehnika

## ***Abstract***

The main objective of this study was to determine the developmental stage of kinematic efficiency of the standing long jump performance in boys and adolescents aged 4 - 18 years.

The sample consisted of 120 subjects divided into 5 experimental groups of 20 entities of boys and adolescents, and a control group of 20 students of second year on Faculty of Kinesiology. The sample of variables consisted of 21 kinematic parameters that are relevant to the effective performance of the standing long jump, then the battery of 13 morphological measures, vertical jump and age of the respondents. For determining the influence of some kinematic parameters on efficiency of standing long jump performance the stepwise regression analyses was used, while for calculating the difference in kinematic parameters of standing long jump performance between boys of different age and students the univariate analyses of variance was applied. To determine the validity of the test standing long jump with regard to age, and to determine the relationship between morphological variables with the kinematic parameters the correlation analysis was carried out, while for assessing the effects of age on some kinematic parameters the polynomial regression analysis was used.

From the obtained results it can be concluded that the performance of the test standing long jump is determined by a particular kinematic parameters, the model of performance of the aforementioned movement structure in order to achieve maximum efficiency score. Furthermore, the technical performance of the test standing long jump largely differs from preschool through to adolescence, comparing with students of Faculty of Kinesiology. Also, from the results it can be concluded that standing long jump in younger age groups, as a measurement tool to assess explosive strength, have poorer validity than the control test, vertical jump on the platform without arm swing, and thus has a lower utility value. This study determined the connection between morphological characteristics and kinematic parameters relevant to the performance of the standing long jump. Finally, the investigation devotes a significant effect of the age on changes in certain parameters of kinematic techniques of standing long jump in most of the measured variables.

***Key words:*** explosive strength, motor assessment tools, motor development, jumps, techniques

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	9
1.1. Osnovne karakteristike skoka u dalj iz mjesta .....	11
1.2. Kinematička analiza skoka u dalj iz mjesta .....	13
2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA .....	15
2.1. Istraživanja geometrije tijela tijekom skoka u dalj iz mjesta .....	15
2.2. Istraživanja koordinacije segmenata tijekom skoka u dalj iz mjesta.....	18
2.3. Istraživanja razvojnih faza skoka u dalj iz mjesta .....	20
2.4. Istraživanja relacija antropometrijskih karakteristika i skoka u dalj iz mjesta....	22
3. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA.....	24
4. METODE RADA .....	26
4.1. Uzorak ispitanika.....	26
4.2. Uzorak varijabli .....	27
4.3. Protokol mjerenja .....	33
4.4. Akvizicija podataka .....	35
4.5. Procesiranje podataka.....	35
4.6. Metode obrade podataka .....	37
5. REZULTATI.....	<b>POGREŠKA! KNJIŽNA OZNAKA NIJE DEFINIRANA.</b>
5.1. Deskriptivna statistika .....	38
5.2. Utvrđivanje kinematičkih parametara relevantnih za efikasnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta.....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
5.3. Utvrđivanje razlika u kinematičkim parametrima izvedbe testa skok u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta.....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
5.4. Konstruktna valjanost.....	<b>Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.</b>
5.5. Povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta	<b>Pogreška!</b>
	<b>Knjižna oznaka nije definirana.</b>

5.6. Utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta .....	63
6. RASPRAVA.....	79
6.1. Deskriptivna statistika .....	80
6.2. Utvrđivanje kinematičkih parametara relevantnih za izvedbu skoka u dalj iz mjesta kod 4 do 18 godišnjaka i studenata Kineziološkog fakulteta .....	81
6.3. Utvrđivanje razlika u kinematičkim parametrima izvedbe testa skok u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta.....	85
6.4. Konstruktna valjanost.....	90
6.5. Povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta.....	91
6.6. Utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta .....	94
7. ZAKLJUČAK .....	96
8. LITERATURA.....	99
9. PRILOG .....	<b>POGREŠKA! KNJIŽNA OZNAKA NIJE DEFINIRANA.</b>



## **1. UVOD**

Od sredine dvadesetog stoljeća kada su Hellebrandt, Rarick, Glassow i Carns (1961) utvrdili razvojne promjene u izvedbi skoka u dalj iz mjesta, ovaj test koristi se za proučavanje temeljnih motoričkih obrazaca (Fleishmann, 1964; Eckert, 1964; Roy, Youm i Roberts, 1973; Phillips, Clark i Petersen, 1985; Aguado, Izquierdo i Montesinos, 1997; Lv, 2012). U današnje vrijeme izvedba testa skoka u dalj iz mjesta usvojena je za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti kod djece, učenika, sportaša i odraslih u svrhu procjene stanja pojedinca, odnosno kontrole trenažnog ili nastavnog procesa, te pomoći pri planiranju i programiranju rada (Vitasalo, 1988; Strel, Kovač, Leskošek, Jurak i Starc, 2002; Bala, 2003; Zurc, Pišot i Strojnik, 2005; Popeska, Georgiev i Mitevski, 2009; Horvat, 2010; Pišot i Planinšec, 2010).

Međutim, jedno od glavnih ograničenja prilikom korištenja skoka u dalj iz mjesta kao testa za procjenu stanja pojedinca je to što je skok u dalj iz mjesta složen pokret (Aguado, Grande, Izquierdo i sur., 2000; Wakai i Linthorne, 2005; Harrison i Keane, 2007; Labiadh, Ramanantsoa i Golomer, 2010). U velikom broju slučajeva, pogotovo ako se radi o djeci, test loše procjenjuje pravi potencijal ukoliko ispitanik ne koristi najbolju tehniku izvedbe kretanja (Roy i sur., 1973; Horita, Kitamura i Kohno, 1991; Wu, Wu, Lin i Wang, 2003; Zhouye, Yoshimasa, Yun i Kazuhiko, 2010; Szerdiova, Simšik i Dolna, 2012). Naime, kako bi se postigla najbolja izvedba skoka u dalj iz mjesta, skakač mora izvesti kompleksan pokret koji uključuje pretklon, počučanj, istovremeno suručni zamah i sunožan odraz, nagib, te doskok (Wang, Lin, Huang i Yang, 2002; Knudson, 2003; Fukashiro, Besier, Barrett i sur., 2005; Nagano, Komura i Fukashiro, 2007; Lee i Cheng, 2008), odnosno uspješnost skoka ovisi o koordinaciji gornjih i donjih segmenata tijela (Dapena, 1999; Ashby i Heegaard, 2002; Cheng i Chen, 2005; Ashby i Delp, 2006, Bartlett, 2007; Pišot, Šarabon, Jelovčan i sur., 2010; Mackala, Stodolka, Siemienski i Čoh, 2012).

Iz navedenog se može uočiti da su se do danas mnogi znanstvenici koristili biomehaničkim metodama (kinematičkim analizama, kinetičkim, elektromiografskim i

izokinetičkim mjerenjima) kako bi objasnili konfiguraciju i optimalnu koordinaciju segmenata tijela prilikom izvršavanja motoričkog zadatka skoka u dalj iz mjesta, međutim vrlo je malo istraživanja koja su rađena na mlađoj populaciji, posebice djeci predškolske dobi, a kod kojih je utvrđeno da još nije dovoljno razvijen fundamentalni motorički stereotip spomenutog gibanja (Roy i sur., 1973; Horita i sur., 1991; Wilson i Brown, 1993; Zhouye i sur., 2010; Pišot i sur., 2010; Weimar, Martin i Wall, 2011; Lv, 2012). Činjenica je da, ukoliko se test skok u dalj iz mjesta primjenjuje u svrhu provjeravanja motoričkih sposobnosti, ta kretnja mora biti tehnički jasno i pravilno usvojena kako bi u konačnici dala odgovarajuće i željene rezultate na kojima se mogu dalje temeljiti znanstvene spoznaje i polučiti adekvatni zaključci mjerenja.

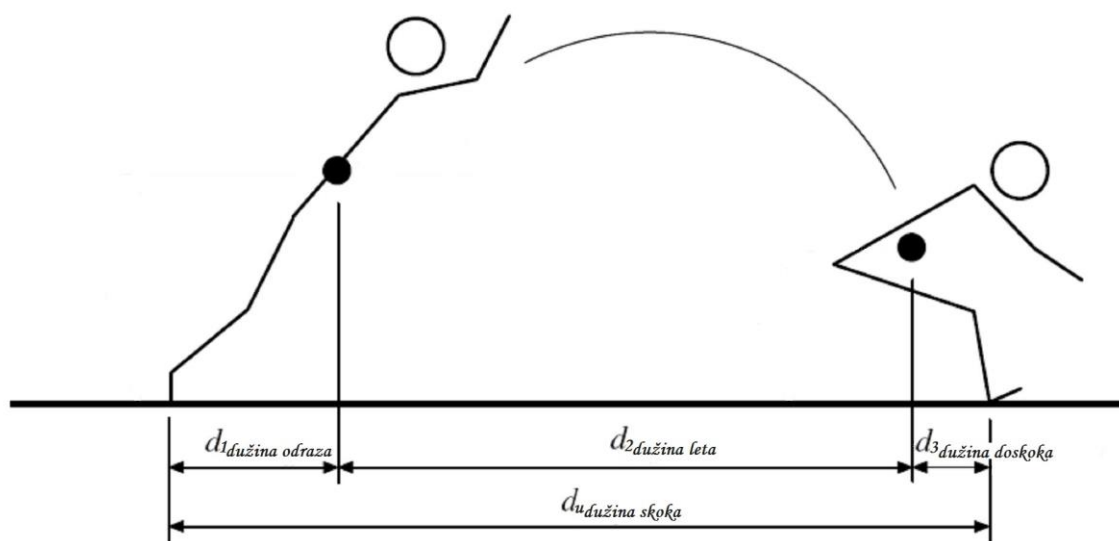
Nadalje, test skok u dalj iz mjesta, osim što je složen pokret koji zahtijeva visoku razinu motoričkog znanja i koordinacijskih sposobnosti, pod velikim je utjecajem rasta razvoja i sazrijevanja (Butterfield, Lehnhard i Coladarci, 2002; Malina, Bouchard, i Bar-Or, 2004; Caruso, Daily, Olson i sur., 2012; Cliff, Okely, Morgan i sur., 2012). Također, između ostalog, istraživači u svojim studijima upućuju na nezadovoljavajuće metrijske karakteristike testa skok u dalj iz mjesta (Momirović, Štalec i Wolf, 1975; Young, MacDonald, Heggen i Fitzpatrick, 1997; Marković, Dizdar, Jukić i Cardinale, 2004) kao mjernog instrumenta kojim se prikupljaju podaci o motoričkom statusu djece. Kao osnovne „krivce“ za nepostizanje očekivanih i željenih rezultata navodi se problematika mjerenja što podrazumijeva uvjete, prostor i vrijeme tijekom mjerenja (Petz, 1992; Prskalo, Lovreković i Šerbetar, 2006), protokol mjerenja (kineziometrijski uvjeti), odnosno familijarizacija (Hayes, Hodges, Scott, Horn i Williams, 2007; Glaister, Witmer, Clarke i sur., 2010; Tomac, Hraski i Sporiš, 2012), motivacija djece (Sanders, 2002; Labiadh i sur., 2010; Weimer i sur., 2011), te neprimjerenost testova dobi i uzrastu (Burton i Miller, 1998; Jurak, Strel i Kovač, 2003; Malina, 2004).

Stoga, u nastavku ove studije razmotrit će se kinematička efikasnost testa skok u dalj iz mjesta za kojeg se u dosadašnjim istraživanjima smatralo da zbog svoje velike kompleksnosti i podložnosti motoričkom učenju, loših metrijskih karakteristika, te velikom utjecaju rasta, razvoja i sazrijevanja nije primjeren mlađoj populaciji kao mjerni instrument za procjenu eksplozivne snage nogu.

## **1.1. Osnovne karakteristike skoka u dalj iz mjesta**

Skok u dalj iz mjesta je standardni test za procjenu motoričkih sposobnosti. Svrha skoka u dalj iz mjesta je procjena eksplozivne snage koja predstavlja jednu od determinanti uspješnosti u svim aktivnostima što zahtijevaju ispoljavanje maksimalne mišićne sile u što kraćoj jedinici vremena (Newton i Kreamer, 1994). Dakle, eksplozivna snaga predstavlja važan faktor u onim aktivnostima u kojima je potrebno dati veliko ubrzanje masi tijela, masi pojedinih dijelova tijela ili vanjskom objektu.

Cilj skoka u dalj iz mjesta je da se tijelo ispitanika horizontalno projektira s jednog mjesta na drugo što je dalje moguće iza linije odraza. Ispitanik starta iz statične pozicije tako da generira veliku horizontalnu i vertikalnu brzinu odraza koristeći počučanj zajedno s koordiniranim zamahom ruku i sunožnim odrazom. Sam odraz karakterizira veliki nagib tijela (kut odraza), dok se u fazi leta noge prednožno pogrče i tijelo se priprema za sunožan doskok. Ispitanik najčešće doskače naglašenim pretklonom tijela prema naprijed sa što opruženijim nogama daleko ispred kukova. Kako bi skok bio uspješan skakač mora zadržati ravnotežu nakon doskoka i ne pasti u natraške (Seyfarth, Friedrich, Wank i Blickhan, 1999; Wakai i Linthorne, 2005).



**Slika 1.** Skok u dalj iz mjesta (Wakai i Linthorne, 2005)

Uspješnost u skoku u dalj iz mjesta procjenjuje se ukupnom dužinom skoka ( $d_0$ ), a to je horizontalna udaljenost vrhova prstiju od odrazne linije do linije doskoka koja se mjeri iza posljednjeg otiska stopala. Može se reći da ukupna uspješnost u skoku ovisi o sumi triju komponenata: dužina odraza ( $d_1$ ), dužina leta ( $d_2$ ) i dužina doskoka ( $d_3$ ) (**Slika 1.**). Samo u slučaju kada se zadovolje svi uvjeti i standardi izvedbe skoka u dalj iz mjesta, može se reći da test mjeri željenu sposobnost. Međutim, uvažavajući činjenicu da horizontalni skok ljudskog tijela zahtijeva optimalnu koordinaciju i mišićnu snagu (Malina, 2004) biomehaničari su zaključili da je skok u dalj iz mjesta kompleksan motorički zadatak (Clark, Phillips i Petersen, 1989; Blackburn i Morrissey, 1998; Fukashiro i sur., 2005.; Wakai i Linthorne, 2005.; Nagano i sur., 2007; Domire i Challis, 2010). Konkretno, u najnovijem istraživanju Mackala i sur. (2012) cilj je bio istražiti efekte kretnji stopala tijekom odraza i različitih kuteva u zglobovima kuka, koljena i gležnja, kut odraza, trajektorija centra težišta tijela, te vršne brzine segmenata tijekom pripreme faze i faze odraza pri skoku u dalj iz mjesta analizirajući sile reakcije podloge koristeći trodimenzionalnu analizu kretanja *Smart motion*. Na osnovu dobivenih rezultata zaključili su da postoji statistički značajna razlika u efikasnosti skoka u dalj iz mjesta koji se izvodi sunožno ili raskoračno, te između skokova u dalj iz mjesta iz različitih početnih pozicija kuta u koljenu i pretklona trupa. Također, Szerdiova i sur. (2012) analizirale su utjecaj momenta količine gibanja gornjih ekstremiteta na dužinu skoka u dalj iz mjesta s i bez zamaha ruku te promjene u kinematičkim parametrima (trajektorija centra težišta tijela,

horizontalnoj i vertikalnoj brzini odraza, kutu odraza) tijekom skokova. Temeljem dobivenih rezultata autorice su zaključile da postoje statistički značajne razlike u skokovima različitih početnih položaja. Stoga, može se pretpostaviti da na konačan ishod skoka u dalj iz mjesta ima veliki utjecaj koordinacija pokreta i tehnička izvedba od same eksplozivne snage pojedinca, odnosno da je skok u dalj iz mjesta kompleksna kretna struktura koja zahtjeva visoki nivo koordinacijskih sposobnosti kako bi se postigla maksimalna izvedba skoka.

## **1.2. Kinematička analiza skoka u dalj iz mjesta**

U dosadašnjim studijima koje su imale za cilj proučavati kretnu strukturu skoka u dalj iz mjesta, između ostalog, koristila se kinematička analiza koja predstavlja analizu kretanja tijela ili segmenata tijela bez sagledavanja uzroka kretanja i na taj način omogućuje opisivanje i kvantificiranje linearnog i kutnog pomaka između segmenata ili kretanja u odnosu na okolinu kao i izračun brzine i ubrzanja tijekom izvedbe (Mejovšek, Hraski i Medved, 1997). Također, kinematička analiza omogućuje otkrivanje suštine vrhunske motoričke manifestacije ljudskog tijela. Ona je sastavni dio praktičnog i znanstvenog pristupa u analizi pojedine kretne strukture, u ovom slučaju izvedbe skoka u dalj iz mjesta, jer omogućava egzaktnu, kvantificiranu analizu koja je standard za programiranje i kontrolu procesa vježbanja. Primjena sustava za kinematičku analizu omogućuje registraciju prostorno-vremenskih pomaka bilo koje točke na tijelu ili pojedinih ekstremiteta vježbača, njihove brzine i ubrzanja, kutove, te kutne brzine u zglobnim sustavima (Hraski i Mejovšek, 1999).

Kako bi se analizirala izvedba skoka u dalj iz mjesta kretnja se promatra kroz četiri osnovne faze koje sa znanstvenog gledišta imaju utjecaj na duljinu skoka: pripremna faza, faza odraza, faza leta i faza doskoka (*Slika 2.*).



*Slika 2. Pripremna faza, faza odraza, faza leta i faza doskoka skoka u dalj iz mjesta*

Kao rezultat provedene kinematičke analize u istraživanjima Fukashire i sur. (2005), Wakaia i Linthorna (2005), Nagana i sur. (2007), te Mackala i sur. (2012) omogućen je uvid u internu strukturu gibanja i utvrđeno je da izvedba skoka u dalj iz mjesta iziskuje visoko koordinirane pokrete pojedinih segmenata tijela tijekom pripremne faze, faze odraza, leta i doskoka što u konačnici utječe na ukupnu dužinu skoka.

Tim slijedom, problem ovog istraživanja je proučiti pripremu za odraz, trenutak odraza, let i doskok tijekom skoka u dalj iz mjesta kao ključnih faza za izvođenje uspješnog skoka. Rezultati kinematičke analize relevantnih parametara koji opisuju geometriju tijela tijekom skoka u dalj iz mjesta, zatim brzine segmenata i centra težišta tijela, te vremenskih i prostornih parametara skoka, ponudit će mogući odgovor o postojanju generalnog tehničkog obrasca koji će skakači koristiti u svojim izvedbama. Također, detaljnom kinematičkom analizom ključnih faza kretne strukture skoka u dalj iz mjesta nastojat će se utvrditi razlike u izvedbi skoka u dalj iz mjesta kod dječaka od najranije dobi pa sve do adolescencije, usporedbom s modelom samog gibanja kojeg će činiti mladi sportaši. Nadalje, nastojat će se utvrditi utjecaj morfoloških karakteristika na dužinu skoka, te utvrditi eventualna senzibilna razdoblja razvoja pojedinih tehničkih elemenata (kinematičkih parametara) promatranog motoričkog gibanja.

## **2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA**

Sve do danas, kretna struktura izvedbe skoka u dalj iz mjesta predmet je istraživanja mnogih znanstvenika (Haywood i Getchell, 2009). Osnovni cilj tih studija je bio istražiti različite aspekte skoka u dalj iz mjesta kako bi se što bolje razumjeli faktori koji utječu na kontrolu i kvalitetu skoka, te optimizaciju kretanja segmenata tijela tijekom izvođenja spomenute aktivnosti u kojoj je značajno zastupljena eksplozivna snaga tipa skočnosti. Dobivene spoznaje objavljene su u brojnim radovima.

### **2.1. Istraživanja geometrije tijela tijekom skoka u dalj iz mjesta**

**Roy i sur. (1973)** su u svojoj studiji proučavali kinematičke i kinetičke parametre tijekom propulzivne faze skoka u dalj iz mjesta. Istraživanje je provedeno na uzorku od 50 ispitanika podijeljenih u grupe od 7, 10, 13 i 16 godina starosti. Horizontalna i vertikalna sila odraza izračunata je pomoću platforme dok su horizontalni i vertikalni pomaci centra težišta tijela, te brzine i akceleracije pojedinih segmenata tijela dobiveni kinematografskim zapisom. Nakon statističke obrade prikupljenih rezultata autori su ustvrdili da su statistički značajne razlike u promatranim parametrima dobivene između sedmogodišnjaka i desetogodišnjaka u

odnosu na šesnaestogodišnjake. Odnosno, zaključili su da tek nakon desete godine života nema statistički značajnih razlika u promatranim parametrima.

**Phillips i sur. (1985)** proveli su istraživanje u svrhu utvrđivanja promjena u parametrima koji su ključni tijekom odraza u skoku u dalj iz mjesta te geometrije tijela u trenutku odraza kod ispitanika u dobi od 3, 7 i 9 godina. Kretanja je promatrana kroz 15 varijabli, a prikupljeni podaci obrađeni su multivarijantnom analizom varijance. Na osnovu dobivenih rezultata autori su konstatairali da s godinama starosti nije došlo do značajnih promjena u kutu skočnog zgloba, koljena i kuka, izuzev u kutu u ramenima koji se s godinama života statistički značajno povećavao. Također, statistički značajne razlike dobivene su u varijablama nagib tijela i horizontalni pomak centara težišta tijela. Temeljem dobivenih podataka autori su zaključili da se od 3. do 9. godine života, pomicanjem centra težišta tijela prema naprijed ispred odrazne linije, smanjuje kut odraza što značajno utječe na konačnu dužinu skoka.

**Horita i sur. (1991)** proučavali su konfiguraciju segmenata tijela i funkciju zglobova nogu tijekom skoka u dalj iz mjesta kod šestogodišnjaka i dvadesetogodišnjaka. U istraživanje je bilo uključeno dvanaest muškaraca odbojkaša i osmero djece predškolske dobi. Ispitanici su izvodili skok u dalj iz mjesta s platforme i snimani su video kamerom kako bi se analizirali kinetički (momenti i sile reakcije podloge) i kinematički parametri skoka (kutevi u zglobovima, brzine i ubrzanja segmenata, prostorni pomaci centra težišta tijela, nagib tijela kut odraza), odnosno kako bi se utvrdio nivo razvoja konfiguracije tijela tijekom skoka u dalj iz mjesta kod djece prije polaska u školu. Na osnovu prikupljenih rezultata i provedene statističke analize autori su zaključili da kretna struktura izvedbe skoka u dalj iz mjesta prije trenutka odraza još uvijek nije „sazrijela“ kod šestogodišnjaka, za razliku od odraslih, jer su dobivene statistički značajne razlike u parametrima vezanima za rad zgloba kuka i poziciji centra težišta tijela u fazi čučnja prije odraza. Također, dobivene su statistički značajne razlike u konfiguraciji tijela tijekom faze leta.

**Ashbby i Heegaard (2002)** su na temelju 35 pravilnih skokova u dalj iz mjesta s i bez zamaha ruku izvedenih od strane 3 tridesetogodišnjaka imali za cilj utvrditi koliki je utjecaj zamaha ruku na dužinu skoka. Ispitanici su skakali s platforme i kretanje tijela je snimano s 4



digitalne video kamere, a program *Qualisys motion-capture system* korišten je za dobivanje kinematičkih parametara (prostorni pomaci centra težišta tijela, kuta odraza, brzine odraza, vršne brzine odraza, vršne sile odraza) segmenata tijela tijekom skokova s i bez zamaha ruku. Rezultati dobiveni statističkom analizom ukazali su da je dužina skoka u dalj iz mjesta uz pomoć ruku (2,09±0,03 m) statistički značajno veća nego bez zamaha (1,72±0,03 m).

**Wu i sur. (2003)** istraživali su utjecaj zamaha ruku i kuta u koljenu prije odraza, te utjecaj antropometrije tijela na dužinu skoka u dalj iz mjesta. Uzorak ispitanika činile su 34 studentice (19-20 godina). Korištenjem trodimenzionalnog sustava za analizu kretanja izračunati su trajektoriji centra težišta tijela, kutevi u koljenu, te sile odraza u pripremnoj fazi (do trenutka odraza). Za utvrđivanje povezanosti između dužine skoka i antropometrijskih varijabli korištena je korelacijska analiza, dok je za utvrđivanje razlika u prikupljenim parametrima korištena univarijatna analiza varijance. Dobiveni rezultati ukazuju da je statistički značajno veća dužina skoka u dalj iz mjesta izvedena prilikom kuta u koljenu 90° sa zamahom ruku (93,35±20,38 cm), nego kod kuta u koljenu 90° bez zamaha ruku (80,25±15,38 cm), zatim slijede kut u koljenu 45° sa zamahom ruku (68,23±20,12 cm) i kut u koljenu 45° bez zamaha ruku (51,70±12,79 cm). Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije pokazali su da nema statistički značajne povezanosti u antropometriji i dužini skoka kod izvedbe kuta u koljenu 90° i zamaha ruku, dok kod kuta u koljenu 45° bez zamaha ruku dužina skoka ovisi o težini tijela i dužini nogu. Na temelju dobivenih rezultata autori su zaključili da je za uspješnost u skoku u dalj iz mjesta vrlo važna brzina odraza i kut odraza, odnosno tehnika izvedbe.

**Wakai i Linthorne (2005)** imali su za cilj utvrditi optimalni kut odraza kako bi se postigla maksimalna dužina skoka u dalj iz mjesta. Uzorak ispitanika činilo je 5 tjelesno aktivnih muškaraca, u dobi od 21-28 god. koji su izvodili skok u dalj iz mjesta s različitim kutevima odraza. Skokovi su analizirani koristeći automatsku dvodimenzionalnu *Ariel Performance Analysis Sistem* video analizu. Ukupna postignuta dužina skoka dobivena je kao suma triju komponenata (odraza, leta i doskoka), a dobiveni rezultati ukazuju na ovisnost svake pojedine komponente s kutom odraza. Odnosno, na temelju prikupljenih rezultata, autori su konstatirali da je dužina leta pod velikim utjecajem brzine odraza i kuta odraza (2,34 m; 3,55 m/s; 31,4°). Naime, dužina skoka smanjuje se s promjenom geometrije tijela tijekom odraza, smanjenjem brzine odraza i povećanjem kuta odraza (2,13 m; 3,39 m/s; 39,1°).

**Mackala i sur. (2012)** u svojem istraživanju imali su za cilj: 1) istražiti efekte kretnji stopala tijekom odraza i različitih kuteva u koljenu tijekom pripremne faze skoka u dalj iz mjesta analizirajući sile reakcije podloge i koristeći trodimenzionalnu analizu kretanja *Smart motion*; 2) istražiti efikasnost skoka iz različitih položaja stopala pomoću elektromiografskih signala tri skupine izoliranih mišića nogu. Uzorak ispitanika činilo je 6 vrhunskih sprintera. Temeljem prikupljenih podataka izračunate su kinematičke i kinetičke veličine (kut u kuku, koljenu i gležnju, kut odraza, trajektorija centra težišta tijela, vršne brzine segmenata, impuls tijekom faze odraza). Na osnovu dobivenih rezultata zaključili su da postoji statistički značajna razlika u efikasnosti skoka u dalj iz mjesta koji se izvodi sunožno ili raskoračno, te između skokova različitih pozicija koljena i nagiba trupa.

**Szerdiova i sur. (2012)** prezentirale su rezultate studije u kojoj se analizirao utjecaj momenta gornjih ekstremiteta na dužinu skoka u dalj i promjene u kinematičkim parametrima tijekom skoka. Četiri mlada sportaša izvela su skok u dalj iz mjesta s i bez zamaha ruku. Na osnovu snimljenih podataka izračunale su se trajektorije centra težišta tijela, horizontalna i vertikalna brzina odraza, kut odraza i momenti gornjih ekstremiteta. Podaci su analizirani univarijantnom analizom varijance. Na osnovu dobivenih rezultata autori su zaključili da postoje statistički značajne razlike u skokovima s različitim početnim položajem.

## **2.2. Istraživanja koordinacije segmenata tijekom skoka u dalj iz mjesta**

**Aguado i sur. (1997)** su na grupi od 64 nasumično odabrana ispitanika u dobi od 19-21 godine istraživali kinematičke i kinetičke faktore povezane s izvedbom skoka u dalj iz mjesta. Na osnovu izmjerenih vršnih brzina segmenata, horizontalnih i vertikalnih brzina centra težišta u odrazu, sila odraza i kut odraza pokazalo se da nema statistički značajnih korelacija između izmjerenih varijabli, što dovodi do zaključka o velikim individualnim varijacijama tijekom skoka. Odnosno, autori su zaključili da na konačan ishod skoka ima veći utjecaj koordinacija pokreta i tehnička izvedba skoka, nego sama eksplozivna snaga pojedinca.

**Aguado i sur. (2000)** su na uzorku od devet mladih vrhunskih odbojkaša proveli detaljnu biomehaničku analizu skoka u dalj iz mjesta. Imali su za cilj usporediti maksimalnu izvedbu skoka sa sub-maksimalnim izvedbama od 35% do 80% od maksimuma. Na osnovu dobivenih kinematičkih i kinetičkih parametara i njihovom usporedbom, zaključili su da postoje velike razlike između skokova različitog stupnja tehničke izvedbe. Time su potvrdili da je skok u dalj iz mjesta kompleksna kretna struktura koja zahtijeva visoki nivo koordinacijskih sposobnosti kako bi se postigla maksimalna izvedba skoka.

**Fukashiro i sur. (2005)** prikazali su detaljnu kinematičku, kinetičku i elektromiografsku komparaciju između skoka udalj s mjesta i vertikalnog skoka tijekom faze zamaha, odraza i leta s ciljem utvrđivanja faktora koji su odgovorni za kontrolu smjera skoka. Odnosno, autori su željeli na uzorku od osam muškaraca u dobi od 24 godine utvrditi u kojoj fazi skoka, te kakva geometrija, odnosno konfiguracija tijela i koordinacija segmenata utječe na smjer skoka. Rezultati njihove studije ukazuju da na smjer skoka značajno utječe nagib trupa na samom početku faze odraza, te redoslijed aktivacije pojedinih mišića nogu tijekom faze odraza (unutar segmentalna koordinacija).

**Harrison i Keane (2007)** istraživali su kako usavršavanje skakačkih sposobnosti utječe na izvedbu skoka udalj s mjesta kod djece starosti od 5 do 6 godina. Dvadeset četvero djece podijelili su u dvije skupine. Tijekom šest tjedana (2 x 30 min) jedna skupina je uvježbavala različite oblike skokova (horizontalni, vertikalni, poskok), dok je druga skupina ispitanika vježbala samo vertikalni skok. Ispitanici su prije i nakon eksperimentalnog postupka snimljeni video kamerom prilikom izvedbe skoka udalj s mjesta. Nakon detaljne analize rezultati su pokazali da su ispitanici, koji su tijekom šest tjedana vježbali različite vrste skokova, statistički značajno popravili svoju izvedbu skoka u dalj s mjesta, dok kod grupe ispitanika koja je vježbala samo vertikalni skok, nije došlo do statistički značajnih promjena.

**Nagano i sur. (2007)** imali su za cilj istražiti optimalnu koordinaciju segmenata tijela prilikom maksimalnog horizontalnog skoka u odnosu na vertikalni skok kako bi se unaprijedilo znanje vezano za mehanizam kretanja prilikom izvedbe kretne strukture skoka. U svrhu ostvarenja cilja napravljena je stimulacija skoka udalj s mjesta i vertikalnog skoka iz jednakog početnog položaja. Promatrani su kutevi i kutne brzine segmenata, te snaga i

aktivacija mišića nogu. Najveće razlike dobivene su u radu zgloba kuka i skočnog zgloba. Odnosno, zaključili su da su kretnje u tim zglobovima veće kod horizontalnog skoka. Također, horizontalni skok traje duže i zahtijeva duže kretanje segmenta trupa. Nadalje, kod skoka u dalj iz mjesta centar težišta tijela i nagib tijela moraju biti usmjereni prama naprijed, dok kod vertikalnog skoka to nije slučaj.

**Lee i Cheng (2008)** proveli su istraživanje s ciljem utvrđivanja efekata različitih sila u ramenom zglobovima na dužinu skoka u dalj iz mjesta. U skladu s ciljem istraživanja dobiveni su momenti u zglobovima ramena na osnovu analize pet-segmentalnog modela tijekom faze leta skoka. Dobiveni rezultati su pokazali da je dužina skoka linearno povezana s momentima u zglobovima ramena. Stoga, autori zaključuju da funkcija zgloba ramena uvelike poboljšava izvedbu skoka u dalj iz mjesta.

**Labiadh i sur. (2010)** istraživali su motoričku koordinaciju kod 130 djece podijeljenih u pet dobnih skupina od 3,5 do 7,5 godina. Od ispitanika se tražilo imitiranje zadanih skokova u spontanim situacijama i različitim kontekstima oponašanja odraslih osoba koje su davane verbalnim uputama i demonstracijom. Izvedba djece je snimana i analizirana putem videa. Također su zabilježena trajanja pripreme i leta samih skokova. Rezultati su pokazali da su sve dobne skupine izvele demonstrirane zadatke, ali ne na nužno isti koordinacijski način. Kod najmlađe dobne skupine dobiveno je najviše koordinacijskih strategija skokova i najveće varijacije u trajanju, dok se kod najstarije skupine stabilizirao način koordinacije.

**Pišot i sur. (2010)** su na uzorku od 107 djece od 4-6 godina istraživali fundamentalna motorička znanja (hodanje, trčanje, puzanje, penjanje i skokovi). Na izabranim kretnim strukturama proveli su kompletnu biomehaničku analizu (kinematika, kinetika, EMG). Na prikupljenim podacima provedena je univarijatna analiza varijance i izračunati su Pearsonovi koeficijenti korelacije. Na osnovu dobivenih rezultata provedenih analiza autori su zaključili da je koordinacija (unutar-mišićna i unutar-segmentalna) primarno najvažnija prilikom izvedbe fundamentalnih motoričkih znanja u toj dobi.

### **2.3. Istraživanja razvojnih faza skoka u dalj iz mjesta**

**Wilson i Brown (1993)** istraživali su razvojne faze skoka u dalj iz mjesta na uzorku od trideset i tri ispitanika (25 dječaka i 8 djevojčica) u dobi između 4. i 7. godine života. Cilj njihovog istraživanja bio je utvrditi razlike u biomehaničkim parametrima, koji su važni za izvođenje ove kretne strukture, između pojedinih dobnih skupina ispitanika. Za potrebe svog istraživanja prikupili su kinematičke, kinetičke i antropometrijske podatke te je, u svrhu utvrđivanja razlika između pojedinih grupa ispitanika, provedena multivarijatna analiza varijance. Dobiveni rezultati ukazali su na postojanje statistički značajnih razlika između kinematičkih i kinetičkih varijabli koje definiraju odraz i doskok skoka u dalj iz mjesta s obzirom na dob ispitanika (posebice kretanje segmenata nadlaktice i podlaktice –pri zamahu ruku).

**Zheng, Chiu, Hsieh i Liao (2007)** su na uzorku od 84 učenika i učenica od 1. do 3. razreda osnovne škole proučavali korelativne odnose i razlike između osnovnih biomehaničkih parametara koji su važni prilikom izvedbe skoka u dalj iz mjesta. Dobiveni rezultati ukazali su na statistički značajnu pozitivnu korelaciju između parametara dužine skoka s kutom odraza, kutom doskoka i nagibom trupa u doskoku kod učenika prvog razreda. Učenici drugog razreda imali su statistički značajne pozitivne razlike u kutu odraza naspram prvog razreda, što je također dalo pozitivne korelacije s dužinom skoka. Dok se kod učenika trećih razreda pokazala pozitivna korelacija parametara doskoka s dužinom skoka. Na osnovu prikupljenih rezultata autori su zaključili da su dječaci bolji u izvedbi skoka u dalj iz mjesta od djevojčica, da tehnika izvedbe skoka u dalj iz mjesta ima važan utjecaj na dužinu skoka, te da izvedba skoka sazrijeva s godinama starosti.

**Zhouye i sur. (2010)** proveli su detaljnu kinematičku analizu skoka u dalj iz mjesta na dječacima od šeste do jedanaeste godine i usporedili ih s izvedbom odraslih muškaraca. Uzorak ispitanika činilo je 128 dječaka (6-11 god.) i 11 odraslih muškaraca. Za utvrđivanje kretne strukture izvedbe skoka u dalj iz mjesta korištena je dvodimenzionalna video analiza. Iz prikupljenih podataka moglo se vidjeti da se tijekom zamaha ruku kut u zglobu ramena statistički značajno povećava s godinama starosti, dok se kutevi u zglobu kuka i koljena prije odraza (faza čučnja) statistički značajno smanjuju do osme godine starosti. Statistički

značajne razlike nisu dobivene za grupu jedanaestogodišnjaka. Na temelju dobivenih rezultata autori su zaključili da je koordiniran zamah ruku vrlo važan prilikom izvedbe skoka u dalj iz mjesta, te da kod djece mlađe školske dobi još uvijek nije razvijen pravilan rad ruku, zgloba kuka i koljena u pripreмноj fazi prije odraza. Načelno su utvrdili da je motorički stereotip skoka u dalj iz mjesta gotovo sazrio u trećem razredu osnovne škole, iako su dobivene i značajne razlike u pojedinim parametrima kod 10 godišnjaka.

**Lv (2012)** koristio je metodu analitičke video analize (*Motion analyses tools*) skoka u dalj iz mjesta djece starosti od 3 do 6 godina. Cilj njegove studije bio je dobiti egzaktnе kvantitativne promjene motoričkih vještina djece tijekom izvedbe skoka u dalj iz mjesta s godinama života. Također, pratio je promjene u kutevima zgloba kuka, koljena, gležnja, lakta, ramena i trupa. Dobiveni rezultati su pokazali da utjecaj spola nije značajan faktor koji utječe na promjene kinematičkih parametara tijekom skoka, dok se geometrija skoka statistički značajno mijenja s godinama života.

#### **2.4. Istraživanja relacija antropometrijskih karakteristika i skoka u dalj iz mjesta**

**Kondrič, Mišigoj-Duraković i Metikoš (2002)** istraživali su relacije između morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti na uzorku od 400 dječaka u dobi od 7 do 9 godina. Kao rezultat provedene kanoničke korelacijske analize, dobivene su visoke statistički značajne povezanosti između izmjerena dva seta varijabli. Konkretno, za skupinu sedmogodišnjaka utvrđene su pozitivne relacije između varijabli longitudinalne i transverzalne dimenzionalnosti skeleta, te negativne između potkožnog masnog tkiva i skoka u dalj iz mjesta, dok su za skupinu devetogodišnjaka dobivene gotovo sve negativne relacije između horizontalnog skoka i morfoloških karakteristika.

**Ivanović (2008)** je na selekcioniranom uzorku od 164 ispitanika u dobi od 7 godina imao za cilj utvrditi povezanost, odnosno relacije između 14 antropometrijskih karakteristika i

11 testova motorike za procjenu koordinacije, ravnoteže i eksplozivne snage. Podaci su obrađeni kanoničkom korelacijskom analizom. Na osnovu dobivenih rezultata autor je zaključio da su ispitanici, koji su postigli veće vrijednosti u prostoru morfoloških dimenzija, polučili bolje rezultate u prostoru motorike.

**Kapetanakis, Papadopoulos, Fiska i sur. (2010)** imali su za cilj u svojoj studiji istražiti relacije između antropometrijskih parametara i skoka u dalj iz mjesta kod mladih atletičara. Uzorak ispitanika činilo je 96 dječaka u dobi od 6-13 godina. Set varijabli sastojao se od indeksa tjelesne mase, opsega struka, četiri mjere kožnih nabora i tri verzije skoka u dalj iz mjesta. Na osnovu korelacijske analize dobivene su statistički značajne negativne povezanosti kožnih nabora i skoka u dalj iz mjesta, dok s dužinom skoka i indeksom tjelesne mase i opsegom struka nisu dobivene statistički značajne korelacije. Temeljem dobivenog autori su zaključili da muskulozni krupniji mladi sportaši postižu bolje vrijednosti u skoku u dalj iz mjesta od ispitanika koji imaju više potkožnog masnog tkiva.

**Milanese, Bortolami, Bertucco, Verlato i Zancanaro (2010)** su u svojoj studiji istraživali relacije između motoričkih sposobnosti i antropometrijskih parametara kod djece u dobi od 6 do 12 godina. Uzorak od 152 djece izmjereno je setom antropometrijskih varijabli (indeks tjelesne mase, opseg struka, opseg kukova, suma pet kožnih nabora) i s dva testa motorike (skok u dalj iz mjesta i trčanje 30 m). Kao rezultat provedene korelacijske analize dobiveno je da na uspjeh u motoričkim sposobnostima statistički značajno ne utječe indeks tjelesne mase, dok je suma kožnih nabora statistički značajno u negativnoj korelaciji s brzinom kod 6 i 7 godišnjaka i dužinom skoka kod 8 do 12 godišnjaka. Na osnovu dobivenog autori su zaključili da za ispitanike od 6 do 12 godina na efikasnost eksplozivne snage i brzine ima veliki utjecaj potkožno masno tkiva jer se radi o sposobnostima koje uključuju horizontalni pomak centra težišta tijela prema naprijed.

**Roberts, Veneri, Decker i Gannotti (2012)** istraživali su povezanost između osnovnih motoričkih vještina (hodanja, trčanja, skokovi, bacanja, puzanje...) i tjelesnog statusa na uzorku od 4650 vrtičke djece. Ispitanici su bili podijeljeni u skupine: ispotprosječno teški, zdravi, iznatprosječno teški i pretili, na osnovu kriterija Centra za kontrolu i prevenciju bolesti u Sjedinjenim Američkim Državama. Temeljem dobivenih rezultata zaključili su da

pretiła djeca postižu slabije rezultate zadanim testovima za procjenu osnovnih motoričkih vještina u usporedbi sa zdravom i normalno teškom djecom.

### **3. CILJ I HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

Osnovni cilj ovog istraživanja jest utvrditi razvojne faze kinematičke efikasnosti izvođenja tehnike skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina. Iz osnovnog cilja proizlaze parcijalni ciljevi:

1. Utvrditi kinematičke parametre relevantne za efikasnu izvedbu testa skok u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.
2. Utvrditi razlike u kinematičkim parametrima izvedbe testa skok u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.



3. Utvrditi konstruktnu valjanost testa skok u dalj iz mjesta s obzirom na različite dobne skupine ispitanika.
4. Utvrditi povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara koji utječu na efikasnost skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.
5. Utvrditi utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta.

Na osnovu prethodno definiranih ciljeva ovog istraživanja postavljene su sljedeće hipoteze:

H1 - Postoji statistički značajan utjecaj pojedinih kinematičkih parametara na uspješnost izvedbe skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.

H2 - Kinematički parametri izvedbe skoka u dalj iz mjesta značajno se razlikuju između dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.

H3 – Konstruktna valjanost testa skoka u dalj iz mjesta nije zadovoljavajuća kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina, za razliku kod studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.

H4 – Postoji statistički značajna povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara koji utječu na efikasnost skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.

H5 – Postoji statistički značajan utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta.

## 4. METODE RADA

### 4.1. Uzorak ispitanika

Na temelju spoznaja dosadašnjih istraživanja, te u skladu s ciljevima ovog istraživanja selekcioniran je uzorak od 120 ispitanika muškog spola podijeljenih u pet eksperimentalnih skupina po 20 entiteta za svaku pojedinu dobnu skupinu dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina, te jednu kontrolnu skupinu koju čini 20 studenata druge godine Kineziološkog fakulteta. **Prva** eksperimentalna skupina obuhvaća djecu od 4. do 6. godine, njihova prosječna dob bila je 5,00 godina, tjelesna visina 115,15 cm, tjelesna masa 21,25 kg, dok je prosječna količina tjelesne masti bila 17,23 %. **Druga** eksperimentalna skupina obuhvaća djecu od 7. do 9. godine, njihova prosječna dob bila je 8,10 godina, tjelesna visina 134,99 cm, tjelesna masa 34,15 kg, dok je prosječna količina tjelesne masti bila 23,43 %. **Treća** eksperimentalna skupina obuhvaća djecu od 10. do 12. godine, njihova prosječna dob bila je 11,05 godina, tjelesna visina 150,35 cm, tjelesna masa 42,98 kg, dok je prosječna količina tjelesne masti bila

22,81 %. **Četvrta** eksperimentalna skupina obuhvaća djecu od 13. do 15. godine, njihova prosječna dob bila je 14,05 godina, tjelesna visina 170,31 cm, tjelesna masa 64,06 kg, dok je prosječna količina tjelesne masti bila 25,78 %, i **peta** eksperimentalna skupina obuhvaća adolescente od 16. do 18. godine, njihova prosječna dob bila je 16,95 godina, tjelesna visina 180,02 cm, tjelesna masa 73,02 kg, dok je prosječna količina tjelesne masti bila 23,65 %. **Kontrolna skupina** ispitanika obuhvaća studente od 20. do 22. godine, njihova prosječna dob bila je 20,35 godina, tjelesna visina 182,99 cm, tjelesna masa 82,43 kg, dok je prosječna količina tjelesne masti bila 23,83 %. Na taj način obuhvaćen je reprezentativni uzorak dječaka mlađe, srednje i starije predškolske dobi, te mlađe, srednje i starije školske dobi, dok skupina studenata druge godine studija Kineziološkog fakulteta u Zagrebu predstavlja model izvedbe mjerene kretne strukture.

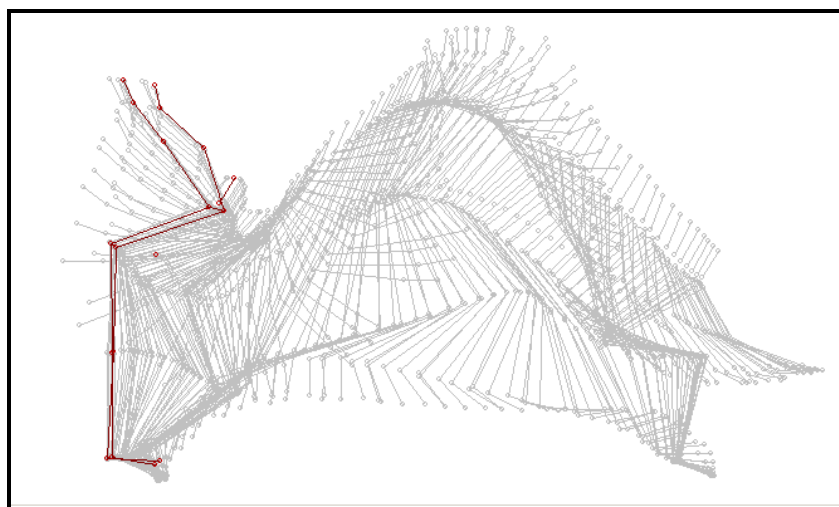
## 4.2. Uzorak varijabli

Uzorak varijabli čini 21 kinematički parametar koji su važni prilikom definiranja modela, odnosno koji su relevantni za efikasnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta (Hudson, 1986; Horita, Kitamura i Kohno, 1991; Ashby i Heegaard, 2002; Wu i sur, 2003; Fukashiro i sur., 2005; Wakai i Linthorne, 2005; Ashby i Delp, 2006; Zhouye i sur., 2010).

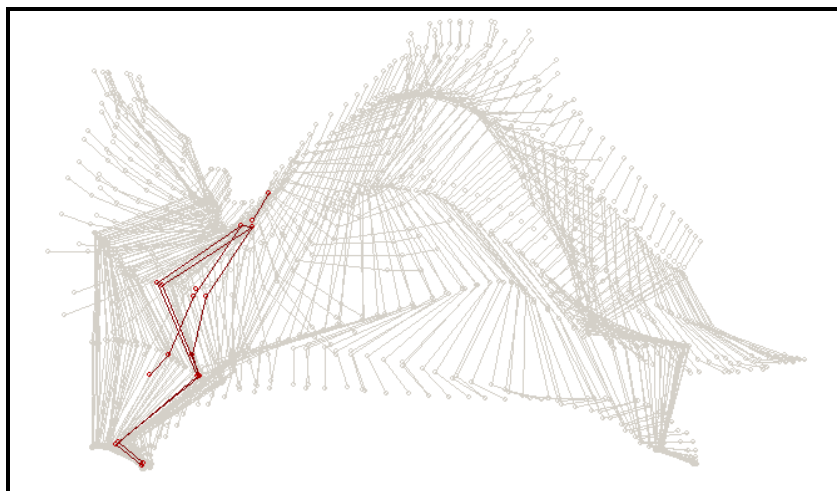
Sve varijable opisane su i analizirane kroz 4 osnovne faze skoka (1. Pripremna faza, 2. Faza odraza, 3. Faza leta, 4. Faza doskoka), a pri tome se ciljano odnose na geometriju tijela, brzine segmenata i centra težišta tijela tijekom zamaha, odraza, leta i doskoka, te vremenske i prostorne parametre skoka.

**Tablica 1.** Kinematički parametri koji determiniraju pripremnu fazu skoka u dalj iz mjesta

R. br.	Naziv varijable	Oznaka	Mjerna jedinica
Geometrija tijela u pripremnoj fazi skoka u dalj iz mjesta (Slika 3a. i 3b.)			
1.	Kut ramena na početku pripreme faze	KRPPF	°
2.	Kut ramena u najnižoj točki centra težišta	KRNNTCT	°
3.	Kut kuka u najnižoj točki centra težišta	KKUNNTCT	°
4.	Kut koljena u najnižoj točki centra težišta	KKONNTCT	°
Brzine segmenata i centra težišta tijela u pripremnoj fazi skoka u dalj iz mjesta			
5.	Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza	VMAXBR	s
6.	Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza	VMAXBKU	s
7.	Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza	VMAXBKO	s
8.	Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza	VMAXBG	s



*Slika 3a. Kut ramena na početku pripreme faze skoka u dalj iz mjesta*

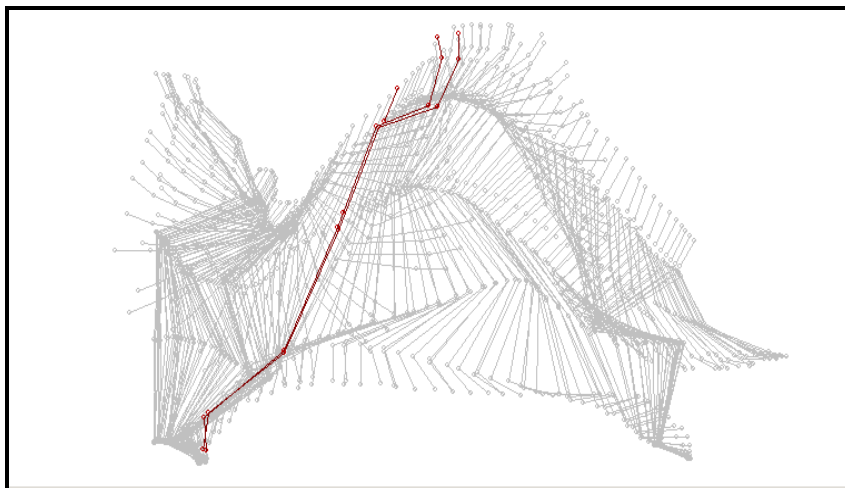


**Slika 3b.** Kut ramena, kuka i koljena u najnižoj točki centra težišta skoka u dalj iz mjesta

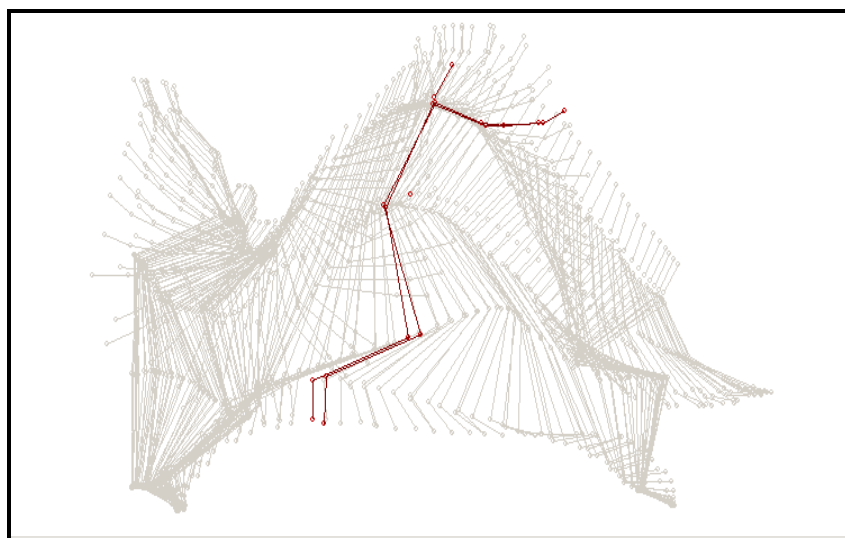
**Tablica 2.** Kinematički parametri koji determiniraju fazu odraza skoka u dalj iz mjesta

R. br.	Naziv varijable	Oznaka	Mjerna jedinica
Geometrija tijela u fazi odraza skoka u dalj iz mjesta (Slika 4.)			
1.	Kut lakta u odrazu	KLOD	°
2.	Kut ramena u odrazu	KROD	°
3.	Kut kuka u odrazu	KKUOD	°
4.	Kut koljena u odrazu	KKOOD	°
5.	Kut odraza	KOD	°
Brzine segmenata i centra težišta tijela u fazi odraza skoka u dalj iz mjesta			

6.	Vertikalna brzina odraza	VBOD	cm/s
7.	Horizontalna brzina odraza	HBOD	cm/s
Vremenski i prostorni parametri skoka u dalj iz mjesta			
8.	Trajanje faze odraza	TFOD	s



*Slika 4. Geometrija tijela u fazi odraza skoka u dalj iz mjesta*



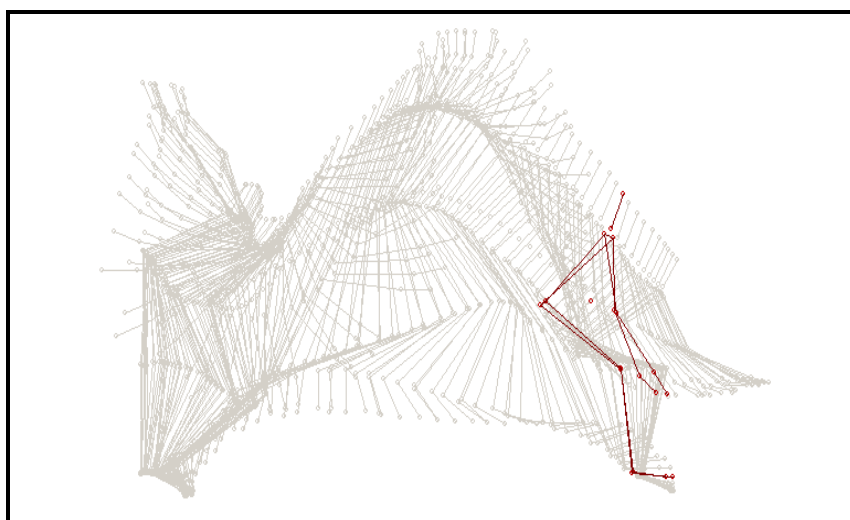
*Slika 5. Geometrija tijela u fazi leta skoka u dalj iz mjesta*

**Tablica 3.** Kinematički parametri koji determiniraju fazu leta skoka u dalj iz mjesta

R. br.	Naziv varijable	Oznaka	Mjerna jedinica
Geometrija tijela u fazi leta skoka u dalj iz mjesta (Slika 5.)			
1.	Kut lakta u najvišoj točki centra težišta	KLNVCT	°
2.	Kut ramena u najvišoj točki centra težišta	KRNVCT	°
Vremenski i prostorni parametri skoka u dalj iz mjesta			
3.	Trajanje faze leta	TFLET	s

**Tablica 4.** Kinematički parametri koji determiniraju fazu doskoka skoka u dalj iz mjesta

R. br.	Naziv varijable	Oznaka	Mjerna jedinica
Geometrija tijela u fazi doskoka skoka u dalj iz mjesta (Slika 6.)			
1.	Kut doskoka	KDOS	°
Vremenski i prostorni parametri skoka u dalj iz mjesta			
2.	Dužina skoka	DS	cm



**Slika 6.** Geometrija tijela u fazi doskoka skoka u dalj iz mjesta

Nadalje, za procjenu morfološkog statusa ispitanika primijenjena je baterija od 13 morfoloških mjera koje obuhvaćaju:

- longitudinalnu dimenzionalnost skeleta - visinu tijela, dužinu ruke, dužinu noge;
- transverzalnu dimenzionalnost skeleta – dijametar šake, dijametar skočnog zgloba, bikristalni raspon;
- cirkularnu dimenzionalnost skeleta – tjelesna masa, opseg nadlaktice, opseg potkoljenice;
- potkožno masno tkivo – kožni nabor leđa, kožni nabor nadlaktice, supra patelarni kožni nabor;
- udio tjelesne masti u ukupnoj tjelesnoj masi (postotak tjelesne masti – prema Lohman, 1981).

Također, varijable čine:

- dob ispitanika;
- vertikalni skok na platformi bez zamaha ruku.

Vertikalni skok (eng. *Countermovement Jump*) izvodio se na *Kistlerovoj Quattro Jump* (9290AD) platformi za mjerenje sile reakcije podloge. Vertikalni skok iz polučučnja s pripremom bez zamaha ruku izvodio se prema *Quattro Jump Bosco Protokol-u* koji omogućava kvantifikaciju izvedbe donjih ekstremiteta, odnosno omogućava objektivno mjerenje sile i vremena, te izračunavanje veličina: snage, visine skoka, broja skokova, itd (Bosco, 1983).

Za razliku od drugih metoda za procjenu parametara skočnosti, *Kistlerova Quattro Jump* platforma mjeri upravo onaj segment koji je od značajnog interesa - silu skoka u odnosu na vrijeme. Krajnji rezultat i njegova specifičnost uvjetuje raznolikost parametara i prezentira se u okviru protokola tog specifičnog skoka, u ovom slučaju vertikalnog skoka iz polučučnja s pripremom bez zamaha ruku (eng. *Countermovement Jump*).

Kod izvedbe skoka iz polučučnja s pripremom u točki promjene smjera kretanja u mišiću i tetivama, nalazi se zaliha elastične energije koja se usmjerava u sljedeću,



koncentričnu fazu skoka. Ruke ispitanika izolirane su na kukovima, iz razloga da u izvedbi skoka ne utječu na sposobnost koja se skokom testira; ispitanik stoji u raskoračnom stavu nekoliko sekundi, spušta se u poziciju čučnja s kutom natkoljenice i potkoljenice od cca. 90° i bez zaustavljanja u točki promjene smjera kretanja izvodi maksimalan vertikalni skok, a zatim doskok u počučanj. Ponovno zauzima početnu poziciju, koja označava kraj izvedbe testa (Antekolović, 1999).

### **4.3. Protokol mjerenja**

Važno je napomenuti da je skok u dalj iz mjesta pretpostavljeno simetrična kretna struktura pa su stoga sve kinematičke varijable izračunate na lijevoj strani tijela. Istraživanje je provedeno u vrtićima, školama i fakultetu na području grada Zagreba. Svi ispitanici su dobrovoljno sudjelovali u istraživanju, a za djecu su se prikupile suglasnosti roditelja. Prikupljanje podataka provodilo se u prijepodnevnim satima, uvijek u isto doba, s istim instrumentima, a mjerenje su provodili uvijek iste osobe, educirani mjeritelji. Sva morfološka mjerenja provodila su se prema standardnim postupcima i instrumentima kako su opisani u Međunarodnom biološkom programu (*International Biological Program-IBP*).

Prikupljanje kinematičkih varijabli provodilo se pomoću dvije digitalne video kamere koje rade brzinom od 60 slika u sekundi. Svi ispitanici bili su u sportskoj obući i odjeći, a test se izvodio na traci za skok u dalj iz mjesta koja ima označenu startnu liniju i mjernu skalu u

centimetrima (*Slika 7.*). Ispitanici su imali pravo na tri probna pokušaja, a zatim su tri puta za redom izvodili test. Prilikom izvedbe bilo je važno da se uz pomoć zamaha ruku sunožno odraze i što dalje sunožno doskoče. Od po tri snimljena skoka za svakog ispitanika za analizu se u obzir uzimao najduži skok. Sakupljeni video zapisi bili su digitalizirani i obrađeni standardiziranim *Ariel Performance Analysis Sistem* postupkom (APAS, 1997).



*Slika 7. Traka za skok u dalj iz mjesta*

Ispitanici su također izveli tri vertikalna skoka iz polučučnja s pripremom bez zamaha ruku na *Kistlerovoj Quattro Jump (9290AD)* platformi za mjerenje sile reakcije podloge prema standardnom *Quattro Jump Bosco Protokolu* za specifičan skok *Countermovement Jump* (*Slika 8.*).



*Slika 8. Vertikalni skok iz polučučnja s pripremom bez zamaha ruku na platformi za mjerenje sile reakcije podloge*

#### **4.4. Akvizicija podataka**

Snimanje video materijala izvršeno je s dvije digitalne video kamere koje rade brzinom od 60 slika u sekundi. Kamere su bile smještene pod kutom od  $45^\circ$  u odnosu na os koja prolazi kroz vertikalnu mjesto odraza, okomitu na smjer skoka. Udaljenost kamere od odrazišta bila je 7,5 m. Objektivni kamere nalazili su se u visini sternuma skakača. Zbog relativno velike brzine analiziranih gibanja, brzina zatvarača na kamerama bila je podešena na 1/1000 sekunde. Prije samog snimanja, u svrhu precizne kalibracije prostora i zadovoljavanja pretpostavki za mogućnost provedbe trodimenzionalne analize, obim kamerama usnimljen je

referentni okvir (dimenzija 180 x 180 x 90). Kako referentni okvir definira i orijentaciju koordinatnog sustava, koji je bio korišten pri analizi podataka, redoslijed učitavanja točaka s okvira bio je takav da se os  $x$  podudara s dužinom, os  $y$  s visinom, a os  $z$  s dubinom analiziranog gibanja. Također, istovremeno je locirana i usnimljena takozvana *čvrsta točka* koja je bila vidljiva tijekom cijelog snimanja (Ariel, 1990; Hraski, 2000).

#### 4.5. Procesiranje podataka

Procesiranje podataka izvršeno je prema standardima programa za analizu kretanja *Ariel Performance Analysis Sistem-a*, uz uvažavanje specifičnosti što ih nameću model i motorički stereotip koji je predmet analize ovog istraživanja. U tom smislu, nakon akvizicije snimljenog materijala, procesiranje podataka provedeno je kroz nekoliko faza (modula): capture, trimming, digitalizacija, transformacija, filtriranje, izračunavanje kinematičkih veličina, prezentacija podataka (Ariel, 1990).

Prvi analitički korak nakon snimanja bio je prijenos video slike na tvrdi disk računala. Stoga, u *Ariel capture* modulu snimljeni video zapisi pohranjuju se u obliku klipova u AVI formatu svakog pojedinačnog skoka u dalj iz mjesta lijeve i desne kamere na tvrdi disk računala kao samostalne slike u boji u digitaliziranom formatu. Zatim se prelazi na *Ariel trim softver* modul koji pruža mogućnost za uređivanje nekoliko video sekvenci istovremeno. Svrha ove faze je da se pohranjene avi datoteke, odnosno nizovi slika svakog pojedinog skoka u dalj iz mjesta iz lijeve i desne kamere, „režu“ na temelju sinkronizacije događaja (trenutak odraza).

U *Apas digitize* modulu, za svaku sliku zapisa, izvršena digitalizacija 18 referentnih točaka koje definiraju 14 segmenata tijela: stopala (2), potkoljenice (2), natkoljenice (2), trup, dlanovi (2), podlaktice (2), nadlaktice (2) i glava. Primijenjeni antropometrijski model zasniva se na modelu Zaciorskog, Aurin i Selujanov (1981) prilagođenom specifičnostima koje pretpostavlja sustav *Ariel Performance Analysis Sistem*. Osim digitalizacije referentnih točaka tijela za svaku je kameru digitalizirano i osam točaka koje definiraju kalibracijski okvir. Iako sustav dopušta automatsku digitalizaciju, zbog problema lociranja i interferencije potencijalnih markera, te snimanja sa samo dvije kamere, za potrebe ovog istraživanja digitalizacija je izvršena manualno (APAS, 1997).

Objedinjavanje pojedinačnih digitaliziranih zapisa jedne i druge kamere u trodimenzionalni prostor izvršeno je u transformacijskom modelu. Od nekoliko različitih načina transformacije, koje dopušta *Ariel Performance Analysis Sistem* procedura, korištena je metoda direktne linearne transformacije. Prednost ove metode je što ne iziskuje unos prostornih lokacija i orijentacija kamera, već kao ulazne parametre koristi dvodimenzionalne koordinate referentnih točaka tijela i kalibracijskog okvira. Na taj način dobivene su realne trodimenzionalne koordinate položaja referentnih točaka tijela pomoću kojih je moguće locirati i orijentirati svaki segment tijela, te tako i čitavo tijelo ispitanika pri izvođenju analizirane kretne strukture. Također, na ovom nivou procesiranja podataka izračunate su lokacije centra težišta tijela. Naime, na osnovu prethodno unesenih podataka o masi i visini ispitanika izračunate su distribucije masa svih pojedinačnih segmenata tijela na osnovu čega su onda izračunate i lokacije težišta čitavog tijela.

Redukcija šumova, nastalih pri digitalizaciji referentnih točaka, izvršena je u modulu za filtriranje. Iako su greške lokacije referentnih točaka najčešće bile vrlo male, ova faza procesiranja neophodna je da bi se iz derivacija prostornih pomaka pojedinih točaka mogle objektivnije izračunati njihove brzine. Za potrebe ove studije filtriranje podataka izvršeno je *Cubic Spline* filterom, nezavisno za svaku referentnu točku analizirane sekvence (APAS, 1997).

Izračunavanje kinematičkih veličina iz prethodno pripremljenih podataka (digitalizacija, transformacija, filtriranje) odnosilo se je na parametre i veličine koje determiniraju izvedbu kretne strukture skoka u dalj iz mjesta. U ovoj fazi izračunati su kutevi segmenata tijela, prostorni i vremenski pomaci, te brzine referentnih točaka tijela tijekom izvedbe skoka u dalj iz mjesta. Model za prezentaciju podataka korišten je za prikaz rezultata prethodnih analiza. Tako su kao tzv. *stick figure* izdvojene karakteristične faze skoka u dalj iz mjesta koje predstavljaju geometriju tijela u pojedinim fazama skoka. Također, u ovom su modulu izrađeni grafički prikazi pojedinih analiziranih vremenskih i prostornih parametara, te brzine segmenata i centra težišta analizirane kretne strukture (APAS, 1997).

#### **4.6. Metode obrade podataka**

Za analizu prikupljenih podataka koristio se programski paket Statistica for Windows Version 9. Za sve varijable u svim mjerenjima izračunati su centralni i disperzivni parametri: aritmetička sredina (AS) i standardna devijacija (SD). Normalnost distribucije varijabli testirana je Kolmogorov-Smirnovljev testom.

Utjecaj pojedinih kinematičkih parametara na efikasnost izvedbe skoka u dalj iz mjesta utvrđen je stupnjevitom multiplom regresijskom analizom (metodom postupnog proširenja modela i metodom postupnog sužavanja modela, eng. *forward* i *backward* stepwise modeli).

Razlike u kinematičkim parametrima izvedbe skoka u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta utvrđene su univarijantnom analizom varijance.

Konstruktna (konvergentna) valjanost testa skok u dalj iz mjesta s obzirom na dob, te povezanost morfoloških varijabli s kinematičkim parametrima koji utječu na efikasnost skoka u dalj iz mjesta, utvrđena je Pearsonovim koeficijentom korelacije, dok je utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta utvrđen polinomijalnom regresijskom analizom.

## 5. REZULTATI

Rezultati ovog istraživanja prikazani su logičkim slijedom, odnosno redosljedom postavljenih ciljeva i hipoteza te opisanih metoda obrade podataka.

### 5.1. Deskriptivna statistika

Na samom početku studije provedeno je utvrđivanje normaliteta distribucije rezultata u svim izmjerenim varijablama pomoću Kolmogorov-Smirnovljev testa. Rezultati Kolmogorov-Smirnovljev testa pokazali su da sve varijable imaju normalnu distribuciju, što

znači da empirijske distribucije u svim izmjerenim varijablama ne odudaraju značajno od teoretske normalne distribucije.

**Tablica 5.** Centralni i disperzivni parametri morfoloških karakteristika dječaka i adolescenata od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta

Dob	4-6 god.	7-9 god.	10-12 god.	13-15 god.	16-18 god.	KF
Morfološke karakteristike	AS SD	AS SD	AS SD	AS SD	AS SD	AS SD
Visina tijela-LDVT	115,15 4,52	134,99 8,10	150,35 7,83	170,31 8,50	180,02 7,03	182,99 6,40
Dužina ruke-LDDR	49,54 2,45	54,87 4,26	62,51 3,94	72,26 5,07	77,91 3,33	78,78 3,84
Dužina noge-LDDN	61,21 4,14	76,00 5,10	86,20 5,07	98,69 4,83	103,44 4,62	102,30 4,82
Dijametar šake-TDDL	41,35 2,01	55,40 5,13	60,35 6,03	67,75 6,41	72,10 4,08	72,65 2,46
Dijametar skočnog zgloba-TDDG	55,70 2,13	62,70 4,51	67,03 4,58	70,60 3,76	72,40 4,33	74,75 2,34
<b>Bikristalni raspon-TDBR</b>	15,74 1,28	19,06 <b>2,42</b>	20,86 <b>1,98</b>	25,78 <b>3,17</b>	30,43 <b>1,80</b>	30,68 <b>1,49</b>
<b>Tjelesna masa-CDTM</b>	21,25 2,66	34,15 8,99	42,98 <b>11,15</b>	64,06 <b>14,18</b>	73,02 <b>15,89</b>	82,43 <b>7,72</b>
<b>Opseg nadlaktice-CDON</b>	17,69 <b>1,21</b>	24,62 4,73	26,35 4,67	30,10 5,36	27,80 4,17	32,56 3,06
Opseg potkoljenice-CDOP	24,04 1,85	31,39 4,34	34,85 4,84	38,47 4,78	36,84 3,94	38,52 2,46
Kožni nabor leđa-KNL	5,40 1,46	10,63 8,26	8,95 5,39	12,82 6,15	10,75 4,18	11,98 2,54
Kožni nabor nadlaktice-KNNAD	8,85 2,79	12,87 5,91	12,57 6,09	13,33 7,55	10,07 4,22	7,72 3,38
Suprapatelarni kožni nabor-SPKN	9,93 3,14	11,98 3,79	11,10 5,61	11,45 5,61	9,02 4,33	7,57 2,03
<b>Postotak tjelesne masti-%TM</b>	17,23 <b>4,90</b>	23,43 <b>9,19</b>	22,81 7,74	25,78 8,68	23,65 5,91	23,83 6,54

Legenda: AS-aritmetička sredina; SD-Standardna devijacija; KF-studenti Kineziološkog fakulteta

U **tablici 5.** prikazani su deskriptivni parametri pokazatelja svih 13 izmjerenih morfoloških karakteristika dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta. Iz prikazanih rezultata centralnih i disperzivnih parametara vidljivo je da kod skupine dječaka od 4 do 6 godina i 7 do 9 godina pokazatelj *postotak tjelesne masti* ima najveći varijabilitet rezultata, dok kod svih ostalih izmjerenih skupina pokazatelj *tjelesna masa* ima najveći varijabilitet. Najmanja varijabilnost rezultata dobivana je u varijabli *bikristalni raspon* kod svih skupina ispitanika izuzev kod dječaka od 4 do 6 godina kod kojih je najmanje odstupanje od središnje vrijednosti dobiveno u pokazatelju *opseg nadlaktice*.

Centralni i disperzivni parametri kinematičkih varijabli dječaka i adolescenata od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta prikazani su u **tablici 6**. Kod svih izmjerenih skupina dječaka i adolescenata od 4 do 18 godina pokazatelj *kut ramena u najvišoj točki centra težišta* ima najveći varijabilitet rezultata jedino kod skupine studenata Kineziološkog fakulteta najveći varijabilitet je dobiven u varijabli *kut lakta u odrazu*. Nadalje, iz prikazanih rezultata centralnih i disperzivnih parametara vidljivo je da je najmanji varijabilitet, odnosno odstupanje rezultata od aritmetičke sredine kod svih izmjerenih skupina ispitanika dobiven u varijablama koje se odnose na brzine segmenata tijela u pripremnoj fazi skoka u dalj iz mjesta, a to su: *vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza*, *vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza*, *vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza* i *vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza*.

**Tablica 6.** Centralni i disperzivni parametri kinematičkih parametara dječaka i adolescenata od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta

Dob	4-6 god.	7-9 god.	10-12 god.	13-15 god.	16-18 god.	KF
Kinematički parametri	AS SD	AS SD	AS SD	AS SD	AS SD	AS SD
Kut ramena na početku pripreme faze-KRPPF	55,39 38,74	20,50 68,79	32,34 70,06	50,46 47,44	46,17 46,05	63,34 16,07
Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNTCT	40,32 30,12	40,91 35,47	36,46 23,23	38,62 15,89	31,12 14,84	27,42 10,85
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	61,14 18,86	82,73 19,36	76,03 16,18	78,09 17,02	89,25 15,40	85,35 15,09
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT	96,84 14,74	108,13 25,90	101,72 8,62	108,82 10,14	106,33 9,81	108,74 10,57
<b>Kut lakta u odrazu-KLOD</b>	119,23 41,27	114,35 35,10	101,48 29,54	92,77 31,10	96,23 33,45	126,15 <b>24,73</b>



Kut ramena u odrazu-KROD	91,38 73,52	91,17 68,57	124,35 30,27	115,10 31,86	115,76 38,43	152,43 13,51
Kut kuka u odrazu-KKUOD	165,95 10,45	168,78 13,81	170,44 7,97	169,59 10,04	173,35 14,32	179,69 8,36
Kut koljena u odrazu-KKOD	147,22 9,52	145,58 14,53	144,33 10,52	146,33 8,96	147,52 11,88	159,60 8,52
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	135,03 39,07	125,47 34,66	113,61 37,46	101,62 31,15	115,03 29,94	132,46 20,89
<b>Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT</b>	149,81 <b>116,70</b>	173,72 <b>122,84</b>	184,21 <b>91,17</b>	149,80 <b>140,32</b>	124,51 <b>124,05</b>	120,33 22,01
Kut odraza-KOD	31,46 7,71	31,36 6,39	31,42 5,91	31,39 4,91	32,77 4,12	28,39 2,99
Kut doskoka-KDOS	42,57 6,31	40,40 5,23	39,18 3,07	38,21 4,32	36,56 3,91	36,72 2,91
Vertikalna brzina odraza-VBOD	102,81 24,55	106,28 21,04	132,22 24,65	139,67 22,43	159,25 23,76	165,02 17,28
Horizontalna brzina odraza-HBOD	168,89 20,04	176,55 30,89	216,49 21,98	229,15 22,59	247,10 22,82	305,73 22,05
Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza -VMAXBR	-0,23 <b>0,16</b>	-0,17 <b>0,11</b>	-0,20 <b>0,10</b>	-0,21 <b>0,07</b>	-0,16 <b>0,09</b>	-0,14 <b>0,04</b>
Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza-VMAXBKU	-0,07 <b>0,02</b>	-0,09 <b>0,07</b>	-0,05 <b>0,02</b>	-0,05 <b>0,02</b>	-0,03 <b>0,02</b>	-0,02 <b>0,02</b>
Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza-VMAXBKO	-0,06 <b>0,02</b>	-0,06 <b>0,07</b>	-0,05 <b>0,02</b>	-0,05 <b>0,02</b>	-0,04 <b>0,02</b>	-0,04 <b>0,01</b>
Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza -VMAXBG	-0,03 <b>0,02</b>	-0,03 <b>0,02</b>	-0,03 <b>0,03</b>	-0,03 <b>0,02</b>	-0,03 <b>0,03</b>	-0,08 <b>0,04</b>
Trajanje faze odraza-TFOD	0,29 0,09	0,27 0,06	0,26 0,04	0,26 0,04	0,23 0,04	0,24 0,04
Trajanje faze leta-TFLET	0,24 0,06	0,23 0,05	0,27 0,05	0,27 0,04	0,32 0,06	0,32 0,05
Dužina skoka-DS	91,42 14,60	107,00 22,64	147,83 16,29	162,75 18,77	186,42 17,13	239,08 16,41

Legenda: AS-aritmetička sredina; SD-Standardna devijacija; KF-studenti Kineziološkog fakulteta

## 5.2. Utvrđivanje kinematičkih parametara relevantnih za efikasnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta

Sukladno prvom cilju ovog istraživanja, utvrditi kinematičke parametre relevantne za efikasnu izvedbu testa skok u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta, korištena je stupnjevita multipla regresijska analiza i to pomoću dvije metode: metoda postupnog proširenja modela i metoda postupnog sužavanja modela.

Na osnovu dobivenih rezultata stupnjevite multiple regresijske analize za skupinu studenata druge godine Kineziološkog fakulteta, koji ujedno predstavljaju model izvedbe skoka u dalj iz mjesta ostalim ispitanicima, vidljivo je da postoji statistički značajan utjecaj

pojedinih kinematičkih parametara na efikasnost izvedbe skoka u dalj iz mjesta (**Tablica 7. i 8.**). Rezultati stupnjevite multiple regresijske analize dobiveni metodom postupnog proširenja modela kinematičkih parametara pokazuju da na dužinu skoka statistički značajno utječu *horizontalna brzina odraza* i varijable koje definiraju rad odnosno zamah ruku tijekom izvedbe skoka u dalj iz mjesta - *kut lakta u odrazu*, *kut ramena u najvišoj točki centra težišta* i *kut ramena na početku pripremne faze*. Rezultati stupnjevite multiple regresijske analize dobiveni metodom postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu mladih sportaša još su detaljnije opisali model izvedbe skoka u dalj iz mjesta, odnosno dali su još precizniju specifikaciju kinematičkih parametara relevantnih za efikasnu izvedbu promatrane kretne strukture. Naime, iz dobivenih rezultata prikazanih u **tablici 8.** može se konstatirati da je test skok u dalj iz mjesta determiniran, izuzev parametrom *horizontalna brzina odraza* i varijablama koje su reprezentativni pokazatelj zamaha ruku tijekom skoka (*kut lakta u trenutku odraza*), i kinematičkim parametrom *kut odraza*.

**Tablica 7.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog proširenja modela kinematičkih parametara za skupinu studenata druge godine Kineziološkog fakulteta

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (10,9) = 41,914		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	1,55	2,33	<b>*0,05</b>
<b>Kut lakta u odrazu-KLOD</b>	0,41	3,77	<b>*0,00</b>
Vertikalna brzina odraza-VBOD	-0,91	-0,98	0,35
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	0,08	1,30	0,22
<b>Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT</b>	-0,30	-3,90	<b>*0,00</b>
<b>Kut ramena na početku pripremne faze-KRPPF</b>	0,21	3,03	<b>*0,01</b>

Kut doskoka-KDOS	0,21	1,99	0,08
<b>Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNTCT</b>	0,20	2,32	<b>*0,05</b>
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	-0,16	-1,58	0,15
Kut odraza-KOD	1,24	1,17	0,27

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 8.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu studenata druge godine Kineziološkog fakulteta

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (3,16) = 34,087		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Kut lakta u odraza-KLOD</b>	0,39	3,80	<b>*0,00</b>
<b>Kut odraza-KOD</b>	0,39	3,64	<b>*0,00</b>
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	0,80	6,79	<b>*0,00</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

U **tablicama 9. i 10.** prikazani su rezultati stupnjevite multiple regresijske analize, dobiveni metodom postupnog proširenja modela kinematičkih parametara i metodom postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka u dobi od 4 do 6 godina. Iz označenih p-vrijednosti, koje su značajne na razini  $p \leq 0,05$ , može se konstatirati da postoji statistički značajan utjecaj pojedinih kinematičkih parametara na dužinu skoka u dalj iz mjesta. Međutim, za razliku od studenata druge godine Kineziološkog fakulteta, kod skupine dječaka u dobi od 4 do 6 godina dužina skoka ovisi isključivo o parametrima *horizontalna brzina odraza* i *vertikalna brzina odraza*.

**Tablica 9.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog proširenja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka od 4 do 6 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,18) = 44,126		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	0,96	8,26	<b>*0,00</b>
Kut doskoka-KDOS	0,22	1,97	0,07

<b>Vertikalna brzina odraza-VBOD</b>	0,25	2,24	<b>*0,04</b>
Kut lakta u odrazu-KLOD	-0,20	-1,84	0,09

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 10.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka od 4 do 6 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (4,15) = 20,597		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	0,84	6,64	<b>*0,00</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

Rezultati stupnjevite multiple regresijske analize, dobiveni metodom postupnog proširenja modela kinematičkih parametara i metodom postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka u dobi od 7 do 9 godina, prikazani su u **tablicama 11. i 12.** Iz dobivenih rezultata može se tvrditi da kod dječaka u dobi od 7 do 9 godina također postoji statistički značajan utjecaj pojedinih kinematičkih parametara na efikasnost skoka u dalj iz mjesta, tj. dužina skoka ovisi o parametrima *horizontalna brzina odraza* i *vertikalna brzina odraza*, ali za razliku od skupine 4 do 6 godišnjaka, i o parametrima *kut kuka u najnižoj točki centra težišta*, *kut ramena u odrazu*, te *kut odraza*.

**Tablica 11.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog proširenja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka od 7 do 9 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (3,16) = 44,771		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	0,80	9,61	<b>*0,00</b>
Kut ramena u odrazu-KROD-L	0,19	1,52	0,15
<b>Vertikalna brzina odraza-VBOD</b>	0,23	3,01	<b>*0,01</b>
<b>Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT</b>	-0,20	-2,63	<b>*0,02</b>
Kut ramena u najvišoj točki centra težišta KRNVTCT	0,23	1,91	0,08
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta KKONNTCT	0,13	1,79	0,10

Kut doskoka-KDOS	0,12	1,33	0,21
------------------	------	------	------

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 12.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka od 7 do 9 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (7,12) = 30,797		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Kut ramena u odrazu-KROD</b>	0,33	3,79	<b>*0,00</b>
<b>Kut odraza-KOD</b>	0,35	3,36	<b>*0,00</b>
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	0,95	8,69	<b>*0,00</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

Kao i kod prijašnjih skupina ispitanika, tako i kod dječaka u dobi od 10 do 12 godina postoji statistički značajan utjecaj pojedinih kinematičkih parametara na efikasnost izvedbe skoka u dalj iz mjesta (**Tablica 13. i 14.**). Na osnovu rezultata provedene stupnjevite multiple regresijske analize, vidljivo je da dužina skoka u dalj iz mjesta i dalje ovisi o parametru *vertikalna brzina odraza*, ali za razliku od skupina 4 do 6 i 7 do 9 godišnjaka, javljaju se parametri koji još detaljnije definiraju geometriju tijela prije odraza, u samom trenutku odraza i fazi leta, a to su *kut koljena u najnižoj točki centra težišta*, *kut kuka u trenutku odraza*, *kut odraza* i *kut ramena u najvišoj točki centra težišta*. Nadalje, za razliku od skupina ispitanika od 4 do 6 i 7 do 9 godina, kod dječaka od 10 do 12 godina statistički značajan utjecaj na dužinu skoka u dalj iz mjesta ima kinematički parametar *kut doskoka*.

**Tablica 13.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog proširenja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka od 10 do 12 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (2,17) = 36,761		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Horizontalna brzina odraza-HBOD	-0,23	-0,27	0,80
Vertikalna brzina odraza-VBOD	2,76	1,70	0,13
<b>Kut doskoka-KDOS</b>	0,30	2,57	<b>*0,03</b>
<b>Kut kuka u trenutku odraza-KKUOD</b>	-0,36	-2,56	<b>*0,03</b>

Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT	-0,21	-2,25	<b>*0,05</b>
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT	-0,39	-2,97	<b>*0,02</b>
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	0,33	2,24	0,06
Kut odraza-KOD	-3,15	-1,54	0,16
Kut koljena u odrazu-KKOD	0,35	2,26	0,05
Kut ramena na početku pripreme faze -KRPPF	-0,15	-1,35	0,22
Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNTCT	0,13	1,16	0,28

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 14.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka od 10 do 12 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (11,8) = 14,845		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Kut odraza-KOD</b>	-2,13	-8,50	<b>*0,00</b>
<b>Vertikalna brzina odraza-VBOD</b>	2,06	8,19	<b>*0,00</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 15.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog proširenja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka od 13 do 15 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,18) = 36,291		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	1,96	2,93	<b>*0,01</b>
Kut odraza-KOD	2,30	1,75	0,10
Kut lakta u odrazu-KLOD	0,20	1,82	0,09
<b>Kut kuka u odrazu-KKUOD</b>	0,26	2,25	<b>*0,04</b>
Vertikalna brzina odraza-VBOD	-1,72	-1,51	0,15

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 16.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu dječaka od 13 do 15 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (5,14) = 16,454		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	0,82	6,02	<b>*0,00</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$ 

Na osnovu rezultata dobivenih stupnjevitom multiplom regresijskom analizom putem metode postupnog proširenja modela i metode postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu ispitanika od 13 do 15 godina, vidljivo je da također postoji statistički značajan utjecaj pojedinih varijabli na uspješnost u skoku u dalj iz mjesta (**Tablica 15. i 16.**). Za razliku od rezultata skupina ispitanika od 4 do 6, 7 do 9 i 10 do 12 godina, kod skupine 13 do 15 godišnjaka izostaje statistički značajan utjecaj parametra *vertikalna brzina odraza* na dužinu skoka, odnosno do izražaja dolazi konkretno *horizontalna brzina odraza* i parametar koji definira geometriju tijela u trenutku odraza *kut kuka u trenutku odraza*.

**Tablica 17.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog proširenja modela kinematičkih parametara za skupinu adolescenata od 16 do 18 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (2,17) = 10,220		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	1,21	5,79	<b>*0,00</b>
Kut lakta u odrazu-KLOD	0,14	0,73	0,48
Kut ramena na početku pripremne faze -KRPPF	-0,32	-1,98	0,07
<b>Kut kuka u odrazu-KKUOD</b>	-0,49	-2,66	<b>*0,02</b>
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	0,38	1,88	0,08
Kut doskoka-KDOS	0,26	1,44	0,17

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 18.** Stupnjevita multipla regresijska analiza - metoda postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu adolescenata od 16 do 18 god.

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (6,13) = 9,437		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
<b>Kut odraza-KOD</b>	-1,21	-4,15	<b>*0,00</b>
<b>Vertikalna brzina odraza-VBOD</b>	1,30	4,45	<b>*0,00</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

Iz rezultata prikazanih u **tablicama 17. i 18.** može se uočiti da se, kao i kod ranije prikazanih skupina ispitanika, i kod adolescenata nastavlja slijed statistički značajnih varijabli koje definiraju efikasnost skoka u dalj iz mjesta, a to su *horizontalna brzina odraza, kut kuka u odrazu, kut odraza* i *vertikalna brzina odraza*. Naime, ponovno se radi o varijablama brzine centra težišta tijela u fazi odraza i varijablama koje sudjeluju u definiranju geometrije tijela u trenutku odraza, međutim još uvijek nedostaje statistički značajan utjecaj parametara koji definiraju rad ruku, odnosno neizmjereno važan zamah ruku u pripremnoj fazi, a to su *kut ramena na početku pripremne faze* i *kut ramena u najnižoj točki centra težišta*, te blokada ruku u fazi leta skoka u dalj iz mjesta odnosno *kut ramena u najvišoj točki centra težišta* kao što je slučaj kod studenata Kineziološkog fakulteta.

### **5.3. Utvrđivanje razlika u kinematičkim parametrima izvedbe testa skok u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta**

U skladu s drugim ciljem ovog istraživanja korištena je univarijatna analiza varijance kako bi se utvrdile razlike u kinematičkim parametrima izvedbe testa skok u dalj iz mjesta između skupina dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta koji ujedno predstavljaju model izvedbe samoga skoka.

Iz rezultata prikazanih u **tablici 19.** može se vidjeti da postoje statistički značajne razlike u kinematičkim parametrima izvedbe skoka u dalj iz mjesta između skupine dječaka od 4 do 6 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta u većini izmjerenih varijabli. Na osnovu dobivenog može se konstatirati da u navedenom uzorku ispitanika



kinematički parametri koji determiniraju geometriju tijela u svim fazama skoka u dalj iz mjesta (pripremna faza, faza odraza, faza leta i faza doskoka) idu u korist mladih sportaša odnosno studenata druge godine Kineziološkog fakulteta (**Kinogram 1. i 2.** u prilogu). Nadalje, iz prikazanih razlika u kinematičkim parametrima izvedbe skoka u dalj iz mjesta između skupine ispitanika od 7 do 9 godina i studenata Kineziološkog fakulteta može se vidjeti da su se pokazale statistički značajne razlike u promatranim kinematičkim parametrima vrlo sličnim kao i kod analize razlika skupine od 4 do 6 godina i studenata Kineziološkog fakulteta. Iznimka su varijable koje definiraju geometriju tijela u pripremnoj fazi skoka. Naime, kod 7 do 9 godišnjaka pojavila se statistički značajna razlika u parametru *kut ramena na početku pripremne faze*, dok nisu dobivene razlike u parametrima *kut kuka u najnižoj točki centra težišta* i *kut koljena u najnižoj točki centra težišta* (**Kinogram 1. i 3.** u prilogu). Što se tiče varijable *kut kuka u najnižoj točki centra težišta* može se konstatirati da je došlo do stabilizacije rezultata u promatranom parametru jer se statistički značajna razlika ne pojavljuje ni u kasnijim analizama starijih skupina dječaka. Međutim, što se tiče varijable *kut koljena u najnižoj točki centra težišta* već u sljedećoj analizi razlika za skupinu dječaka od 10 do 12 godina ponovno se javlja statistički značajna razlika u spomenutoj varijabli tako da se ne smatra da je došlo do razlike u radu zgloba koljena u pripremnoj fazi skoka, već se smatra da bi se pri većem uzorku ispitanika i kod analize dječaka od 7 do 9 godina i studenata pokazala statistički značajna razlika u parametru *kut koljena u najnižoj točki centra težišta*.

**Tablica 19.** Razlike u kinematičkim parametrima izvedbe testa skok u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta

	4-6/KF	7-9/KF	10-12/KF	13-15/KF	16-18/KF
	F p	F p	F p	F p	F p
<b>Kut ramena na početku pripremne faze -KRPPF</b>	0,72 0,40	7,35 <b>*0,01</b>	3,72 0,06	1,32 0,26	2,48 0,12
<b>Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNTCT</b>	3,25 0,08	2,65 0,11	2,49 0,12	6,79 <b>*0,01</b>	0,81 0,37
<b>Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT</b>	20,10 <b>*0,00</b>	0,23 0,64	3,55 0,07	2,04 0,16	0,65 0,42
<b>Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT</b>	8,60 <b>*0,01</b>	0,01 0,92	5,30 <b>*0,03</b>	0,00 0,98	0,56 0,46
<b>Kut lakta u odrazu-KLOD</b>	0,41 0,52	1,51 0,23	8,20 <b>*0,01</b>	14,12 <b>*0,00</b>	10,35 <b>*0,00</b>
<b>Kut ramena u odrazu-KROD</b>	13,34 <b>*0,00</b>	15,36 <b>*0,00</b>	14,36 <b>*0,00</b>	23,27 <b>*0,00</b>	16,21 <b>*0,00</b>
<b>Kut kuka u odrazu-KKUOD</b>	21,07 <b>*0,00</b>	9,12 <b>*0,00</b>	12,81 <b>*0,00</b>	11,94 <b>*0,00</b>	2,92 0,10

<b>Kut koljena u odrazu-KKOOD</b>	18,76 <b>*0,00</b>	13,86 <b>*0,00</b>	25,43 <b>*0,00</b>	23,02 <b>*0,00</b>	13,64 <b>*0,00</b>
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	0,07 0,80	0,60 0,44	3,86 0,06	13,52 0,36	0,02 0,88
<b>Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT</b>	1,23 <b>*0,05</b>	3,66 <b>*0,05</b>	9,28 <b>*0,00</b>	0,86 <b>*0,00</b>	4,56 <b>*0,04</b>
<b>Kut odraza-KOD</b>	2,75 0,11	3,55 0,07	4,20 <b>*0,05</b>	5,46 <b>*0,02</b>	14,77 <b>*0,00</b>
<b>Kut doskoka-KDOS</b>	14,15 <b>*0,00</b>	7,53 <b>*0,01</b>	6,77 <b>*0,01</b>	1,63 0,21	0,02 0,88
<b>Vertikalna brzina odraza-VBOD</b>	85,86 <b>*0,00</b>	93,09 <b>*0,00</b>	23,75 <b>*0,00</b>	16,04 <b>*0,00</b>	0,77 0,38
<b>Horizontalna brzina odraza-HBOD</b>	421,89 <b>*0,00</b>	231,78 <b>*0,00</b>	164,35 <b>*0,00</b>	117,75 <b>*0,00</b>	68,28 <b>*0,00</b>
<b>Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza -VMAXBR</b>	5,67 <b>*0,02</b>	1,62 0,21	4,95 <b>*0,03</b>	14,00 <b>*0,00</b>	0,64 0,43
<b>Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza-VMAXBKU</b>	75,85 <b>*0,00</b>	16,38 <b>*0,00</b>	24,63 <b>*0,00</b>	13,76 <b>*0,00</b>	2,01 0,16
<b>Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza-VMAXBKO</b>	11,79 <b>*0,00</b>	1,18 0,28	2,17 0,15	5,15 <b>*0,03</b>	0,08 0,78
<b>Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza -VMAXBG</b>	30,22 <b>*0,00</b>	30,95 <b>*0,00</b>	18,09 <b>*0,00</b>	29,82 <b>*0,00</b>	25,18 <b>*0,00</b>
<b>Trajanje faze odraza-TFOD</b>	5,72 <b>*0,02</b>	3,39 0,07	1,90 0,18	2,42 0,13	0,83 0,37
<b>Trajanje faze leta-TFLET</b>	24,78 <b>*0,00</b>	29,22 <b>*0,00</b>	10,35 <b>*0,00</b>	10,41 <b>*0,00</b>	0,02 0,89
<b>Dužina skoka-DS</b>	904,07 <b>*0,00</b>	446,25 <b>*0,00</b>	311,64 <b>*0,00</b>	187,49 <b>*0,00</b>	98,62 <b>*0,00</b>

Legenda: 4-6, 7-8, 10-12, 13-15, 16-18 = dobne skupine dječaka i adolescenata; KF – studenti Kineziološkog fakulteta; F – F-vrijednost; p – nivo značajnosti; \* = p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

Na osnovu rezultata univarijatne analize varijance za skupinu ispitanika od 10 do 12 godina i studenata Kineziološkog fakulteta, te skupinu 13 do 15 godišnjaka i studenata vidljivo je da je ponovno dobivena vrlo slična konfiguracija statistički značajnih razlika u izmjerenim kinematičkim parametrima kao i kod prijašnjih skupina ispitanika od 4 do 6 i 7 do 9 godina (*Tablica 19.*). Izuzetak su varijable *kut odraza* kod koje se pojavila statistički značajna razlika između promatranih skupina, varijable *kut doskoka* za koju se nije pojavila statistički značajna razlika kod skupine 13 do 15 godišnjaka, te *trajanje faze odraza* kod koje se nije pokazala statistički značajna razlika u obje izmjerene skupine ispitanika. Također, kod 10 do 12 godišnjaka još uvijek je prisutna razlika u radu koljena u pripremnoj fazi (*kut koljena u najnižoj točki centra težišta*) za razliku od studenata Kineziološkog fakulteta, dok iz rezultata univarijatne analize varijance dječaka od 13 do 15 godina i studenata vidljivo izostaje razlika u parametru *kut koljena u najnižoj točki centra težišta*, ali se javlja statistički značajna razlika u parametru *kut ramena u najnižoj točki centra težišta* (*Kinogram 1., 4. i 5. u prilogu*).

Posljednja analiza razlika u kinematičkim parametrima koji su relevantni za efikasnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta, provedena je između skupine adolescenata od 16 do 18 godina i skupine studenata Kineziološkog fakulteta. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da se ispitanici adolescentske dobi još uvijek statistički značajno razlikuju u značajnom broju izmjerenih parametara. Izuzev što izostaju razlike u varijablama koje opisuju geometriju tijela u pripremnoj fazi skoka dobivene su razlike u varijablama koje definiraju geometriju tijela u fazi odraza (*kut lakta u odrazu, kut ramena u odrazu, kut kuka u odrazu, kut odraza, horizontalna brzina odraza*), te varijabli *kut ramena u najvišoj točki centra težišta* koja predstavlja blokadu zamaha ruku u fazi leta skoka u dalj iz mjesta (***Kinogram 1. i 6.*** u prilogu).

#### **5.4. Konstruktna valjanost**

Sukladno trećem parcijalnom cilju ovog istraživanja provedena je korelacijska analiza, odnosno na osnovu Pearsonovog koeficijenta korelacije željela se utvrditi konstruktna valjanost testa skok u dalj iz mjesta s obzirom na različite dobne skupine ispitanika.

Naime, konstruktna valjanost odnosi se na valjanost mjernog instrumenta u smislu mjeri li instrument konstrukt koji proizlazi iz neke teorije (Mejovšek, 2008). U sklopu konstruktne valjanosti postoji više postupaka. Hood i Johnson (1991, prema Jackson, 2000) navode četiri postupka koji se koriste u utvrđivanju konstruktne valjanosti: konvergentna valjanost, divergentna valjanost, unutarnja konzistencija i valjanost odluka. Postupci dokazivanja konvergentne i divergentne valjanosti su glavni postupci u sklopu dokazivanja

konstruktne valjanosti mjernog instrumenta. Konvergentna (lat. *konvergere* = primicati se) valjanost je postupak dokazivanja povezanosti između novokonstruiranog instrumenta i drugih instrumenata koji mjere isti konstrukt, a za koje je već dokazano da mjere taj konstrukt, i to na osnovu Pearsonovog koeficijenta korelacije (Mejovšek, 2008).

Stoga, u ovom poglavlju željelo se na osnovu Pearsonovog koeficijenta korelacije utvrditi da konstruktna (konvergentna) valjanost testa skoka u dalj iz mjesta nije zadovoljavajuća kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina, za razliku od studenata druge godine Kineziološkog fakulteta. Konstruktna valjanost dobivena je korelacijom testa skok u dalj iz mjesta s vertikalnim skokom na platformi bez zamaha ruku (eng. *countermovement jump*) za kojeg je u dosadašnjim istraživanjima potvrđeno da ima bolje metrijske karakteristike od ostalih testova koji služe za procjenu eksplozivne snage, posebice kod mlađih dobnih uzrasta (Bosco, 1983; Vitasalo, 1988; Marković i sur., 2004; Acero, Olmo i Sanchez, 2011).

Iz rezultata korelacijskih analiza, odnosno dobivenih Pearsonovih koeficijenta korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka na platformi bez zamaha ruku dječaka i adolescenata od 4 do 18 godina i grupe studenata Kineziološkog fakulteta (**Tablice od 20. do 25.**) može se vidjeti da kod ispitanika od 4 do 6 godina nije došlo do statistički značajne povezanosti niti u jednoj od četiriju spomenutih skokova. Iznenadujuće je da se kod grupe dječaka od 7 do 9 godina javlja statistički značajna povezanost između gotovo svih četiriju mjerenja vertikalnog skoka i skoka u dalj iz mjesta, izuzev četiriju skok u dalj iz mjesta 1 s četiriju vertikalni skok 1 i vertikalni skok 3, što nije više slučaj kod sljedeće dvije skupine starijih dječaka. Iako su kod spomenute skupine dječaka koeficijenti korelacije manji nego kod studenata, njihova varijanca se kreće oko 40% i po Mejovšek (2008) dovoljan je razlog da se smatraju statistički značajnima. S obzirom na dobivene rezultate za pretpostaviti je da se u skupini ispitanika od 7 do 9 godina nalazilo nekoliko dječaka koji su postigli vrlo dobre rezultate u oba mjerena testa i na taj način utjecali na veliki dio zajedničke varijance (**Tablica 21.**). Nadalje, kod skupine ispitanika od 10 do 12 godina i 13 do 15 godina statistički značajan Pearsonov koeficijent korelacije dobiven je samo između jedne, odnosno dvije četiriju (**Tablice 22. i 23.**) stoga se može konstatirati da konstruktna valjanost testa skok u dalj iz mjesta nije zadovoljavajuća kod ovih skupina ispitanika.

**Tablica 20.** Pearsonov koeficijent korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka kod dječaka od 4 do 6 god.

	Skok u dalj iz mjesta 1- DS1	Skok u dalj iz mjesta 2- DS2	Skok u dalj iz mjesta 3- DS3
Vertikalni skok 1-VS1	0,43	0,19	0,44
Vertikalni skok 2-VS2	0,37	0,12	0,38
Vertikalni skok 3-VS3	0,29	0,19	0,33

Legenda: DS1, DS2, DS3= prva, druga i treća čestica testa skoka u dalj iz mjesta; VS1, VS2, VS3= prva, druga i treća čestica testa vertikalni skok; \* = označene korelacije (r) značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 21.** Pearsonov koeficijent korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka kod dječaka od 7 do 9 god.

	Skok u dalj iz mjesta 1- DS1	Skok u dalj iz mjesta 2- DS2	Skok u dalj iz mjesta 3- DS3
Vertikalni skok 1-VS1	0,53	<b>*0,66</b>	<b>*0,61</b>
Vertikalni skok 2-VS2	<b>*0,68</b>	<b>*0,62</b>	<b>*0,66</b>
Vertikalni skok 3-VS3	0,58	<b>*0,67</b>	<b>*0,68</b>

Legenda: DS1, DS2, DS3= prva, druga i treća čestica testa skoka u dalj iz mjesta; VS1, VS2, VS3= prva, druga i treća čestica testa vertikalni skok; \* = označene korelacije (r) značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 22.** Pearsonov koeficijent korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka kod dječaka od 10 do 12 god.

	Skok u dalj iz mjesta 1- DS1	Skok u dalj iz mjesta 2- DS2	Skok u dalj iz mjesta 3- DS3
Vertikalni skok 1-VS1	0,54	<b>*0,61</b>	0,50
Vertikalni skok 2-VS2	0,46	0,59	0,44
Vertikalni skok 3-VS3	0,47	0,56	0,45

Legenda: DS1, DS2, DS3= prva, druga i treća čestica testa skoka u dalj iz mjesta; VS1, VS2, VS3= prva, druga i treća čestica testa vertikalni skok; \* = označene korelacije (r) značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 23.** Pearsonov koeficijent korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka kod dječaka od 13 do 15 god.

	Skok u dalj iz mjesta 1- DS1	Skok u dalj iz mjesta 2- DS2	Skok u dalj iz mjesta 3- DS3
Vertikalni skok 1-VS1	0,52	0,45	0,47
Vertikalni skok 2-VS2	<b>*0,63</b>	<b>*0,64</b>	0,58
Vertikalni skok 3-VS3	<b>*0,61</b>	0,57	0,57

Legenda: DS1, DS2, DS3= prva, druga i treća čestica testa skoka u dalj iz mjesta; VS1, VS2, VS3= prva, druga i treća čestica testa vertikalni skok; \* = označene korelacije (r) značajne uz  $p \leq 0,05$

U **tablici 24.** prikazani su dobiveni Pearsonovi koeficijenti korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka kod skupine adolescenata u dobi od 16 do 18 godina. Vidljivo je da su dobivene statistički značajne korelacije između skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka u gotovo svim česticama izuzev s česticom *vertikalni skok 1*. Dobiveni rezultati upućuju na činjenicu da kod skupine adolescenata nema variranja rezultata u česticama vertikalnog skoka na platformi bez zamaha ruku, dok kod testa skok u dalj iz mjesta postoji varijacija prilikom izvedbe prvog pokušaja skoka, a u sljedećim česticama se postigla stabilizacija rezultata. Stoga je kod promatrane skupine još uvijek prihvatljiviji test vertikalni skok za procjenu eksplozivne snage nogu, za razliku od studenata Kineziološkog fakulteta kod kojih je dobivena visoka pozitivna korelacija u svim česticama mjerenih testova (**Tablica 25.**). Na osnovu dobivenog može se konstatirati da se kod grupe studenata zajednička varijanca kreće oko 60% i to je dovoljan razlog za tvrdnju da se radi o istom ili sličnom konstrukt.

**Tablica 24.** Pearsonov koeficijent korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka kod adolescenata od 16 do 18 god.

	Skok u dalj iz mjesta 1- DS1	Skok u dalj iz mjesta 2- DS2	Skok u dalj iz mjesta 3- DS3
Vertikalni skok 1-VS1	0,59	0,53	0,59
Vertikalni skok 2-VS2	<b>*0,62</b>	<b>*0,60</b>	<b>*0,69</b>
Vertikalni skok 3-VS3	<b>*0,62</b>	<b>*0,61</b>	<b>*0,68</b>

Legenda: DS1, DS2, DS3= prva, druga i treća čestica testa skoka u dalj iz mjesta; VS1, VS2, VS3= prva, druga i treća čestica testa vertikalni skok; \* = označene korelacije (r) značajne uz  $p \leq 0,05$

**Tablica 25.** Pearsonov koeficijent korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka kod studenata druge godine Kineziološkog fakulteta

---

	Skok u dalj iz mjesta 1- DS1	Skok u dalj iz mjesta 2- DS2	Skok u dalj iz mjesta 3-DS3
Vertikalni skok 1-VS1	<b>*0,79</b>	<b>*0,77</b>	<b>*0,75</b>
Vertikalni skok 2-VS2	<b>*0,79</b>	<b>*0,76</b>	<b>*0,75</b>
Vertikalni skok 3-VS3	<b>*0,79</b>	<b>*0,77</b>	<b>*0,75</b>

Legenda: DS1, DS2, DS3= prva, druga i treća čestica testa skoka u dalj iz mjesta; VS1, VS2, VS3= prva, druga i treća čestica testa vertikalni skok; \* = označene korelacije (r) značajne uz  $p \leq 0,05$

## **5.5. Povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta**

U skladu s četvrtim ciljem ove studije provedena je korelacijska analiza kako bi se utvrdila povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara koji utječu na efikasnost skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta.

Na osnovu dobivenih Pearsonovih koeficijenata korelacije za grupu studenata Kineziološkog fakulteta može se konstatirati da postoji statistički značajna povezanost pojedinih morfoloških varijabli i kinematičkih parametara (**Tablica 26.**).

Konkretno, najveća je negativna povezanost morfoloških varijabli *tjelesna visina, dužina ruke, dužina noge, dijametar gležnja, bikristalni raspon, tjelesna masa i opseg potkoljenice* s parametrima koji definiraju rad ruku tijekom skoka u dalj iz mjesta: *kut ramena na početku pripremne faze, kut ramena u najnižoj točki centra težišta, kut ramena u odrazu, kut lakta u najvišoj točki centra težišta*. To znači da ispitanici koji su niži, imaju nešto kraće ruke i noge, uže bokove i gležanj, te manji opseg potkoljenice, ostvaruju veće amplitude u kutu ramena. Što se tiče kuteva u zglobu kukova i koljena u svim fazama skoka nije došlo do značajne povezanosti izuzev negativne korelacije u parametru *kut kuka u najnižoj točki centra težišta* s parametrom *opseg potkoljenice*. Pokazatelji vršnih brzina u značajno su negativnoj povezanosti s pokazateljem *bikristalni raspon*, što znači da veće brzine postižu ispitanici koji imaju manji bikristalni raspon. Kinematički parametar *kut odraza* je u značajnoj negativnoj korelaciji s varijablama *kožni nabor natkoljenice* i *postotak tjelesne masti*. Isti odnos vrijedi i za varijable *vertikalna brzina odraza te trajanje faze odraza* i *trajanje faze leta* dok se kod varijable *horizontalna brzina odraza* nije pojavila statistički značajna povezanost s morfološkim karakteristikama. Isto vrijedi i za parametar *dužina skoka* kod kojeg također nije došlo do statistički značajnih korelacija sa morfološkim varijablama.

Međutim, najveće negativne korelacije parametra *dužina skoka* dobivene su s kožnim naborima i varijablom *postotak tjelesne masti*, što bi značilo da je jedna od najvažnijih ograničavajućih okolnosti kod studenata Kineziološkog fakulteta koja ima utjecaj na dužinu skoka potkožno masno tkivo, odnosno masa skakača. Iz toga proizlazi da ispitanici koji su deblji imaju kraću dužinu skoka u dalj iz mjesta i time su manje efikasni.



Tablica 26. Korelacija morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod studenata druge godine Kineziološkog fakulteta

	Tjelesna visina LDTV	Dužina ruke LDDR	Dužina noge LDDN	Dijametar lakta TDDL	Dijametar gležnja TDDG	Bikristalni raspon TDBR	Tjelesna masa CDTM	Opseg nadlaktice CDON	Opseg podlaktice CDOP	Nabor leđa KNL	Nabor nadlaktice KNNAD	Suprapatelarni nabor SPKN	Postotak tjelesne masti &TM
Kut ramena na početku pripreme faze -KRPPF	-0,21	-0,03	-0,34	0,27	-0,01	-0,29	-0,32	0,03	<b>-0,56</b>	0,00	-0,20	-0,10	-0,12
Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNTCT	<b>-0,51</b>	<b>-0,69</b>	<b>-0,45</b>	0,04	<b>-0,57</b>	-0,36	-0,35	0,28	-0,01	-0,17	-0,44	-0,20	-0,36
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	-0,10	0,08	-0,02	0,03	-0,32	-0,28	-0,33	-0,13	<b>-0,60</b>	-0,10	-0,18	-0,38	-0,16
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT	0,31	0,39	0,22	0,37	0,10	-0,14	0,33	0,16	0,07	0,30	0,12	0,24	0,22
Kut lakta u odrazu-KLOD	-0,07	0,17	-0,11	0,04	-0,36	-0,12	-0,07	-0,03	-0,13	0,17	0,01	-0,24	0,09
Kut ramena u odrazu-KROD	<b>-0,49</b>	-0,24	-0,43	0,10	<b>-0,55</b>	-0,30	<b>-0,53</b>	-0,16	<b>-0,46</b>	0,01	-0,23	-0,25	-0,13
Kut kuka u odrazu-KKUOD	-0,04	-0,03	0,04	-0,44	-0,21	0,19	-0,25	0,22	-0,33	-0,13	-0,17	-0,39	-0,17
Kut koljena u odrazu-KKOD	0,16	0,07	0,02	0,02	0,01	-0,01	0,09	0,23	-0,02	0,19	-0,17	0,07	-0,02
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	<b>-0,45</b>	-0,31	-0,42	-0,08	<b>-0,65</b>	<b>-0,46</b>	-0,26	0,14	-0,08	0,15	-0,19	-0,20	-0,05
Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT	<b>-0,51</b>	-0,33	-0,43	-0,18	-0,35	-0,21	<b>-0,47</b>	-0,19	-0,26	0,14	-0,12	-0,11	-0,01
Kut odraza-KOD	-0,03	-0,15	-0,09	0,31	0,07	-0,06	0,05	0,01	0,13	-0,31	<b>-0,44</b>	0,02	-0,42
Kut doskoka-KDOS	0,20	0,21	0,21	-0,04	0,11	0,13	0,09	-0,12	-0,05	-0,11	-0,11	-0,03	-0,12
Vertikalna brzina odraza-VBOD	-0,26	-0,38	-0,30	0,30	-0,13	-0,13	-0,10	0,15	0,15	-0,36	<b>-0,61</b>	-0,08	<b>-0,55</b>
Horizontalna brzina odraza-HBOD	-0,32	-0,30	-0,28	-0,07	-0,29	-0,07	-0,20	0,22	0,03	0,01	-0,13	-0,15	-0,08
Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza VMAXBR	-0,12	-0,01	-0,20	0,39	-0,05	<b>-0,47</b>	-0,14	-0,06	-0,16	0,24	0,06	0,27	0,15
Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza -VMAXBKU	-0,08	0,06	-0,10	0,37	0,17	-0,40	-0,25	-0,24	-0,26	-0,05	-0,29	-0,01	-0,21
Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza -VMAXBKO	-0,34	-0,14	-0,34	0,43	0,01	<b>-0,48</b>	-0,34	-0,29	-0,29	0,00	-0,13	0,06	-0,08
Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza -VMAXBG	-0,03	-0,12	-0,04	0,18	0,14	-0,20	-0,31	0,13	-0,35	-0,13	-0,25	0,09	-0,22
Trajanje faze odraza-TFOD	0,35	0,24	0,31	-0,30	0,31	0,43	<b>0,46</b>	0,18	<b>0,50</b>	0,15	0,33	0,30	0,28
Trajanje faze leta-TFLET	-0,30	-0,30	-0,35	0,41	-0,33	-0,40	-0,35	-0,24	-0,11	-0,26	<b>-0,61</b>	-0,07	<b>-0,50</b>
Dužina skoka-DS	-0,13	-0,11	-0,14	0,14	-0,23	-0,02	-0,13	0,28	-0,07	-0,14	-0,33	-0,26	-0,27

**Tablica 27. Korelacija morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod dječaka od 4 do 6 god.**

	Tjelesna visina LDTV	Dužina ruke LDDR	Dužina noge LDDN	Dijametar lakta TDDL	Dijametar gležnja TDDG	Bikristalni raspon TDBR	Tjelesna masa CDTM	Opseg nadlaktice CDON	Opseg podlaktice CDOP	Nabor leđa KNL	Nabor nadlaktice KNNAD	Suprapatelarni nabor SPKN	Postotak tjelesne masti &TM
Kut ramena na početku pripreme faze -KRPPF	-0,16	0,23	-0,25	-0,19	-0,20	0,32	-0,06	-0,10	-0,01	0,14	0,07	-0,19	0,10
Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNCT	0,07	0,09	0,16	0,15	0,16	0,22	-0,07	-0,15	-0,11	-0,44	-0,14	-0,34	-0,26
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	-0,27	0,15	-0,18	-0,10	-0,39	<b>-0,46</b>	-0,30	-0,25	-0,04	-0,23	-0,32	0,14	-0,30
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT	-0,17	0,04	-0,19	-0,18	-0,25	-0,27	0,07	0,13	0,13	0,21	0,20	<b>0,62</b>	0,21
Kut lakta u odrazu-KLOD	-0,39	-0,29	-0,41	<b>-0,56</b>	-0,32	-0,48	-0,25	-0,18	-0,07	0,29	0,09	0,21	0,16
Kut ramena u odrazu-KROD	-0,28	0,07	-0,16	-0,19	<b>-0,54</b>	-0,16	-0,36	-0,31	-0,32	-0,43	-0,33	-0,09	-0,38
Kut kuka u odrazu-KKUOD	0,06	0,23	0,06	0,23	0,15	0,02	-0,07	-0,16	0,01	-0,05	-0,18	-0,14	-0,14
Kut koljena u odrazu-KKOD	0,17	0,14	0,21	0,19	0,15	-0,23	0,13	0,07	0,18	0,04	0,07	<b>0,50</b>	0,06
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	<b>-0,48</b>	-0,29	-0,40	<b>-0,53</b>	-0,41	-0,56	-0,24	-0,15	0,01	0,30	0,14	0,27	0,21
Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT	-0,18	0,01	-0,01	0,04	-0,42	-0,31	-0,34	-0,33	-0,09	<b>-0,52</b>	<b>-0,47</b>	-0,14	<b>-0,51</b>
Kut odraza-KOD	-0,02	0,14	0,11	-0,21	-0,10	-0,19	0,11	-0,05	0,43	0,11	-0,05	0,15	0,00
Kut doskoka-KDOS	0,29	<b>0,49</b>	0,24	0,07	0,08	-0,08	0,17	0,00	0,30	-0,10	0,00	0,34	-0,03
Vertikalna brzina odraza-VBOD	0,03	0,12	0,28	-0,11	-0,16	-0,28	0,03	-0,12	0,44	-0,05	-0,18	0,24	-0,14
Horizontalna brzina odraza-HBOD	0,00	-0,25	0,15	0,25	-0,06	-0,13	-0,27	-0,09	-0,31	-0,32	-0,20	0,11	-0,25
Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza -VMAXBR	-0,39	-0,16	-0,40	-0,34	-0,34	-0,40	-0,06	0,03	-0,07	0,11	0,09	0,30	0,10
Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza -VMAXBKU	-0,19	-0,36	-0,07	-0,40	0,05	<b>-0,47</b>	0,01	-0,14	0,30	0,06	0,07	0,16	0,07
Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza -VMAXBKO	-0,06	-0,10	0,04	-0,43	-0,14	<b>-0,45</b>	0,04	-0,23	0,33	-0,03	-0,07	0,17	-0,06
Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza -VMAXBG	0,25	0,11	0,06	-0,03	0,25	0,20	0,27	-0,05	0,32	-0,07	0,05	-0,38	0,01
Trajanje faze odraza-TFOD	0,34	0,12	0,18	0,21	0,35	<b>0,69</b>	0,24	0,12	-0,08	0,14	0,15	-0,33	0,15
Trajanje faze leta-TFLET	0,02	0,12	0,27	-0,16	-0,16	-0,31	0,07	-0,10	0,44	-0,06	-0,11	0,21	-0,10
Dužina skoka-DS	0,17	0,04	<b>0,40</b>	<b>0,47</b>	-0,01	-0,15	-0,06	0,08	0,03	-0,28	-0,21	0,09	-0,24

**Tablica 28. Korelacija morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod dječaka od 7 do 9 god.**

	Tjelesna visina LDTV	Dužina ruke LDDR	Dužina noge LDDN	Dijametar lakta TDDL	Dijametar gležnja TDDG	Bikristalni raspon TDBR	Tjelesna masa CDTM	Opseg nadlaktice CDON	Opseg podlaktice CDOP	Nabor leđa KNL	Nabor nadlaktice KNNAD	Suprapatelarni nabor SPKN	Postotak tjelesne masti &TM
Kut ramena na početku pripreme faze -KRPPF	-0,16	-0,34	-0,20	-0,19	-0,31	-0,22	-0,17	0,13	0,25	-0,17	-0,05	0,12	-0,02
Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNTCT	0,26	0,26	0,22	0,20	0,37	0,29	0,34	0,31	0,22	0,18	0,33	0,37	0,29
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	-0,35	-0,18	-0,26	-0,44	-0,29	<b>-0,58</b>	<b>-0,55</b>	-0,25	-0,28	<b>-0,50</b>	<b>-0,51</b>	-0,37	-0,44
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT	-0,03	-0,02	-0,24	0,10	0,15	0,15	0,16	0,12	0,03	0,25	0,29	0,32	0,29
Kut lakta u odrazu-KLOD	0,03	-0,18	-0,04	-0,25	-0,20	0,02	0,00	-0,08	0,15	-0,05	0,05	0,05	0,05
Kut ramena u odrazu-KROD	0,00	0,11	0,13	-0,11	-0,21	-0,26	-0,17	-0,09	-0,07	-0,27	-0,25	-0,11	-0,21
Kut kuka u odrazu-KKUOD	<b>0,46</b>	0,44	<b>0,44</b>	0,13	0,33	0,03	0,03	-0,13	0,03	-0,25	-0,33	<b>-0,40</b>	-0,35
Kut koljena u odrazu-KKOD	0,41	0,35	0,39	0,12	0,30	0,12	0,08	-0,01	0,23	-0,23	-0,19	-0,35	-0,28
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	0,15	-0,03	0,13	-0,17	0,01	0,07	0,07	0,04	0,33	0,00	0,03	-0,12	-0,01
Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT	-0,20	-0,16	-0,12	-0,19	<b>-0,47</b>	<b>-0,47</b>	-0,42	-0,01	-0,11	-0,39	-0,38	-0,08	-0,30
Kut odraza-KOD	0,21	0,21	0,10	0,11	0,35	0,11	0,18	0,22	0,35	0,06	0,29	0,12	0,19
Kut doskoka-KDOS	0,15	0,20	0,22	0,02	0,07	0,05	0,02	0,04	0,18	-0,11	-0,07	-0,35	-0,19
Vertikalna brzina odraza-VBOD	<b>0,45</b>	<b>0,47</b>	0,40	0,20	0,37	0,09	0,11	0,10	0,40	-0,22	-0,07	-0,22	-0,13
Horizontalna brzina odraza-HBOD	0,16	0,16	0,25	0,02	-0,07	-0,05	-0,15	-0,23	-0,06	-0,35	<b>-0,49</b>	-0,44	-0,44
Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza -VMAXBR	-0,28	-0,05	-0,19	-0,18	-0,31	-0,37	-0,29	-0,10	-0,12	-0,30	-0,38	-0,32	-0,30
Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza -VMAXBKU	-0,39	-0,37	-0,26	-0,43	<b>-0,73</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,46</b>	-0,09	-0,08	-0,36	-0,44	-0,22	-0,38
Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza -VMAXBKO	-0,43	<b>-0,45</b>	-0,34	-0,32	<b>-0,57</b>	<b>-0,44</b>	-0,36	-0,11	-0,12	-0,25	-0,23	-0,13	-0,22
Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza -VMAXBG	-0,37	-0,36	-0,31	-0,25	-0,14	-0,38	<b>-0,49</b>	-0,34	-0,25	<b>-0,48</b>	-0,43	<b>-0,70</b>	<b>-0,55</b>
Trajanje faze odraza-TFOD	<b>0,57</b>	<b>0,45</b>	0,44	<b>0,58</b>	<b>0,46</b>	<b>0,71</b>	<b>0,72</b>	0,45	0,44	<b>0,66</b>	<b>0,64</b>	<b>0,48</b>	<b>0,57</b>
Trajanje faze leta-TFLET	-0,10	-0,09	-0,13	-0,24	-0,06	-0,35	-0,28	-0,17	-0,01	-0,42	-0,15	-0,16	-0,18
Dužina skoka-DS	0,25	0,29	0,32	0,04	-0,03	-0,09	-0,14	-0,25	-0,05	<b>-0,46</b>	<b>-0,50</b>	<b>-0,45</b>	<b>-0,49</b>

**Tablica 29.** Korelacija morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod dječaka od 10 do 12 god.

	Tjelesna visina LDTV	Dužina ruke LDDR	Dužina noge LDDN	Dijametar lakta TDDL	Dijametar gležnja TDDG	Bikristalni raspon TDBR	Tjelesna masa CDTM	Opseg nadlaktice CDON	Opseg podlaktice CDOP	Nabor leđa KNL	Nabor nadlaktice KNNAD	Suprapatelarni nabor SPKN	Postotak tjelesne masti &TM
Kut ramena na početku pripremne faze -KRPPF	0,04	0,00	-0,04	0,13	0,08	0,17	0,23	0,03	0,17	0,31	0,29	0,41	0,28
Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNTCT	-0,04	-0,21	-0,09	-0,05	0,09	0,15	0,17	0,06	-0,25	0,38	0,39	0,39	0,40
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	0,09	0,16	0,19	-0,14	-0,07	-0,27	-0,35	-0,08	-0,08	<b>-0,56</b>	-0,37	-0,32	-0,37
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT	0,04	0,14	0,06	-0,06	-0,11	-0,06	0,06	0,22	0,15	0,18	0,13	0,12	0,06
Kut lakta u odrazu-KLOD	-0,16	-0,20	-0,15	0,00	-0,32	-0,32	-0,39	-0,33	-0,36	-0,40	-0,38	-0,21	-0,29
Kut ramena u odrazu-KROD	<b>-0,47</b>	-0,42	-0,41	-0,27	<b>-0,57</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,55</b>	<b>-0,46</b>	-0,41	-0,35	-0,36	-0,10	-0,29
Kut kuka u odrazu-KKUOD	-0,11	0,04	0,04	-0,23	-0,37	<b>-0,44</b>	<b>-0,54</b>	-0,14	-0,30	<b>-0,57</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,53</b>	<b>-0,55</b>
Kut koljena u odrazu-KKOD	-0,10	0,00	-0,07	-0,01	-0,26	-0,16	-0,07	0,03	0,15	0,10	-0,01	0,16	0,01
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	-0,16	-0,29	-0,16	-0,16	-0,24	-0,25	-0,40	-0,22	-0,39	-0,40	-0,42	-0,34	-0,35
Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT	<b>-0,63</b>	<b>-0,56</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,53</b>	-0,25	-0,33	-0,08	-0,28	0,09	-0,22
Kut odraza-KOD	0,25	0,08	0,25	-0,04	0,25	0,32	0,06	-0,20	-0,27	-0,08	-0,05	-0,19	-0,04
Kut doskoka-KDOS	0,36	0,30	0,35	0,11	0,18	0,19	0,04	0,27	-0,32	-0,12	0,07	-0,06	0,11
Vertikalna brzina odraza-VBOD	0,23	0,13	0,26	-0,17	0,15	0,16	-0,08	-0,28	-0,30	-0,25	-0,26	-0,40	-0,26
Horizontalna brzina odraza-HBOD	-0,14	0,06	-0,08	-0,20	-0,27	-0,42	-0,28	-0,10	0,09	-0,27	-0,35	-0,29	-0,37
Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza -VMAXBR	0,09	0,22	0,13	-0,30	-0,12	-0,23	-0,31	-0,06	-0,08	<b>-0,48</b>	-0,42	<b>-0,50</b>	-0,41
Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza -VMAXBKU	0,01	0,01	-0,06	0,03	0,01	0,21	0,18	-0,18	-0,05	0,23	0,25	0,24	0,28
Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza -VMAXBKO	0,18	0,06	0,14	0,09	0,26	0,34	0,24	-0,20	-0,10	0,20	0,20	0,13	0,27
Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza -VMAXBG	0,10	0,03	0,10	0,11	0,15	0,10	0,11	-0,08	-0,25	0,04	0,01	0,07	0,04
Trajanje faze odraza-TFOD	-0,02	-0,04	-0,05	0,30	0,06	0,16	0,19	0,22	0,15	0,23	0,13	0,09	0,16
Trajanje faze leta-TFLET	0,13	0,00	0,15	-0,17	0,07	0,15	-0,08	-0,29	-0,38	-0,14	-0,14	-0,25	-0,14
Dužina skoka-DS	0,21	0,36	0,28	-0,08	-0,01	-0,13	-0,16	-0,03	0,02	-0,36	-0,31	<b>-0,40</b>	-0,30

**Tablica 30. Korelacija morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod dječaka od 13 do 15 god.**

	Tjelesna visina LDTV	Dužina ruke LDDR	Dužina noge LDDN	Dijametar lakta TDDL	Dijametar gležnja TDDG	Bikristalni raspon TDBR	Tjelesna masa CDTM	Opseg nadlaktice CDON	Opseg podlaktice CDOP	Nabor leđa KNL	Nabor nadlaktice KNNAD	Suprapatelarni nabor SPKN	Postotak tjelesne masti &TM
Kut ramena na početku pripreme faze -KRPPF	<b>0,54</b>	<b>0,48</b>	<b>0,60</b>	0,35	0,10	0,08	0,31	0,20	0,19	0,17	0,07	0,21	-0,05
Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNCT	-0,26	-0,26	-0,41	0,02	-0,19	0,08	-0,03	-0,02	0,03	0,14	0,11	-0,12	0,12
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	0,12	0,16	0,24	0,11	-0,07	0,08	0,03	0,07	-0,06	0,33	0,22	0,19	0,21
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT	-0,20	-0,18	-0,35	0,18	-0,12	0,07	0,22	0,19	0,17	<b>0,56</b>	<b>0,50</b>	<b>0,44</b>	<b>0,52</b>
Kut lakta u odrazu-KLOD	0,16	0,07	0,27	-0,12	-0,16	-0,18	0,06	0,34	0,08	0,01	-0,11	0,19	-0,11
Kut ramena u odrazu-KROD	0,09	-0,03	0,19	0,06	0,13	-0,27	0,15	0,40	0,25	0,09	0,04	0,32	0,01
Kut kuka u odrazu-KKUOD	0,19	0,19	0,43	-0,30	-0,20	0,04	-0,23	-0,11	-0,40	-0,41	-0,34	<b>-0,48</b>	-0,42
Kut koljena u odrazu-KKOD	-0,19	-0,15	-0,24	-0,26	-0,38	-0,07	-0,22	0,21	-0,10	-0,06	0,10	0,08	0,13
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	-0,02	0,07	0,15	-0,18	-0,03	-0,05	-0,12	0,19	0,14	-0,08	-0,14	0,15	-0,13
Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT	0,09	0,17	0,22	0,39	0,26	-0,26	0,11	0,19	0,20	0,03	-0,09	0,01	-0,15
Kut odraza-KOD	-0,44	<b>-0,47</b>	-0,37	<b>-0,48</b>	-0,19	-0,30	<b>-0,46</b>	-0,01	-0,28	-0,18	0,10	-0,01	0,06
Kut doskoka-KDOS	0,07	-0,09	-0,13	-0,03	0,19	0,11	0,23	0,16	0,09	0,28	0,36	0,31	0,38
Vertikalna brzina odraza-VBOD	-0,30	-0,30	-0,19	<b>-0,49</b>	-0,19	-0,32	<b>-0,54</b>	-0,13	<b>-0,45</b>	-0,43	-0,20	-0,29	-0,21
Horizontalna brzina odraza-HBOD	0,31	0,39	0,37	0,13	0,03	0,02	-0,02	-0,19	-0,16	-0,36	<b>-0,51</b>	-0,42	<b>-0,47</b>
Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza -VMAXBR	-0,36	-0,37	-0,37	<b>-0,53</b>	-0,34	0,02	-0,42	-0,29	<b>-0,56</b>	-0,27	-0,22	-0,21	-0,13
Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza -VMAXBKU	0,03	0,08	-0,01	0,33	0,16	-0,25	0,03	0,11	0,03	0,11	0,08	0,04	0,10
Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza -VMAXBKO	-0,18	-0,11	-0,23	0,16	-0,01	-0,25	-0,10	0,08	-0,09	0,01	0,00	-0,12	0,06
Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza -VMAXBG	-0,04	0,02	0,12	-0,39	<b>-0,57</b>	-0,21	-0,38	-0,21	-0,38	-0,23	-0,32	-0,15	-0,28
Trajanje faze odraza-TFOD	0,21	0,06	0,12	0,18	0,38	0,11	0,36	0,29	0,31	-0,04	0,11	0,11	0,02
Trajanje faze leta-TFLET	-0,32	-0,31	-0,11	<b>-0,56</b>	-0,29	-0,42	<b>-0,64</b>	-0,18	<b>-0,46</b>	<b>-0,52</b>	-0,28	-0,32	-0,32
Dužina skoka-DS	<b>0,43</b>	<b>0,41</b>	<b>0,52</b>	0,07	-0,01	0,03	-0,03	-0,13	-0,33	-0,37	<b>-0,45</b>	-0,43	<b>-0,48</b>

**Tablica 31. Korelacija morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod adolescenata od 16 do 18 god.**

	Tjelesna visina LDTV	Dužina ruke LDDR	Dužina noge LDDN	Dijametar lakta TDDL	Dijametar gležnja TDDG	Bikristalni raspon TDBR	Tjelesna masa CDTM	Opseg nadlaktice CDON	Opseg podlaktice CDOP	Nabor leđa KNL	Nabor nadlaktice KNNAD	Suprapatelarni nabor SPKN	Postotak tjelesne masti &TM
Kut ramena na početku pripreme faze -KRPPF	0,08	-0,10	0,16	-0,24	0,07	-0,11	-0,30	-0,29	0,01	-0,26	-0,03	-0,34	0,02
Kut ramena u najnižoj točki centra težišta-KRNNTCT	0,07	-0,14	0,21	-0,17	0,07	-0,16	-0,16	-0,08	0,02	-0,16	-0,20	-0,08	-0,15
Kut kuka u najnižoj točki centra težišta-KKUNNTCT	-0,09	0,01	0,18	0,00	0,06	0,13	-0,17	-0,24	0,07	-0,20	0,00	-0,23	-0,09
Kut koljena u najnižoj točki centra težišta-KKONNTCT	0,17	0,26	0,04	0,44	0,38	0,36	0,41	0,41	0,34	0,32	<b>0,54</b>	0,32	<b>0,45</b>
Kut lakta u odrazu-KLOD	-0,25	-0,33	-0,14	-0,27	-0,10	-0,30	-0,33	-0,15	0,02	-0,17	-0,15	-0,21	0,06
Kut ramena u odrazu-KROD	-0,19	-0,38	-0,04	-0,42	-0,24	-0,42	-0,43	-0,18	0,03	-0,35	-0,16	-0,28	-0,11
Kut kuka u odrazu-KKUOD	0,03	-0,22	0,20	-0,42	-0,27	-0,25	-0,34	-0,16	0,08	-0,40	0,17	-0,30	-0,04
Kut koljena u odrazu-KKOD	-0,04	-0,16	-0,06	-0,23	-0,25	-0,43	-0,30	-0,09	0,02	-0,26	0,18	-0,14	0,05
Kut lakta u najvišoj točki centra težišta-KLNVCT	-0,25	-0,36	-0,26	0,10	0,04	-0,02	-0,08	0,02	0,09	0,11	0,10	-0,08	0,31
Kut ramena u najvišoj točki centra težišta-KRNVCT	0,02	-0,05	0,01	-0,08	0,21	-0,15	-0,14	-0,20	-0,07	-0,07	0,11	-0,13	0,16
Kut odraza-KOD	-0,24	-0,12	-0,27	0,05	-0,13	-0,10	-0,12	-0,04	-0,02	0,07	0,01	-0,05	0,06
Kut doskoka-KDOS	0,25	0,22	0,15	0,30	0,18	0,23	0,31	0,38	0,41	0,33	0,23	0,37	0,24
Vertikalna brzina odraza-VBOD	-0,24	-0,25	-0,21	-0,23	-0,32	-0,33	-0,35	-0,16	0,02	-0,21	-0,10	-0,26	-0,09
Horizontalna brzina odraza-HBOD	0,04	-0,22	0,14	<b>-0,47</b>	-0,28	-0,38	-0,37	-0,21	0,06	<b>-0,48</b>	-0,15	-0,35	-0,25
Vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza -VMAXBR	0,13	0,08	0,06	0,35	0,31	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,47</b>	<b>0,45</b>	<b>0,49</b>	0,27	<b>0,56</b>	0,19
Vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza -VMAXBKU	-0,06	-0,03	0,04	0,38	0,29	0,23	0,16	0,21	0,26	0,19	-0,17	0,22	0,01
Vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza -VMAXBKO	-0,27	-0,33	-0,18	0,07	0,08	0,11	0,10	0,19	0,18	0,17	0,02	0,05	0,31
Vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza -VMAXBG	-0,04	-0,18	-0,02	-0,35	-0,08	-0,25	-0,38	<b>-0,52</b>	-0,21	-0,31	-0,09	-0,38	-0,09
Trajanje faze odraza-TFOD	0,10	-0,04	0,00	-0,11	-0,16	-0,27	-0,10	0,05	-0,09	-0,08	0,04	0,06	-0,04
Trajanje faze leta-TFLET	-0,44	-0,23	<b>-0,47</b>	-0,12	-0,24	-0,23	-0,20	-0,14	-0,14	0,01	-0,32	-0,22	0,02
Dužina skoka-DS	-0,19	-0,37	-0,17	-0,42	-0,40	<b>-0,47</b>	-0,34	-0,11	0,00	-0,36	-0,18	-0,31	-0,12

Pearsonovi koeficijenti korelacije između morfoloških karakteristika i kinematičkih parametra za skupinu dječaka od 4 do 6 godina prikazani su u **tablici 27**. Iz dobivenih rezultata može se konstatirati da postoje statistički značajna povezanost pojedinih morfoloških varijabli i kinematičkih parametara koji su važni za efikasno izvođenje skoka u dalj iz mjesta. Najveća pozitivna povezanost dobivena je između varijable *subpatelarni kožni nabor* s parametrima koji definiraju rad koljena tijekom pripremne faze i faze odraza skoka u dalj iz mjesta (*kut koljena u najnižoj točki centra težišta* i *kut koljena u odrazu*). To znači da ispitanici, koji imaju više potkožnog masnog tkiva izmjenjenog na natkoljenici, ne izvode dovoljno duboki čučanj u trenutku najnižeg centra težišta tijela u pripremnoj fazi skoka u dalj, već ostvaruju veće vrijednosti kuta u koljenu. Nadalje, dobivene su statistički značajne negativne korelacije varijabli *dijametar lakta* i *dijametar gležnja* s parametrima koji definiraju rad ruku tijekom skoka, te visoke negativne korelacije varijabli *kožnih nabora leđa* i *nadlaktice* i *postotak tjelesne masti* s kutom u ramenu nakon odraza (*kut ramena u najvišoj točki centra težišta*). Također, negativna značajna povezanost dobivena je između varijable *bikristalni raspon* i parametara brzine segmenata tijela prije odraza (*vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza* i *vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza*) i *trajanje faze odraza*, dok je s parametrom *dužina skoka* dobivena statistički značajna pozitivna povezanost s parametrima *dijametar lakta* i *dužina noge*, što bi značilo da djeca koja imaju duže noge i širu nadlaktičnu kost, postižu veće vrijednosti dužine skoka.

Za razliku od 4 do 6 godišnjaka kod skupine dječaka od 7 do 9 godina nisu se pojavile statistički značajne korelacije između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara koji definiraju rad koljena tijekom skoka, ali su dobivene statistički značajne negativne korelacije u varijabli *kut kuka u najnižoj točki centra težišta* s varijablama *bikristalni raspon*, *tjelesna masa*, *kožni nabor leđa* i *kožni nabor nadlaktice*. Također, dobivene su pozitivne korelacije parametara *kut kuka u odrazu* s varijablama *visina tijela* i *dužina noge*, te negativne s varijablom *suprapatelarni kožni nabor* (**Tablica 28.**). Kao i kod mlađe grupe ispitanika i 7 do 9 godišnjaci, koji imaju veće vrijednosti transverzalne dimenzionalnosti skeleta, ostvaruju manje vrijednosti u kutu ramena nakon odraza (*kut ramena u najvišoj točki centra težišta*). Iz prikazanih rezultata u **tablici 28**, vidljivo je da skupina ispitanika od 7 do 9 godina postiže veću horizontalnu brzinu odraza ukoliko imaju manje vrijednosti kožnih nabora. Također, što su ispitanici viši i deblji produžuje se *trajanje faze odraza*. Statistički značajne negativne korelacije dobivene su između skupa kožnih nabora i varijable *postotak tjelesne masti* s

---

parametrom *dužina skoka*. Sa samom dužinom skoka dobivene su visoke pozitivne korelacije sa svim varijablama longitudinalne dimenzionalnosti skeleta.

Vrlo slični rezultati korelacijske analize morfoloških varijabli i kinematičkih parametara dobiveni su i za izmjerenu skupinu dječaka od 10 do 12 godina (**Tablica 29.**).

Nadalje, dobiveni rezultati korelacijske analize kod dječaka od 13 do 15 godina ukazuju da su neke značajne korelativne veze između morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara još uvijek prisutne. Pritom se misli na negativnu korelaciju između varijabli *kut kuka u odraza*, *suprapatelarnog kožnog nabora*, zatim statistički značajna negativna korelacija parametara *horizontalna brzina odraza*, *vertikalna brzina odraza*, *vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza*, *vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza* i *trajanje faze leta* s transversalnom i cirkularnom dimenzionalnošću skeleta i kožnim naborima (**Tablica 30.**). Za razliku od prijašnjih izmjerenih skupina ispitanika (od 7. do 12. godine) nisu dobivene značajne korelacije s kutom kuka u pripremljenoj fazi (*kut kuka u najnižoj točki centra težišta*) i kutevima ramena prije i nakon odraza (*kut ramena u najnižoj točki centra težišta* i *kut ramena u najvišoj točki centra težišta*), međutim dobivena je statistički značajna pozitivna povezanost između parametra *kut ramena na početku pripremljene faze skoka* s varijablama longitudinalne dimenzionalnosti skeleta i varijable *kut u koljenu u najnižoj točki centra težišta* sa skupom kožnih nabora i varijablom *postotak tjelesne masti*.

Iz rezultata dobivenih za skupinu adolescenata od 16. do 18. godine, vidljivo je da je došlo do značajnih promjena u korelativnim odnosima morfoloških varijabli i kinematičkih parametara za razliku od mlađih skupina ispitanika (**Tablica 31.**). Jedine statistički značajne povezanosti dobivene su između varijabli *kut koljena u najnižem centru težišta* s varijablama *kožni nabor nadlaktice* i *postotak tjelesne masti*, zatim varijable *horizontalna brzina odraza* s varijablama *dijametar lakta* i *kožni nabor leđa*, slijedi *vrijeme postizanja vršne brzine ramena* s transversalnom i cirkularnom dimenzionalnošću i kožnim naborima, *trajanje faze leta* s *dužinom noge*, te parametra *dužina skoka* s varijablama transversalne dimenzionalnosti skeleta. Za razliku od dječaka u dobi od 4. do 15. godine, kod adolescenata se nisu pojavile statistički značajne korelacije morfoloških varijabli s parametrima koji definiraju rad zgloba kuka, koljena i ramena tijekom skoka u dalj iz mjesta, te kutu odraza i brzinama odraza.



## 5.6. Utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta

U skladu s posljednjim, petim ciljem ovog istraživanja provedena je polinomijalna regresijska analiza kako bi se utvrdio utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta.

Temeljem dosadašnjih studija, koje su se bavile problematikom skoka u dalj iz mjesta, u ovom istraživanju selekcioniran je 21 kinematički parametar za koje se smatra da definiraju izvedbu skoka u dalj iz mjesta promatrano kroz pripremnu fazu, fazu odraza, fazu leta i fazu doskoka samoga skoka. S obzirom na to da je cilj utvrditi utjecaj dobi ispitanika, koja se u ovom istraživanju kreće od četvrte do dvadeset druge godine života, na promjene u promatranim kinematičkim parametrima koji su relevantni za efikasnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta provedena je polinomijalna regresijska analiza čiji su rezultati prikazani u tablicama od 32. do 46., te grafički od 1. do 15. Iz dobivenih rezultata može se vidjeti da postoji statistički značajan utjecaj dobi na promjene u većini izmjerenih kinematičkih parametara.

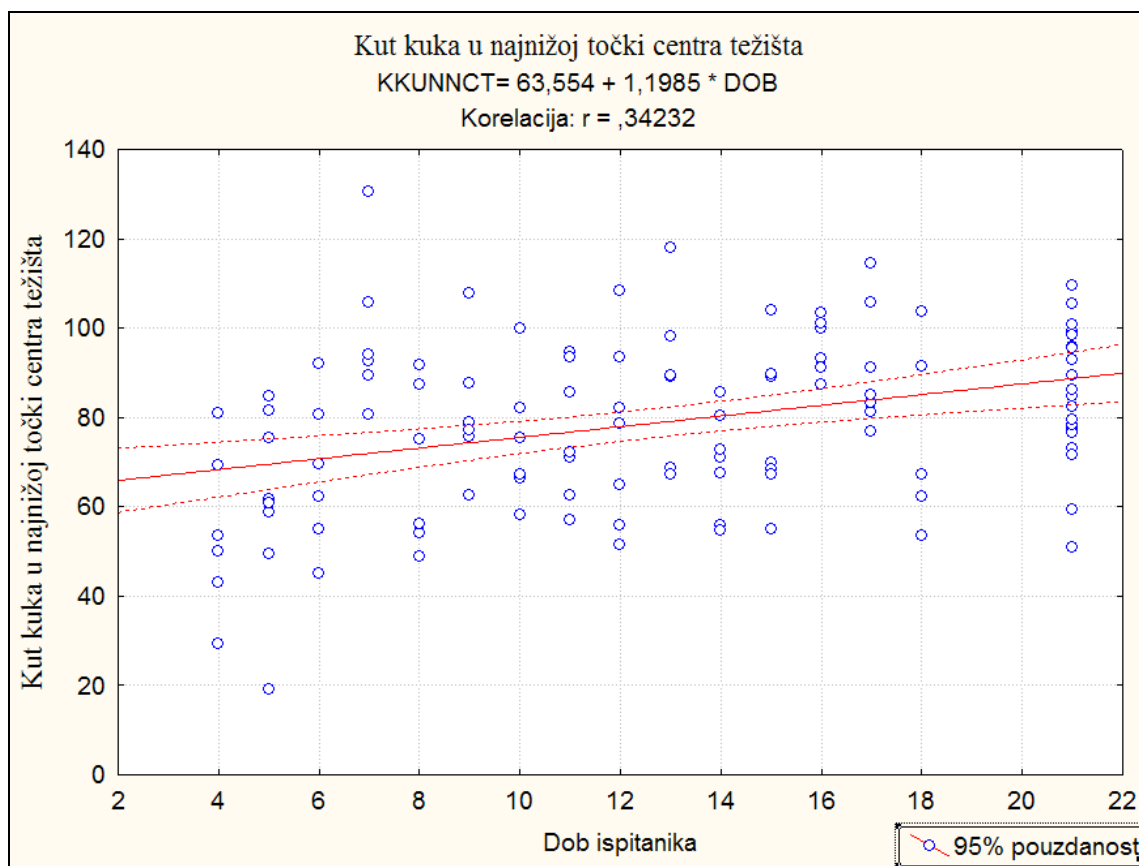
Naime, od sveukupno dvadesetjednog kinematičkog parametra statistički značajan utjecaj dobi dobiven je kod petnaest izmjerenih parametara, od kojih se dva odnose na geometriju tijela u pripreмноj fazi skoka (*kut kuka u najnižoj točki centra težišta i kut koljena u najnižoj točki centra težišta*) (**Tablica 32. i 33.; Graf 1. i 2.**) i četiri na brzine segmenata u pripreмноj fazi skoka u dalj iz mjesta (*vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza, vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza, vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza i vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza*) (**Tablica 40. do 43.; Grafo 9. do 12.**). Tri varijable se odnose na geometriju tijela u fazi odraza (*kut ramena u odrazu, kut kuka u odrazu i kut koljena u odrazu*) (**Tablica 34. do 36.; Graf 3. do 5.**), dvije varijable brzine segmenata tijela tijekom faze odraza (*horizontalna brzina odraza i vertikalna brzina odraza*) (**Tablica 38. i 39.; Graf 7. i 8.**), te vremenski parametar faze odraza (*trajanje faze odraza*) (**Tablica 44.; Graf 13.**). U fazi leta dobiven je statistički značajan utjecaj dobi na vremenski parametar *trajanje faze leta* (**Tablica 45.; Graf 14.**), dok je za fazu doskoka skoka u dalj iz mjesta dobivena statistički značajna promjena u kinematičkom parametru geometrije tijela *kut doskoka* (**Tablica 37.; Graf 6.**) i prostornom parametru *dužina skoka* (**Tablica 46.; Graf 15.**).

---

**Tablica 32.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar kut kuka u najnižoj točki centra težišta

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=15,663		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,34	3,96	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

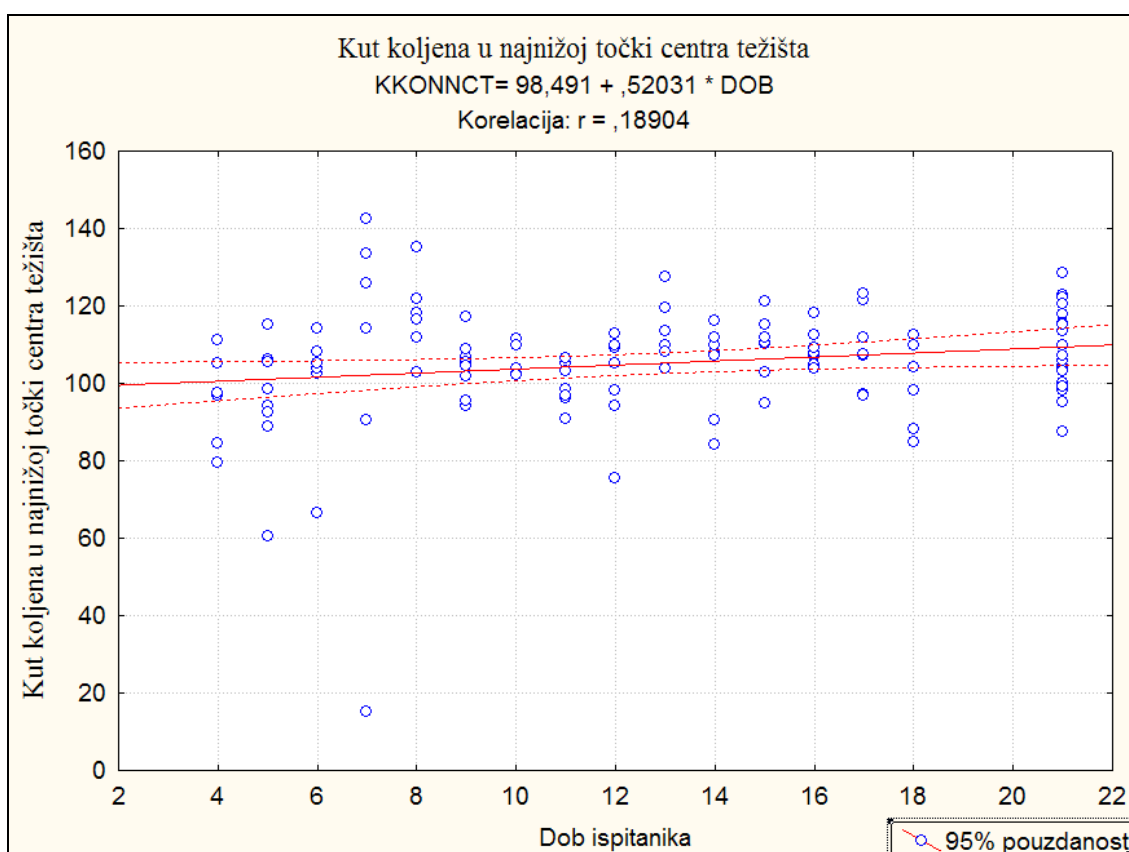


**Graf 1.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru kut kuka u najnižoj točki centra težišta

**Tablica 33.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar kut koljena u najnižoj točki centra težišta

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=4,3732		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,19	2,09	<b>0,04*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

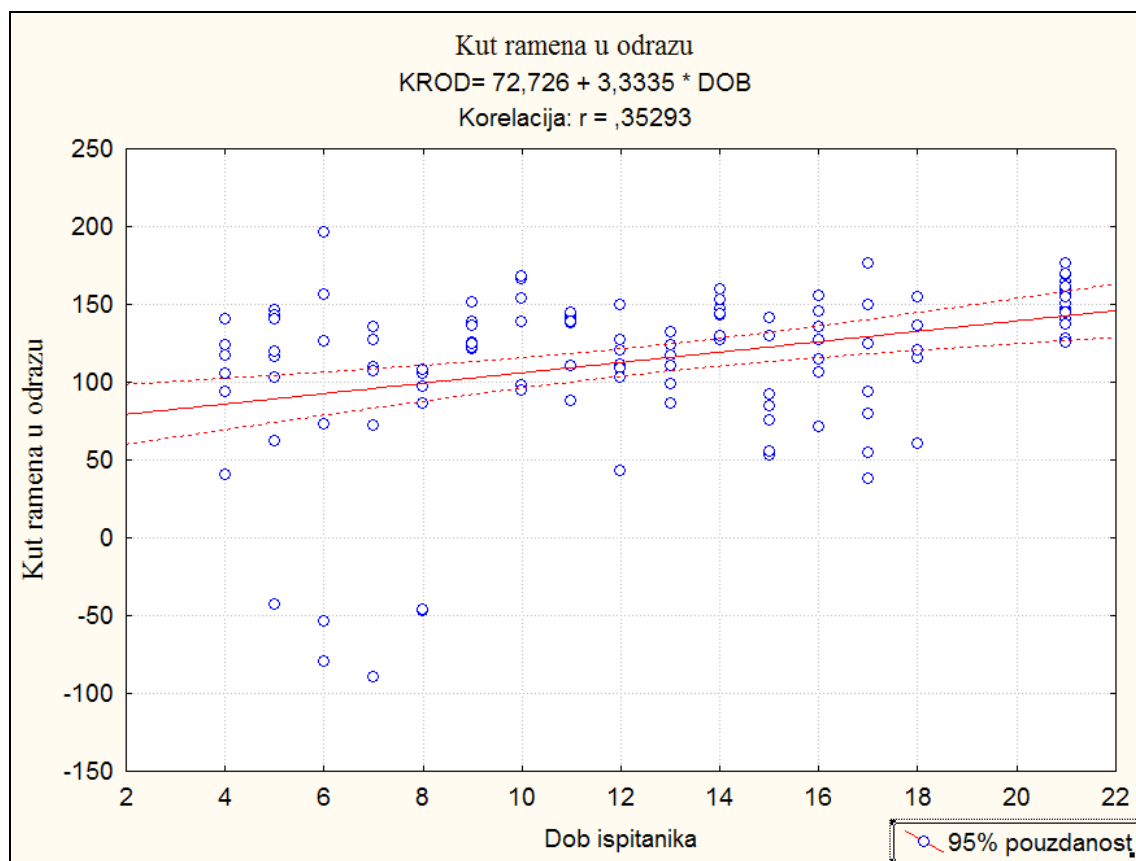


**Graf 2.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru kut koljena u najnižoj točki centra težišta

**Tablica 34.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar kut ramena u odrazu

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=16,789		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	<b>0,35</b>	<b>4,10</b>	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

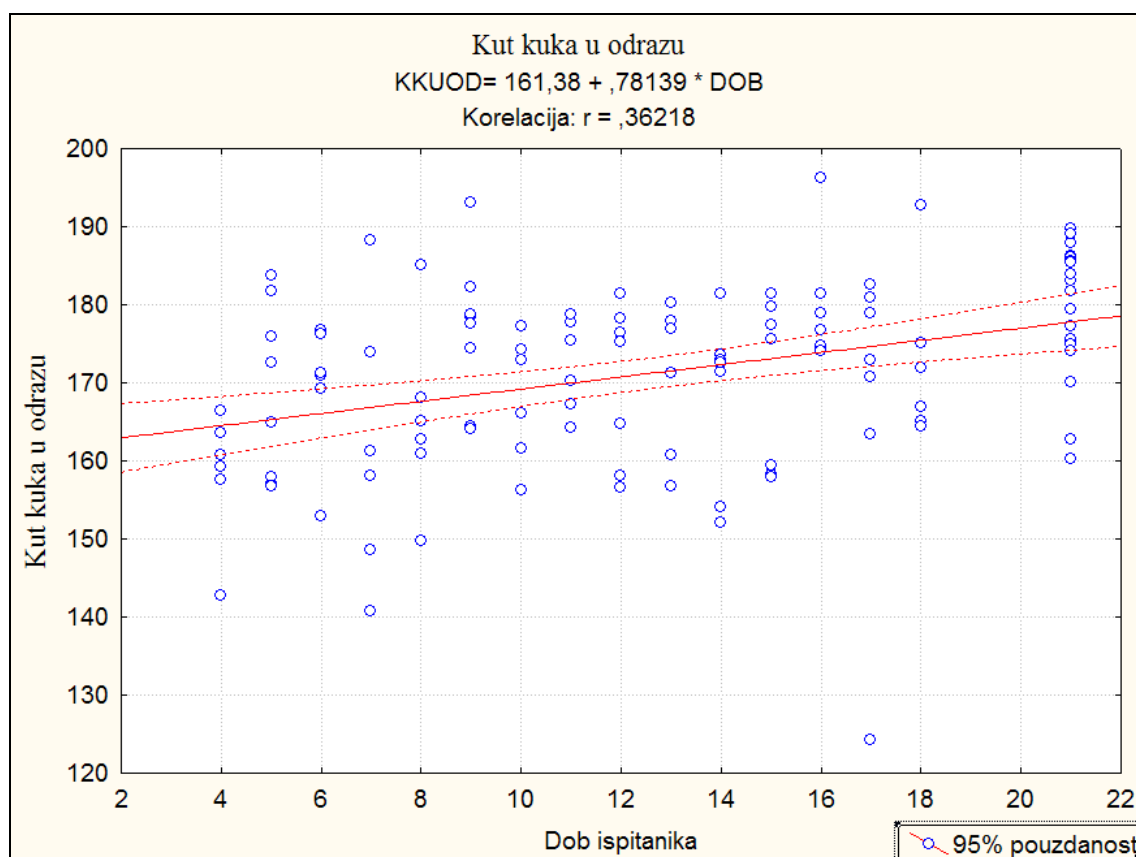


**Graf 3.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru kut ramena u odrazu

**Tablica 35.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar kut kuka u odrazu

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=17,816		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,36	4,22	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

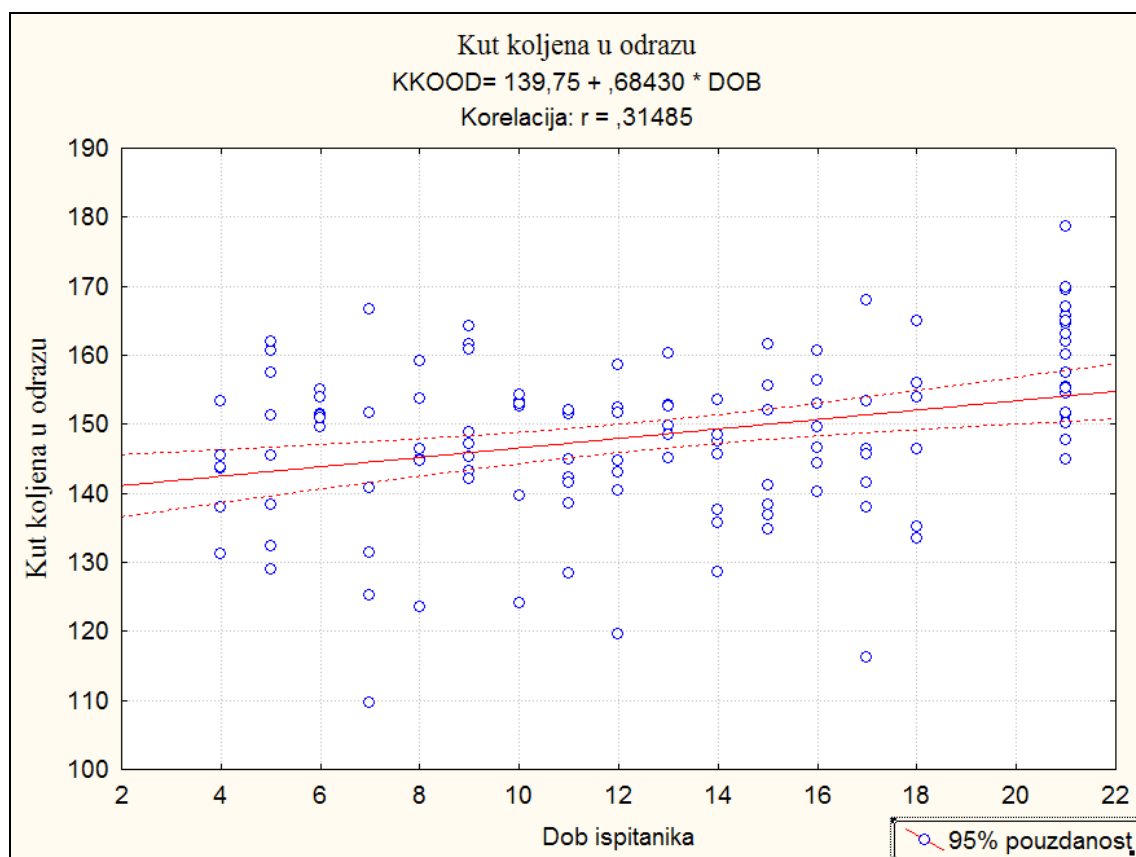


**Graf 4.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru kut kuka u odrazu

**Tablica 36.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar kut koljena u odrazu

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=12,985		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,31	3,60	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

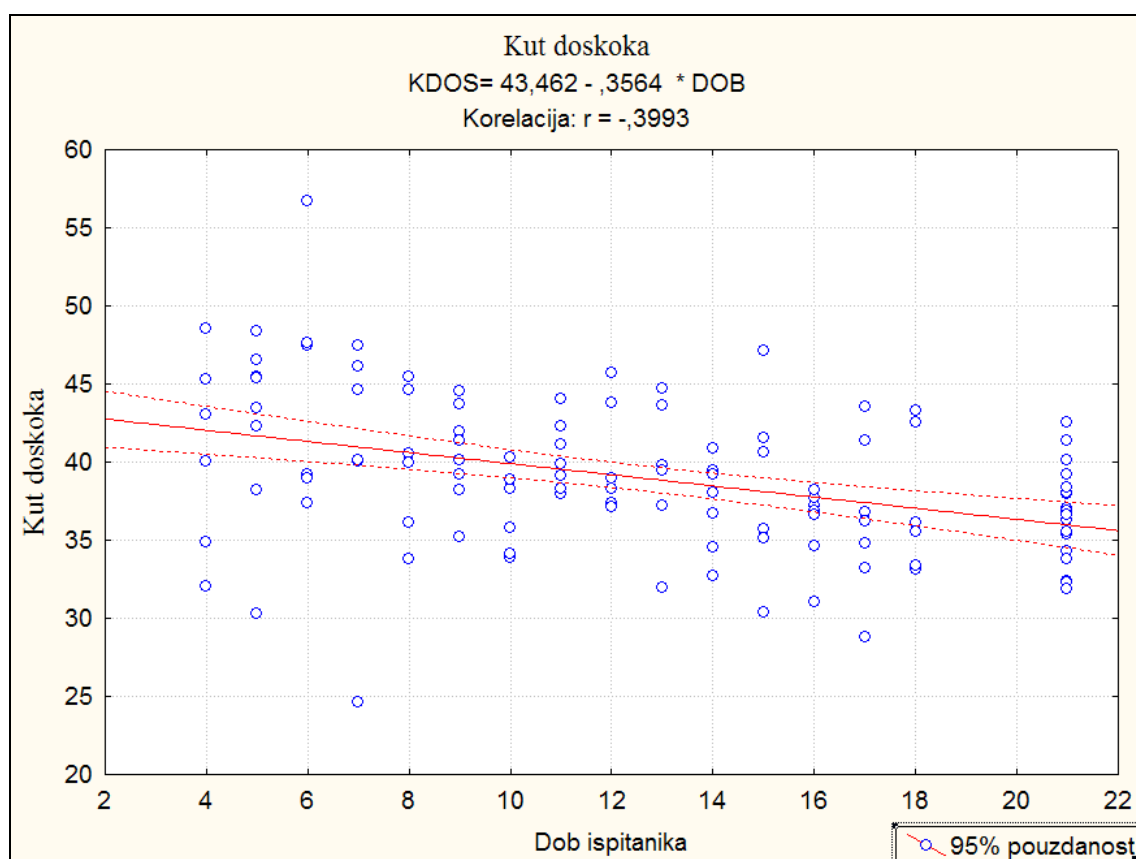


**Graf 5.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru kut koljena u odrazu

**Tablica 37.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar kut doskoka

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=22,378		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	-0,40	-4,73	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

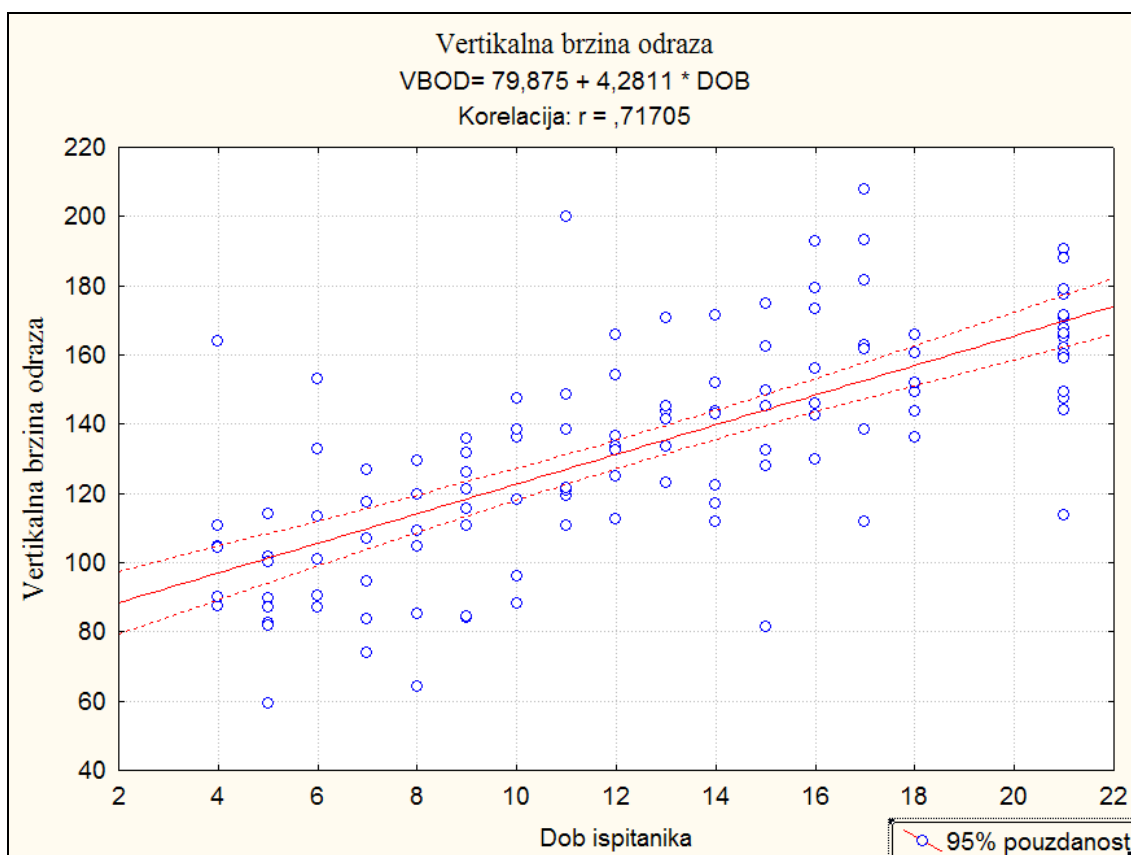


**Graf 6.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru kut doskoka

**Tablica 38.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar vertikalna brzina odraza

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=124,88		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,72	11,17	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$



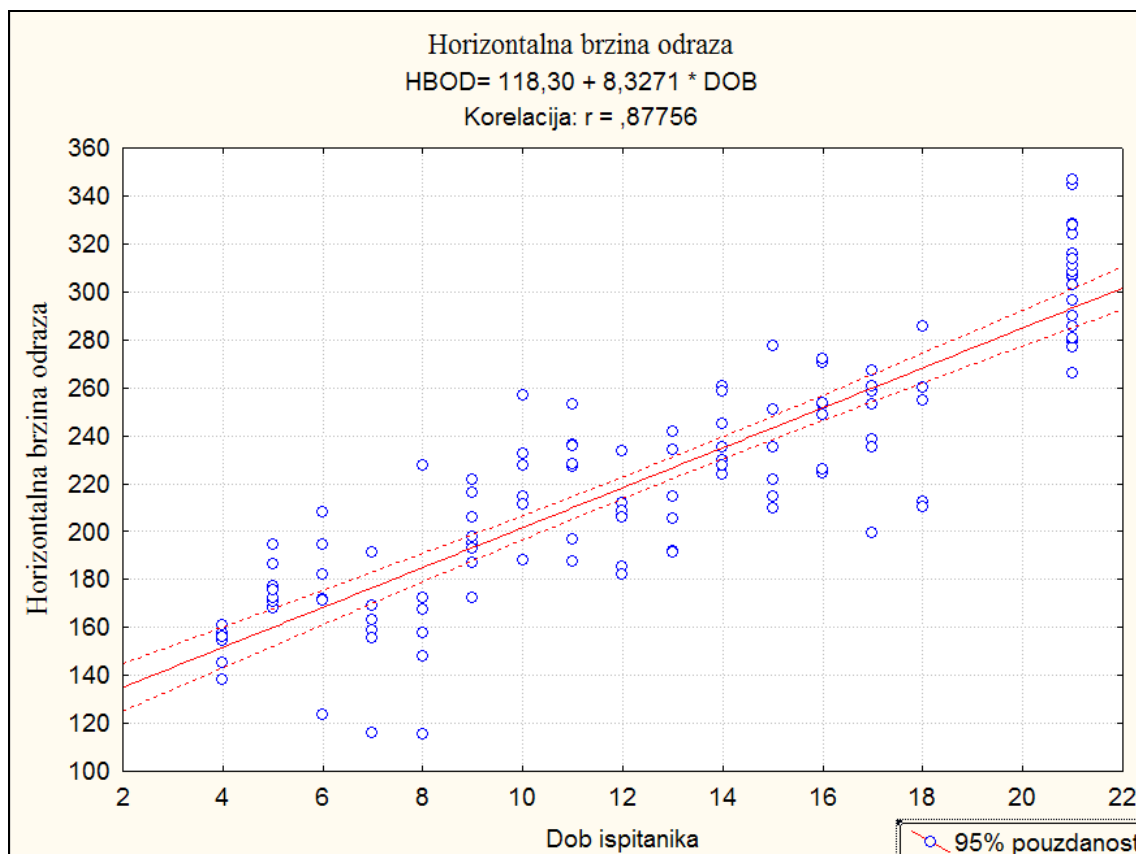
**Graf 7.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru vertikalna brzina odraza



**Tablica 39.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar horizontalna brzina odraza

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=395,31		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,87	19,88	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

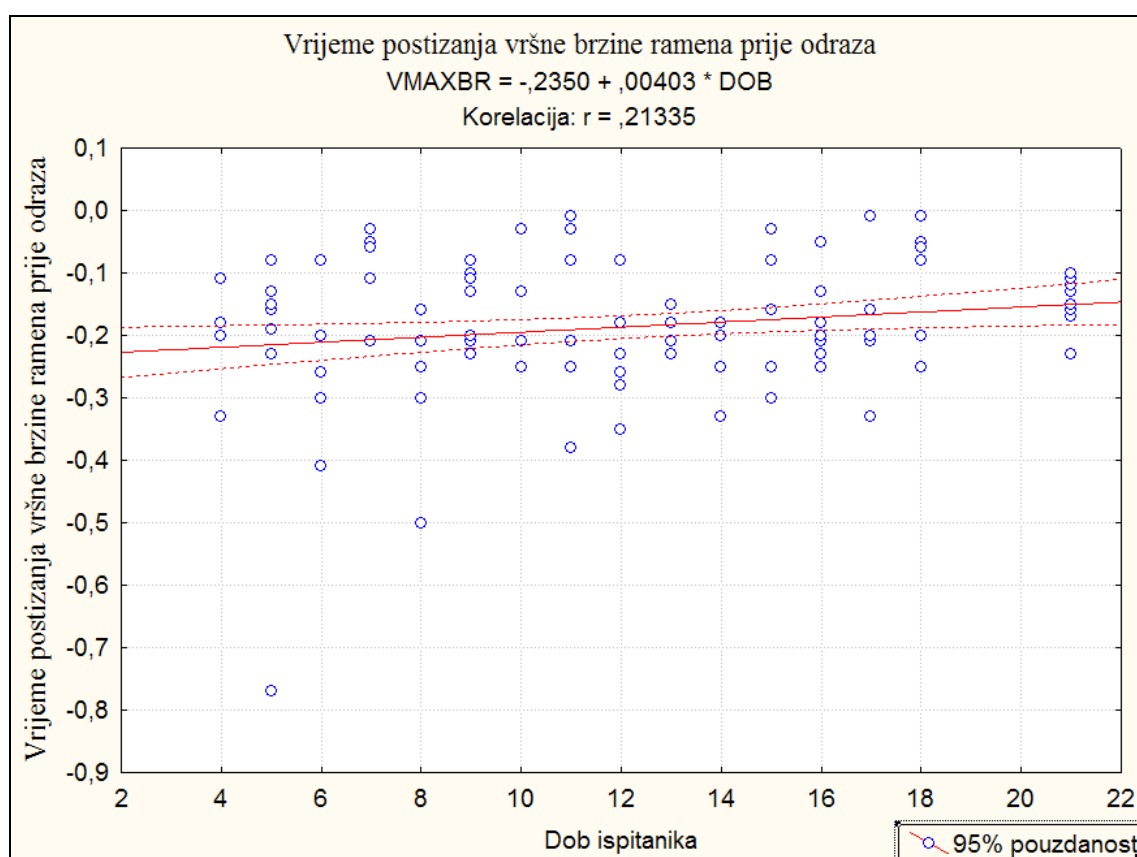


**Graf 8.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru horizontalna brzina odraza

**Tablica 40.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=5,6275		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,21	2,37	<b>0,02*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

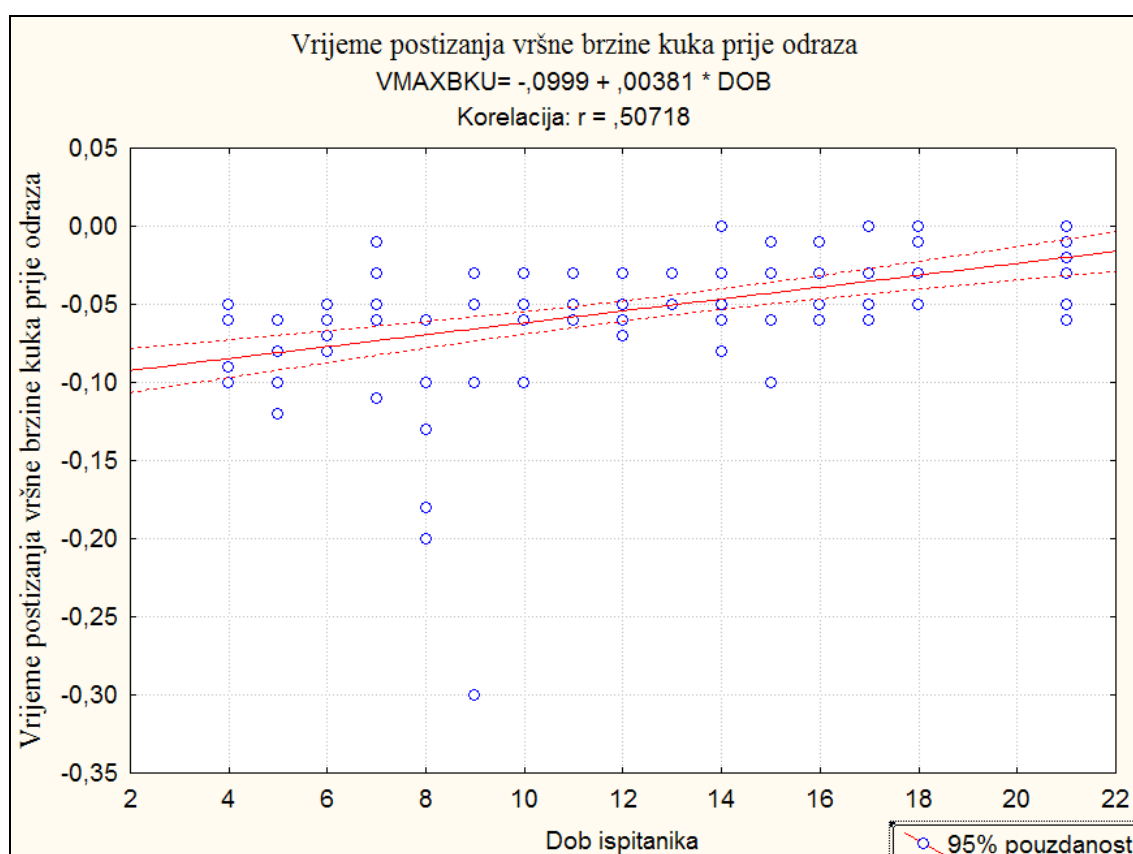


**Graf 9.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza

**Tablica 41.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=40,864		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,51	6,39	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

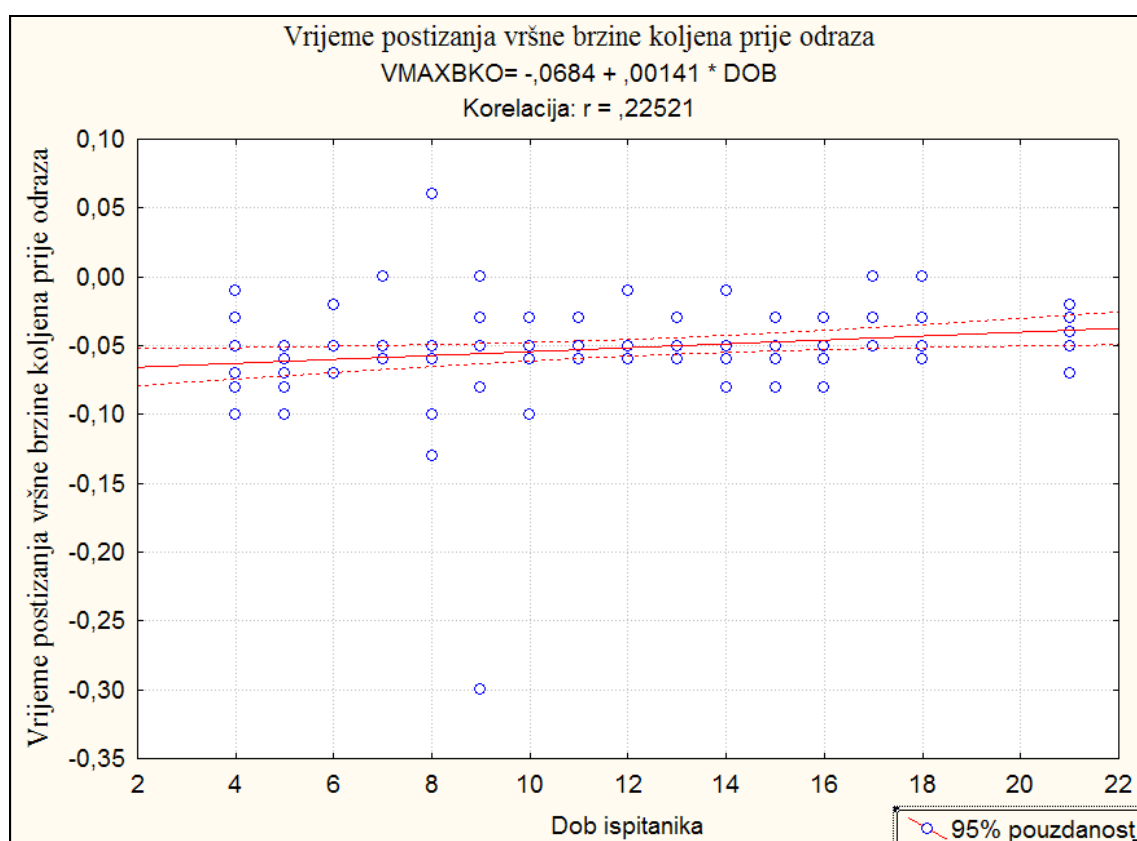


**Graf 10.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza

**Tablica 42.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=6,3047		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,23	2,51	<b>0,01*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

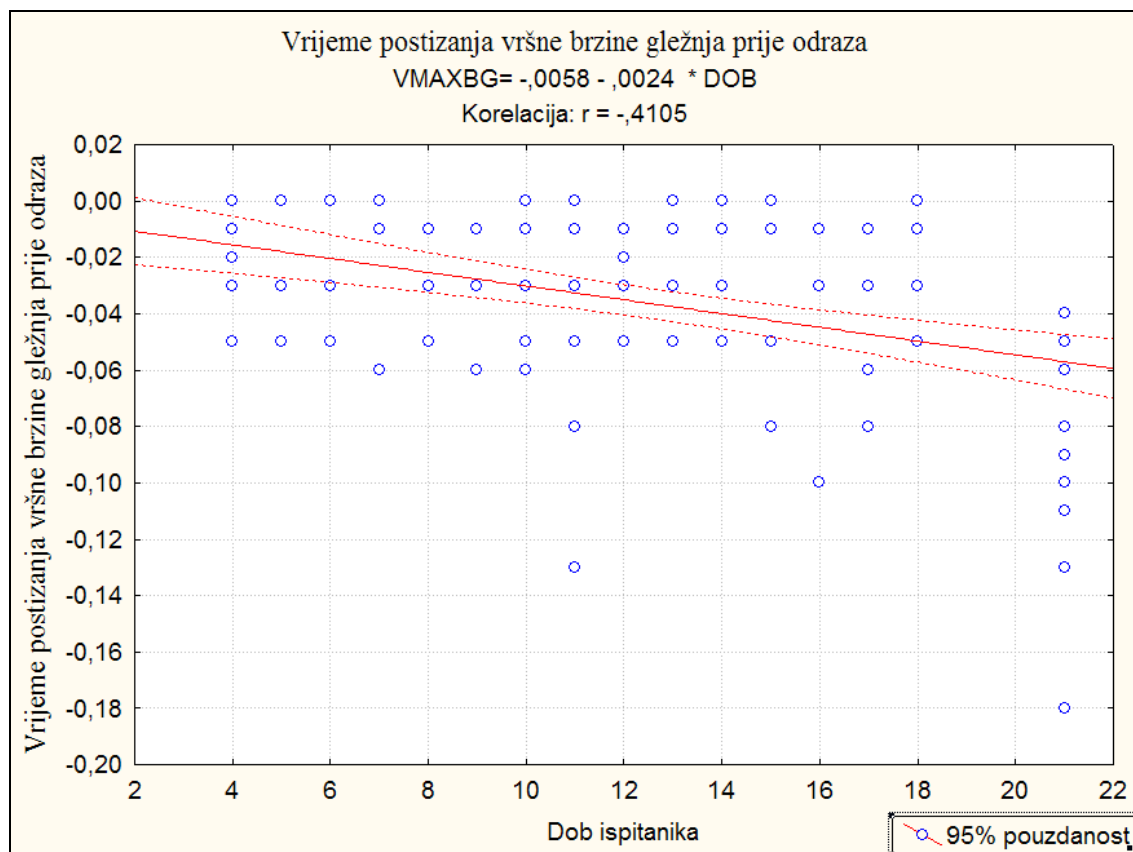


**Graf 11.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza

**Tablica 43.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=23,909		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	-0,41	-4,89	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

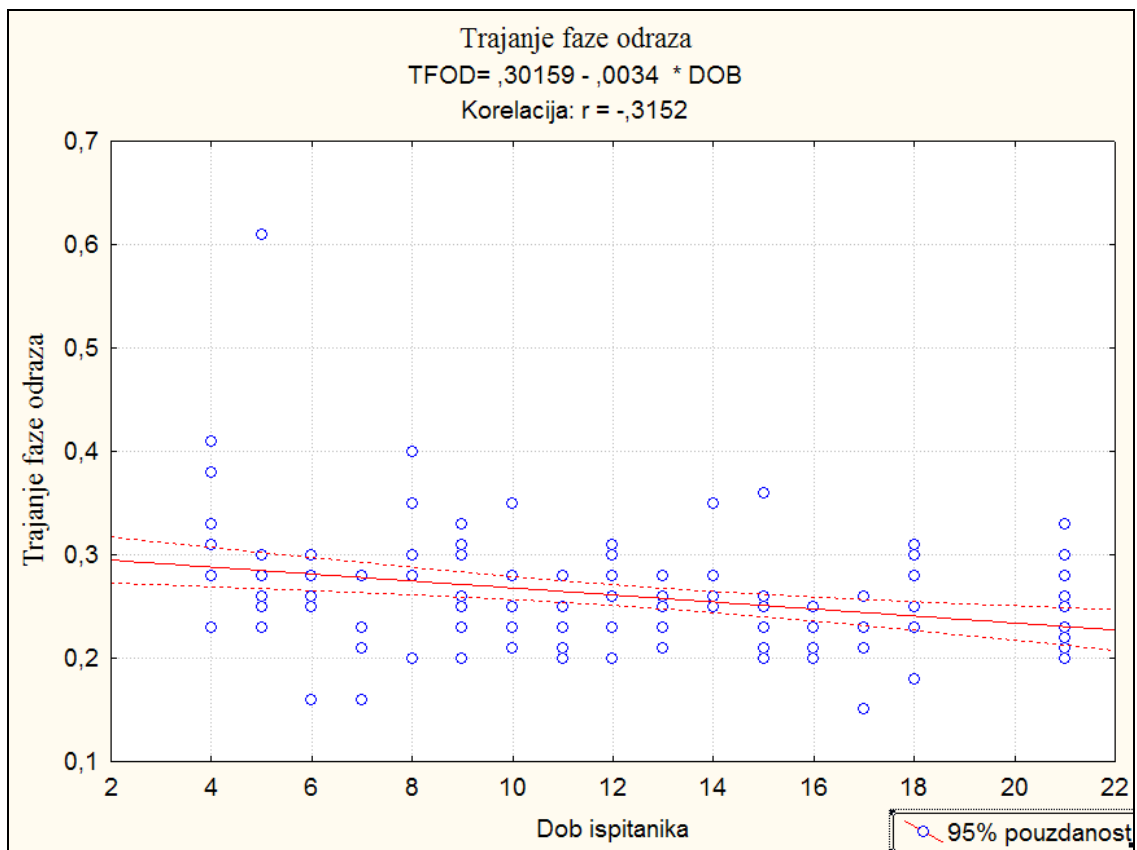


**Graf 12.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza

**Tablica 44.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar trajanje faze odraza

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=13,020		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	-0,32	-3,61	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

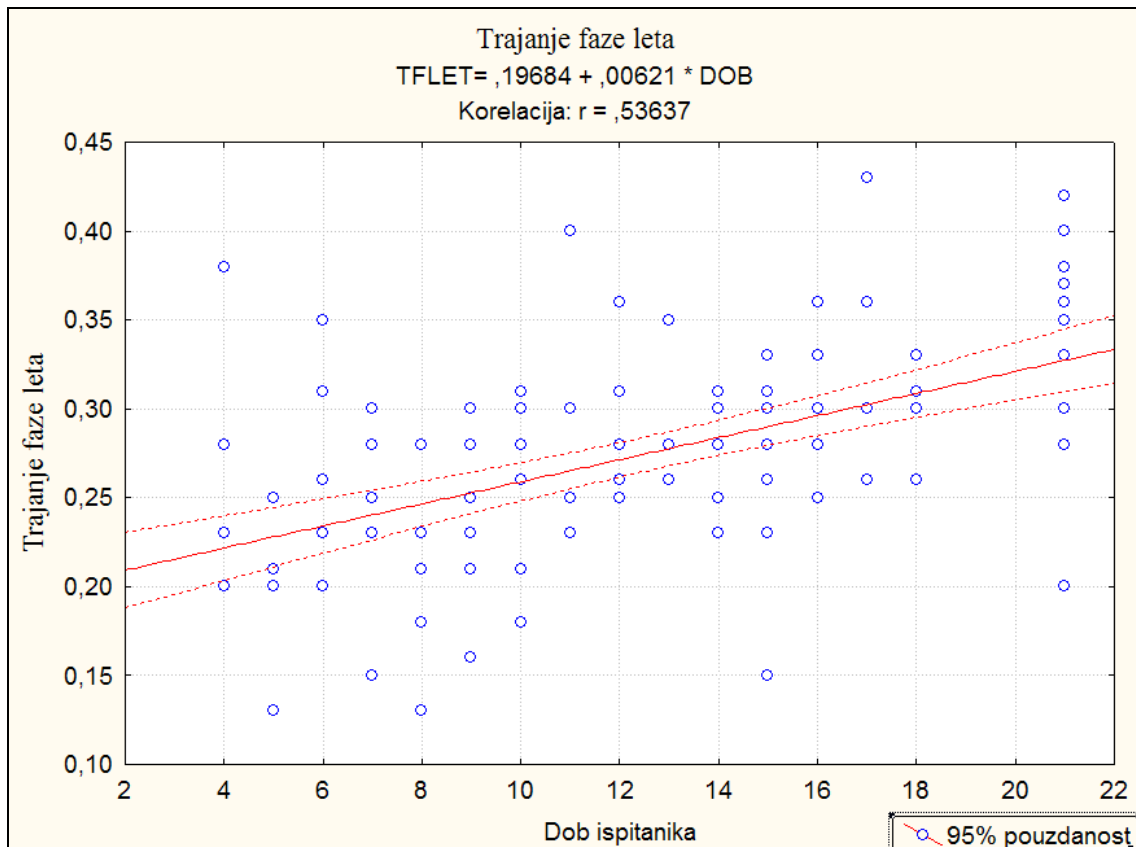


**Graf 13.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru trajanje faze odraza

**Tablica 45.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar trajanje faze leta

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=47,659		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,54	6,90	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$

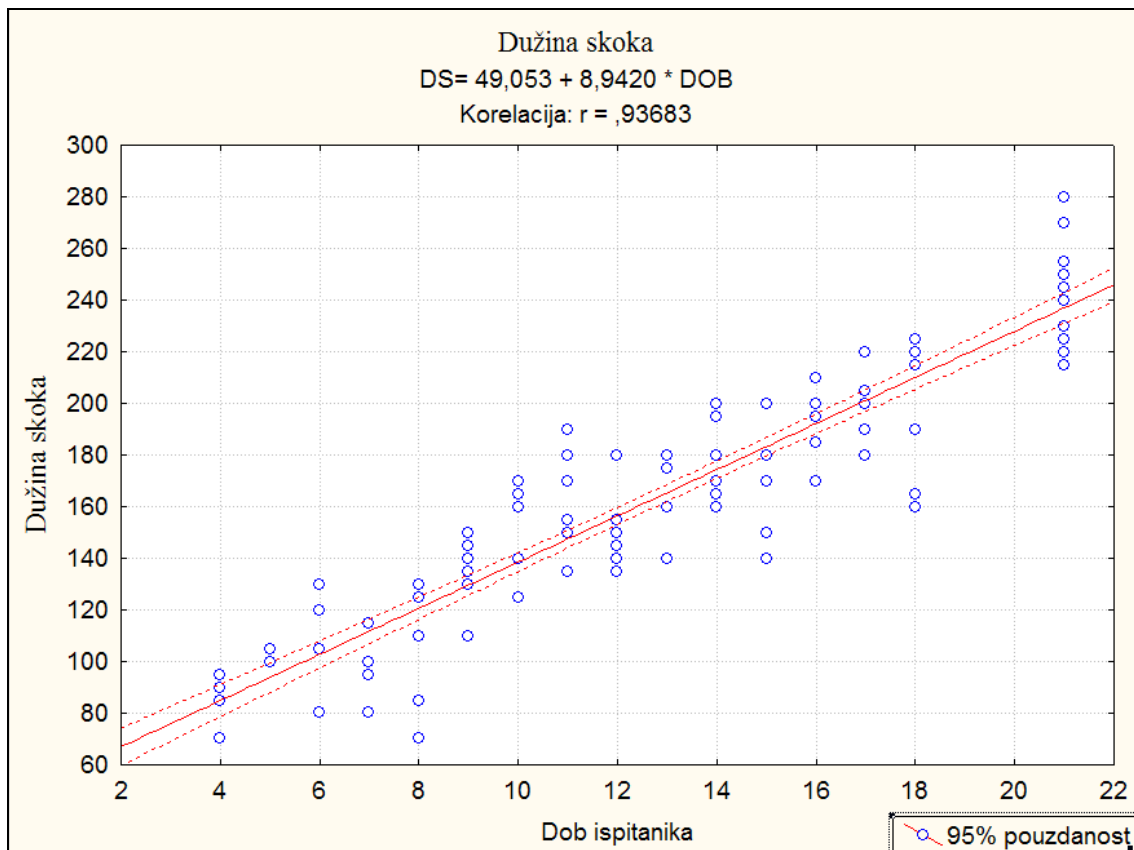


**Graf 14.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru trajanje faze leta

**Tablica 46.** Polinomijalna regresijska analiza za kinematički parametar dužina skoka

Značajnost regresijskog modela	F – vrijednost (1,118)=846,98		
Varijable	Standardizirani Beta regresijski koeficijent	t-vrijednost	p-razina značajnosti
Dob ispitanika	0,94	29,10	<b>0,00*</b>

\* = označene p-vrijednosti značajne uz  $p \leq 0,05$



**Graf 15.** Grafički prikaz utjecaja dobi na promjene u kinematičkom parametru dužina skoka



## **6. RASPRAVA**

Temeljni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razvojne faze kinematičke efikasnosti izvođenja tehnike skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina. Pored temeljnog cilja, parcijalni ciljevi bili su:

6. Utvrditi kinematičke parametre relevantne za efikasnu izvedbu testa skok u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.
7. Utvrditi razlike u kinematičkim parametrima izvedbe testa skok u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.
8. Utvrditi konstruktnu valjanost testa skok u dalj iz mjesta s obzirom na različite dobne skupine ispitanika.
9. Utvrditi povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara koji utječu na efikasnost skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.
10. Utvrditi utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta.

Tim slijedom raspravljani su dobiveni rezultati u sljedećim potpoglavljima.

## 6.1. Deskriptivna statistika

U svrhu utvrđivanja temeljnog cilja ovog istraživanja na samom početku provedena je deskriptivna statistika svih izmjerenih varijabli morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara za sve promatrane skupine ispitanika. Na osnovu dobivenih rezultata može se konstatirati da je najveći varijabilitet između pokazatelja morfoloških karakteristika kod grupe ispitanika od 4 do 6 i 7 do 9 godina dobiven u varijabli *postotak tjelesne masti*, a kod svih ostalih skupina u varijabli *tjelesna težina*, dok je najmanje odstupanje rezultata od aritmetičke sredine kod svih grupa ispitanika dobiveno u varijabli *bikristalni raspon*. Iz navedenih rezultata može se zaključiti da dječaci i adolescenti prate normalnu krivulju rasta i razvoja prema podacima longitudinalne studije rasta zagrebačke djece i omladine (Mišigoj-Duraković, 2008), te prema podacima Nacionalnog centra za prevenciju kroničnih bolesti i promocije zdravlja (2000).

Iz rezultata centralnih i disperzivnih parametara kinematičkih varijabli može se konstatirati da na varijable koje definiraju geometriju tijela, posebice rad ruku u pripremnoj fazi, fazi odraza i leta skoka u dalj iz mjesta, te varijable brzine segmenata, odnosno koordinacije segmenata tijela prije odraza ima veliki utjecaj rast i razvoj, odnosno dob ispitanika. U tim su varijablama Kolmogorov-Smirnovljev testom dobivena najveća odstupanja od normalne Gaussove krivulje rezultata kod djece i adolescenata (ali u granicama da se smatraju normalno distribuiranim varijablama), i najveće razlike u aritmetičkim sredinama između 4 do 18 godišnjaka i studenata. To znači da su ispitanici u navedenim varijablama imali najviše poteškoća u postizanju rezultata po uzoru na rezultate studenata Kineziološkog fakulteta koji bi polučili najbolje efekte skoka u dalj iz mjesta.

Promjene u kinematičkim parametrima skoka u dalj iz mjesta s obzirom na dob ispitanika, odnosno razvojne faze skoka u svojim istraživanjima proučavali su mnogi autori. Konkretno, Horita i sur. (1991) su u svojoj studiji uspoređivali konfiguraciju tijela i funkciju zglobova tijekom skoka u dalj iz mjesta šestogodišnjaka i mladih sportaša. Na osnovu aritmetičkih sredina varijabli koje definiraju geometriju tijela izvedbe skoka zaključili su da postoje vidljive razlike između djece i dvadesetogodišnjaka. Zheng i sur. (2007) proučavali su izvedbu skoka u dalj iz mjesta kod učenika od prvog do trećeg razreda osnovne škole i zaključili da je kretna struktura skoka izuzetno važna za samu duljinu skoka i da izvedba skoka u dalj iz mjesta sazrijeva s godinama života.

---

## 6.2. Utvrđivanje kinematičkih parametara relevantnih za izvedbu skoka u dalj iz mjesta kod 4 do 18 godišnjaka i studenata Kineziološkog fakulteta

Rezultati stupnjevite multiple regresijske analize, dobivene metodom postupnog proširenja modela i metodom postupnog sužavanja modela kinematičkih parametara za skupinu studenata druge godine Kineziološkog fakulteta, pokazali su statistički značajan utjecaj brzine centra težišta tijela u fazi odraza (*horizontalna brzina odraza*), zatim parametara *kut odraza* i varijabli koje definiraju rad odnosno zamah ruku tijekom izvedbe skoka u dalj iz mjesta (*kut ramena na početku pripremne faze, kut ramena u najnižoj točki centra težišta, kut lakta u odrazu i kut ramena u najvišoj točki centra težišta*). Naime, dobiveni rezultati potvrdili su zaključke dosadašnjih studija biomehaničara Leesa, Vanrenterghema i Clercqa (2000), Ashbya i Heegaarda (2002), Wakaia i Linthornea (2005), te Ashbya i Delpa (2006) koji dokazuju da efikasnost, odnosno duljina skoka u dalj iz mjesta ovisi o tri komponente, a to su *horizontalna brzina odraza, kut odraza i zamah ruku tijekom skoka*.

Za razliku od studenata Kineziološkog fakulteta, ovim istraživanjem je utvrđeno da kod dječaka u dobi od 4 do 6 godina dužina skoka ovisi isključivo o brzini centra težišta tijela u trenutku odraza, odnosno o parametrima *horizontalna* i *vertikalna brzina odraza*. Kako kod promatranog uzorka na dužinu skoka statistički značajno ne utječu varijable koje definiraju geometriju tijela tijekom skoka, može se zaključiti da kod djece predškolske dobi još uvijek nije dovoljno razvijen stereotip gibanja i ujednačeni zamah ruku i nogu tijekom izvedbe skoka u dalj iz mjesta. Do sličnih zaključaka došli su u svojem istraživanju Wilson i Brown (1993). Oni su na temelju utvrđenih razlika u kinematičkim parametrima faze odraza i faze doskoka kod djece od 4 do 7 godine zaključili da poboljšanjem geometrije tijela u promatranim fazama ispitanici postižu bolje rezultate u skoku u dalj iz mjesta. Harrison i Keane (2007) su utvrdili da je skupina ispitanika u dobi od 5 do 6 godina, koji su tijekom šest tjedana (2x30 min) vježbali različite vrste skokova, statistički značajno popravila svoju izvedbu, odnosno stereotip gibanja skoka u dalj s mjesta, dok kod skupine ispitanika iste dobi koja je vježbala samo vertikalni skok, nije došlo do statistički značajnih promjena. Labiadh i sur. (2010) istraživali su koordinaciju segmenata tijela kod 3 do 7 godišnjaka tijekom izvedbe skoka u dalj iz mjesta na temelju oponašanja odraslih osoba. Iz rezultata video analize utvrdili su da

promatrane skupine ispitanika postižu velik broj koordinacijskih strategija skokova i velike varijacije u trajanju, što znači da se u toj dobi još nije stabilizirala kretna struktura skoka u dalj iz mjesta. Konačno, Lv (2012) utvrdio je egzaktne kvantitativne promjene motoričkih vještina djece od 3 do 6 godina starosti tijekom izvedbe skoka u dalj iz mjesta, odnosno utvrdio je da se geometrija skoka statistički značajno mijenja s godinama života. Također, kako kod 4 do 6 godišnjaka na dužinu skoka osim parametra *horizontalna brzina odraza* utječe statistički značajno i *vertikalna brzina odraza*, može se tvrditi da kod djece te dobi nije definiran i dovoljno kontroliran smjer skoka. To potvrđuju i dosadašnja istraživanja Robertsona i Fleminga (1987), Daviesa i Jonesa (1993) i Fukashire i sur. (2005) koji su zaključili da postoji nekoliko važnih faktora koji utječu na smjer i kontrolu skoka, odnosno razlikuju vertikalni od horizontalnog skoka, a to su geometrija tijela na početku faze odraza, odnosno *kut u zglobu kuka* i *nagib trupa*. Roy i sur. (1973) također su se bavili komponentama vertikalnog i horizontalnog skoka kod ispitanika od 7 do 16 godina i zaključili su da parametri koji definiraju smjer skoka postaju konstantni djelomično nakon 10-te, odnosno konačno nakon 13-te godine života.

Rezultati utvrđivanja kinematičkih parametara relevantnih za efikasnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta kod dječaka u dobi od 7 do 9 godina ukazuju na činjenicu da prelaskom djece iz starije vrtičke dobi u mlađu školsku dob dolazi do određenih promjena u izvedbi kretne strukture skoka u dalj iz mjesta. Naime, iako još uvijek nije došlo do stabilizacije parametara koji definiraju smjer skoka (*kut kuka u trenutku odraza*), javljaju se pojedini parametri koji djelomično definiraju geometriju tijela prije i u trenutku faze odraza skoka u dalj iz mjesta, a koji su prisutni i kod studenata. Konkretno, vidljivo je da kod 7 do 9 godišnjaka dolazi do izražaja uloga zgloba kuka u pripremnoj fazi, te parametara *kut ramena u trenutku odraza* i *kut odraza* koji, kao što je već ranije navedeno, utječu na smjer samoga skoka što će, vjerojatno, u kasnijim dobnim razdobljima još više doći do izražaja i imati utjecaj na dužinu skoka. Slične rezultate su u svojem istraživanju dobili Phillips i sur. (1985). Autori su utvrdili da se kut u ramenima s godinama života statistički značajno povećava. Također, statistički značajne razlike dobivene su u varijablama *nagib tijela* i *horizontalni pomak centra težišta tijela*. Temeljem dobivenog zaključili su da se od 3. do 9. godine života pomicanjem centra težišta tijela prema naprijed ispred odrazne linije smanjuje kut odraza što značajno utječe na konačnu dužinu skoka. Zheng i sur. (2007) utvrdili su statistički značajnu pozitivnu korelaciju između parametara *dužina skoka* i *kut odraza*, *kut doskoka* i *nagib trupa* u doskoku kod

učenika od 1. do 3. razreda, dok su Zhouye i sur. (2010) na osnovu usporedbe skoka u dalj iz mjesta 6 do 11 godišnjaka i mladih sportaša, zaključili da je koordiniran zamah ruku vrlo važan prilikom izvedbe skoka u dalj iz mjesta, te da kod djece mlađe školske dobi još uvijek nije razvijen pravilan rad ruku, zgloba kuka i koljena u pripremnoj fazi prije odraza.

Na osnovu rezultata provedene analize kod dječaka u dobi od 10 do 12 godina vidljivo je da dužina skoka u dalj iz mjesta i dalje ovisi o parametru *vertikalna brzina odraza*, što pokazuje da još uvijek nisu konstantni parametri kontrole smjera skoka, ali za razliku od 4 do 6 i 7 do 9 godišnjaka, javljaju se parametri koji još detaljnije definiraju geometriju tijela prije, u samom trenutku odraza i fazi leta skoka u dalj iz mjesta (*kut koljena u najnižoj točki centra težišta, kut kuka u odrazu, kut odraza i kut ramena u najvišoj točki centra težišta*) međutim, još uvijek se nije pokazao statistički značajan utjecaj varijabli koje definiraju zamah ruku u pripremnoj fazi skoka kao što je to kod studenata Kineziološkog fakulteta. Roy i sur. (1973) su također utvrdili da kod dječaka od 7. do 13. godine prilikom izvedbe skoka u dalj iz mjesta značajnu ulogu ima horizontalni pomak, ali i vertikalni pomak centra težišta tijela. Nadalje, za razliku od prijašnjih grupa ispitanika, kod dječaka od 10 do 12 godina statistički značajan utjecaj na dužinu skoka u dalj iz mjesta ima parametar *kuta doskoka*. Tim slijedom, na osnovu dobivenog može se konstatirati da se u ovom razdoblju počinje formirati konfiguracija tijela tijekom leta, odnosno samog trenutka doskoka. Osvrtom na prikupljene podatke vidljivo je da ispitanici koji su postizali manji *kut doskoka* pružanjem potkoljenica daleko naprijed, pretklonom tijela i predručenjem, a da pritom nisu pali unatraske, ostvarivali su bolje konačne rezultate skoka u dalj iz mjesta, što su u svojim studijima potvrdili Zimmerman (1956), Decker, Torry, Wyland, Strett i Steadman (2003) i Wakai i Linthorne (2005).

Za razliku od rezultata skupina ispitanika od 4 do 6, 7 do 9 i 10 do 12 godina, kod 13 do 15 godišnjaka izostaje statistički značajan utjecaj parametra *vertikalna brzina odraza* na dužinu skoka, odnosno do izražaja dolazi konkretno *horizontalna brzina odraza*. To dovodi do spoznaje da je u ovoj dobi došlo do stabilizacije faktora, odnosno kinematičkih parametara koji definiraju i određuju smjer skoka (*kut kuka u trenutku odraza*). Isto su utvrdili Roy i sur. (1973) da kod dječaka nakon 13. godine, prilikom izvedbe skoka u dalj iz mjesta, značajnu ulogu ima horizontalni pomak centra težišta tijela.

Na osnovu dobivenih rezultata za skupinu adolescenata može se konstatirati da, iako se radi o skupini ispitanika u dobi od 16 do 18 godina, za koju se u dosadašnjim

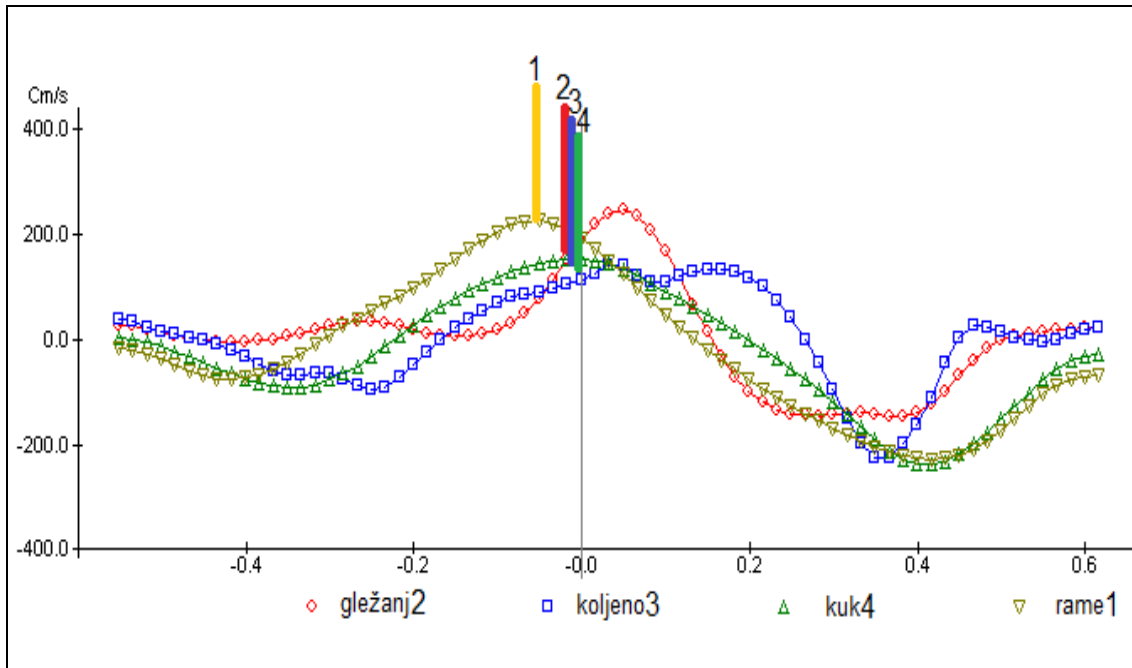
istraživanjima potvrdilo da je došlo do sazrijevanja i stabilizacije kretne strukture skoka u dalj iz mjesta (Roy i sur., 1973; Wang i sur., 2002; Zhouye i sur., 2010) u ovoj studiji se pokazalo da ispitanici adolescentske dobi još uvijek imaju izvjesnih problema prilikom izvedbe kretne strukture skoka u dalj iz mjesta jer još uvijek nedostaje statistički značajan utjecaj parametara koji definiraju rad ruku, odnosno neizmjereno važan zamah ruku u pripremnoj fazi, te blokada ruku u fazi leta skoka u dalj iz mjesta. To potvrđuje i činjenica, odnosno rezultati istraživanja skupine autora koji su zaključili da je skok u dalj iz mjesta kompleksan motorički zadatak i da na konačan rezultat skoka uvelike ima utjecaj koordinacija segmenata, odnosno koordinacija ruku i nogu (Cheng i Chen, 2005; Wakai i Linthorne, 2005; Ashby i Delp, 2007; Bartlet, 2007; Nagano i sur., 2007; Lee i Cheng, 2008; Pišot i sur., 2010).

Temeljem dobivenog može se prihvatiti hipoteza H1 da postoji statistički značajan utjecaj pojedinih kinematičkih parametara na uspješnost izvedbe skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta.

### **6.3. Utvrđivanje razlika u kinematičkim parametrima izvedbe testa skok u dalj iz mjesta između dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta**

Rezultati univarijatne analize varijance između ispitanika od 4 do 6 godina i studenata pokazuju da postoje statistički značajne razlike u kinematičkim parametrima izvedbe skoka u dalj iz mjesta između promatranih skupina u većini izmjerenih varijabli. Konkretno, u pripremnoj fazi skoka skupina dječaka postigla je vrijednost u parametru *kut kuka u najnižoj točki centra težišta*  $61,14^\circ$  i varijabli *kut koljena u najnižoj točki centra težišta*  $96,84^\circ$ , dok su studenti Kineziološkog fakulteta ostvarili vrijednost od  $85,35^\circ$  u varijabli *kut kuka u najnižoj točki centra težišta*, te  $108,84^\circ$  u varijabli *kut koljena u najnižoj točki centra težišta* (**Tablica 6.**), temeljem čega se može tvrditi da dječaci rade puno veći pretklon trupa i duboki čučanj, što dovodi do nepovoljnih uvjeta za daljnji slijed aktivnosti pojedinih segmenata tijela tijekom pripremne faze i samog položaja tijela u fazi odraza. Razlike u kutu kuka i koljena u pripremnoj fazi skoka u dalj iz mjesta, odnosno utjecaj promjena u spomenutim kutevima na dužinu skoka proučavali su Wu i sur. (2003), Cheng i Chen (2005) i Mackala i sur. (2012). Zaključili su da optimalan kut (oko  $90^\circ$ ) u zglobu kuka i koljena u pripremnoj fazi skoka statistički značajno utječe na efikasnost skoka u dalj iz mjesta. Također, kod promatranih skupina ispitanika dobivene su statistički značajne razlike u parametrima postizanja vršne brzine ramena, kuka, koljena i gležnja prije odraza koji predstavljaju takozvani kinematički lanac tijekom skoka u dalj iz mjesta koji je važno izvesti kako bi se ostvarila maksimalna dužina skoka (Eckert, 1964; Blackburn i Morrissey, 1998; Aguado i sur., 2000). Naime, Aguado i sur. (2000) utvrdili su da kinematički lanac skoka u dalj iz mjesta kod mladih sportaša u dobi od 23 godine ima takav slijed da se najveća vršna brzina postiže najprije u ramenom zglobu kako bi se osiguralo rasterećenje ostalim dijelovima tijela od distalnog kraja prema proksimalnom, odnosno redom vršne brzine gležnja, koljena i kukova (**Slika 9.**), što je dobiveno i u ovom istraživanju kod studenata Kineziološkog fakulteta. Kao posljedica ne odgovarajućeg slijeda aktivacije pojedinih segmenata tijela u kinematičkom lancu kod 4 do 6 godišnjaka, odnosno narušene unutarsegmentalne koordinacije javlja se i statistički značajna

razlika izmjerene grupe i studenata Kineziološkog fakulteta u vremenskim i prostornim parametrima skoka, odnosno parametrima *trajanje faze odraza, trajanje faze leta i dužina skoka*.



**Slika 9.** Vršne brzine pojedinih segmenata tijela (rame, gležanj, koljeno, kuk) prije trenutka odraza kod studenata Kineziološkog fakulteta

Tijekom faze odraza, prema uzoru na model, potrebno je da tijelo i ruke budu maksimalno pruženi, te da se ostvari povoljan kut odraza i omjer vertikalne i horizontalne brzine odraza kako bi skok bio što efikasniji (postignuti parametri kod studenata: *kut ramena u odrazu - 152,43°; kut kuka u odrazu - 179,69°; kut koljena u odrazu - 159,60°; vertikalna brzina odraza - 165,02 cm/s; horizontalna brzina odraza - 305,73 cm/s*). Međutim u svim naznačenim varijablama dječaci od 4 do 6 godina postigli su znatno manje vrijednosti kuteva i puno nepovoljniji omjer vertikalne i horizontalne brzine odraza, te se time statistički značajno razlikuju od studenata Kineziološkog fakulteta (*kut ramena u odrazu - 91,38°; kut kuka u odrazu - 165,95°; kut koljena u odrazu - 147,22°; vertikalna brzina odraza - 102,81 cm/s; horizontalna brzina odraza - 168,89 cm/s*). Geometrijom tijela u trenutku odraza bavili su se u svojem istraživanju Phillips i sur. (1985). Zaključili su da se s godinama života povećava retrofleksija u ramenom zglobu na početku pripreme faze, centar težišta tijela se pomiče horizontalno ispred mjesta odraza, povećavaju se kutevi u gležnju, koljenu i kuku, te kao



posljedica dolazi do smanjenja nagiba tijela, odnosno kuta odraza i povećanja brzine odraza što pozitivno utječe na konačnu dužinu skoka u dalj iz mjesta. Han, Li, Bu i Xiong (2008) također proučavaju promjene u kinematičkim parametrima i dužini skoka u dalj iz mjesta uslijed različitih kuteva odraza. Rezultati su pokazali da se povećanjem kuta odraza smanjuju horizontalna i vertikalna brzina odraza, te povećavaju kutevi u zglobu kuka, koljena i gležnja što ima za posljedicu negativan utjecaj na efikasnost skoka.

Nadalje, u fazi leta u ovom istraživanju naglašena je važnost parametra *kut ramena u najvišoj točki centra težišta* koji ujedno predstavlja blokadu zamaha ruku i prijenosa momenta količine gibanja na dužinu skoka, što su u svojim istraživanjima potvrdili Aguado i sur. (2000)., te Szerdiova i sur. (2012). Iz rezultata univarijatne analize varijance dječaka i studenata vidljivo je da se statistički značajno razlikuju u promatranoj varijabli. Pogledom na deskriptivne pokazatelje, može se uočiti da studenti ostvaruju prosječnu vrijednost u parametru *kut u ramenu u najvišoj točki centra težišta*  $120,33^\circ$ , odnosno raspon rezultata kreće se od  $88,83^\circ$  do  $157,00^\circ$ , dok kod dječaka prosječna vrijednost iznosi  $149,81^\circ$ , odnosno raspon se kreće od minimalno  $-71,62^\circ$  do maksimalno  $278,71^\circ$ . Iz prikazanih vrijednosti parametra *kut ramena u najvišoj točki centra težišta*, može se konstatirati da skupina studenata Kineziološkog fakulteta ostvaruje blokadu zamaha ruku u fazi leta i prienos momenta gornjih ekstremiteta na dužinu skoka, dok grupa ispitanika od 4. do 6. godine ne ostvaruje potrebne vrijednosti kuta ramena nakon odraza, kod njih izostaje blokada ruku, odnosno iz vrijednosti raspona kuta ramena uočljiv je kružni rad ruku što nikako ne pridonosi efikasnosti skoka u dalj iz mjesta. Značajan utjecaj pravilnog zamaha ruku (blokada i povlačenje ruku prema natrag u fazi leta) na dužinu skoka u dalj iz mjesta naglašavaju u svojoj studiji Ashby i Delp (2006). Oni su utvrdili da je skok u dalj iz mjesta uz pomoć zamaha ruku za 40 cm duži od skoka bez zamaha ruku, odnosno uz pomoć zamaha ruku povećava se brzina odraza, promatrano kroz brzinu centra težišta, za 15 %. Papadopoulos, Noussiog, Manolopoulos i sur. (2011) imali su za cilj utvrditi doprinos zamaha ruku na dužinu skoka u dalj iz mjesta. Zaključili su da kao posljedica zamaha ruku tijekom skoka dolazi do *horizontalnog pomaka centra težišta prema naprijed*, povećanja *sila reakcije podloge*, smanjenja *kuta odraza* i povećanja *horizontalne brzine odraza*, što ima u konačnici pozitivan utjecaj na dužinu i efikasnost skoka u dalj iz mjesta.

Kao najvažniji parametar faze doskoka u ovom istraživanju promatran je sam *kut doskoka* koji se smatra produktom strukture segmenata tijela u trenutku kontakta s podlogom (Wakai i Linthorne, 2000). U **tablici 29.** prikazana je dobivena statistički značajna razlika u parametru *kut doskoka* između studenata koji ostvaruju prosječno manji *kut doskoka*  $36,72^\circ$ , i dječaka čiji je prosječan *kut doskoka*  $42,57^\circ$ . Slične rezultate dobili su u svom istraživanju Decker i sur. (2003) koji su zaključili da su ispitanici, koji su tijekom skoka u dalj iz mjesta doskakali s uspravnim držanjem tijela (veći kutevi u zglobu kuka, koljena i gležnja, te veći *kut doskoka*), konačno imali slabije rezultate u dužini skoka.

Tim slijedom, iz prikazanih rezultata univarijatne analize varijance između skupine ispitanika od 7 do 9 godina i studenata Kineziološkog fakulteta, može se vidjeti da su se pokazale statistički značajne razlike u promatranim kinematičkim parametrima vrlo sličnim kao i kod analize razlika skupine od 4 do 6 godina i studenata Kineziološkog fakulteta. Iznimka su varijable koje definiraju geometriju tijela u pripremnoj fazi skoka. Zheng i sur. (2007) također su proučavali efekte pojedinih elemenata skoka u dalj iz mjesta sa samom uspješnošću u skoku, te razlike u kretnoj strukturi izvedbe skoka između učenika 1. do 3. razreda osnovne škole, odnosno 7 do 9 godišnjaka. Na osnovu Pearsonovog koeficijenta korelacije, t-test analize i univarijatne analize varijance, zaključili su da je geometrija tijela u svim fazama skoka u dalj iz mjesta u značajnim korelativnim odnosima s dužinom skoka, te da izvedba skoka u dalj iz mjesta sazrijeva s godinama života. Konkretno, sazrijevanjem smanjuje se *trajanje faze odraza* i *kut odraza* (kao što se pokazalo u ovom istraživanju u varijablama *vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza*, *vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza*, *kut kuka u najnižoj točki centra težišta* i *trajanje faze odraza*), poboljšava se rad ruku tijekom pripremne faze, faze odraza i leta (promatrano kroz kuteve i brzine segmenata gornjih ekstremiteta), te konfiguracija tijela u doskoku.

Nadalje, iz prikazanih rezultata analize razlika može se konstatirati da se nakon 9. godine života stabilizira geometrija tijela tijekom faze doskoka s obzirom na to da *kut doskoka* značajno ne odstupa od vrijednosti koje su postigli studenti Kineziološkog fakulteta. Rastom i razvojem, odnosno sve boljom unutarsegmentalnom koordinacijom u pripremnoj fazi skoka, smanjuje se *trajanje faze odraza*, međutim javlja se značajno odstupanje u parametru *kut odraza* od desete godine pa sve do adolescencije za razliku od studenata Kineziološkog fakulteta. Mnogi autori dokazali su kako je *kut odraza* u visokoj korelaciji s

---

efikasnošću skoka u dalj iz mjesta (Zimmerman, 1956; Phillips i sur., 1985; Aguado i sur., 1997; Wakai i Linthorne, 2005), odnosno istraživači su zaključili da, kako bi se ostvario povoljan odnos kinematičkih parametara relevantnih za konačnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta (*kut odraza, horizontalna brzina odraza* i parametri koji definiraju zamah ruku), potrebna je visoka razina koordinacije i znanja tehničke izvedbe skoka kod pojedinca (Davies i Jones, 1993; Blackburn i Morrissey, 1998; Aguado i sur., 2000; Szerdiova, Simšik i Dolna, 2010). Konkretno, Cheng i Chen (2005) su imali za cilj utvrditi optimalni tehnički obrazac izvedbe skoka u dalj iz mjesta promatrajući kinematičke parametre koji determiniraju kretanje segmenata stopala, potkoljenice, natkoljenice, trupa, podlaktice, nadlaktice i glave tijekom skoka. Zaključili su da je *dužina skoka* u pozitivnoj korelaciji s nešto većim inicijalnim kutevima u zglobu kuka, koljena i gležnja u pripremnoj fazi skoka (odnosno u negativnoj korelaciji s dubokim čučnjem i velikim pretklonom trupa) jer je na taj način omogućen veći raspon kretanja segmenata tijekom fleksije i ekstenzije u zglobu koljena (eng. *countermovement* pokreta) što rezultira boljom optimizacijom i unutarsegmentalnom koordinacijom tijekom skoka. Također, Nagano i sur. (2007) proučavaju optimalnu koordinaciju segmenata tijela prilikom maksimalnog horizontalnog skoka u odnosu na vertikalni skok kako bi se unaprijedilo znanje vezano za mehanizam kretanja prilikom izvedbe kretne strukture skoka u dalj iz mjesta. Zaključili su da kod horizontalnog skoka *centar težišta tijela* i *nagib tijela* moraju biti usmjereni prema naprijed, te da je *horizontalna brzina odraza* u visokoj korelaciji s *kutevima u zglobu kuka* i *skočnog zgloba prije trenutka odraza*, što ima pozitivan utjecaj na dužinu skoka.

Stoga, na temelju dosadašnjih studija i rezultata u ovom istraživanju može se konstatirati da kod desetogodišnjaka pa sve do adolescencije još uvijek nije dovoljno sazio stereotip gibanja skoka u dalj iz mjesta koji bi, po uzoru na model, (u ovom istraživanju su to studenti Kineziološkog fakulteta) polučio najbolje efekte, odnosno proizveo maksimalnu duljinu skoka. Tome u prilog idu i rezultati univarijatne analize varijance prikazani u **tablici 19.** koji pokazuju da, iako izostaju neke statistički značajne razlike u kinematičkim parametrima između grupa ispitanika i studenata, koje su se kod mlađih dobnih skupina javljale kao rezultat provedene analize, kod adolescenata u dobi od 16 do 18 godina još uvijek postoji izvjestan broj varijabli u kojima su se dobila značajna odstupanja od studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.

Temeljem dobivenog može se prihvatiti hipoteza H2 da se kinematički parametri izvedbe skoka u dalj iz mjesta značajno razlikuju između dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta.

#### **6.4. Konstruktna valjanost**

Iz dobivenih Pearsonovih koeficijenta korelacije skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka dječaka i adolescenata od 4 do 18 godina i skupine studenata Kineziološkog fakulteta, može se zaključiti da konstruktna (konvergentna) valjanost testa skoka u dalj iz mjesta nije zadovoljavajuća kod promatranih mlađih dobnih skupina. Kod skupine ispitanika od 4 do 18 godina prihvatljiviji je test vertikalni skok za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti, za razliku od studenata kod kojih je dobivena visoka pozitivna korelacija u svim česticama mjerenih testova na osnovu čega se može zaključiti da se kod grupe studenata radi o istom ili sličnom konstrukt.

Problematikom, odnosno metrijskim karakteristikama testova za utvrđivanje eksplozivne snage tipa skočnosti bavili su se mnogi autori upravo zato što rezultat u nekima od testova, konkretno testu skok u dalj iz mjesta, nije posljedica samo jednog faktora (u ovom slučaju eksplozivne snage), već i motoričkog znanja, koordinacije, te rasta, razvoja i sazrijevanja, stoga je njegova valjanost upitna (Bobbert, Gerritsen, Litjens i Van Soest, 1996; Eston i Reilly, 2004). Thomas, Nelson i Silverman (2005) također navode kako su test skok u dalj iz mjesta i vertikalni skok najčešći testovi za procjenu eksplozivne snage. Konstatiraju da se testovi često zajednički koriste za procjenu iste sposobnosti, međutim apeliraju kako korelacija između ta dva testa iznosi između  $r = 0,70$  do  $r = 0,80$ , a ponekad i manje. Pri koeficijentu korelacije od  $0,70$  između skoka u dalj iz mjesta i vertikalnog skoka sa samo 49% varijance je jedan test povezan s drugim, što znači da je 51% varijance neobjašnjen i ne može se tvrditi da mjere isti konstrukt. U prilog navedenome idu i rezultati istraživanja Marković i sur. (2004) koji su imali za cilj utvrditi pouzdanost i faktorsku valjanost sedam testova za procjenu eksplozivne snage (5 različitih vertikalnih skokova: *Sargentov* skok, *Abalakov* skok

s i bez zamaha ruku, *Squat* skok, *Countermovement* skok; i 2 oblika horizontalnog skoka: tri povezana sunožna skoka i skok u dalj iz mjesta). Kao rezultat faktorske analize projicirao se jedan faktor eksplozivne snage koji objašnjava 66,43% ukupne varijance svih sedam testova. Na osnovu korelacija testova s ekstrahiranim faktorom zaključili su da vertikalni skok na platformi bez zamaha ruku (eng. *countermovement jump*) ima najveću povezanost  $r = 0,87$ , a time i najveću faktorsku valjanost, dok ostali testovi imaju manje korelacije, a skok u dalj iz mjesta ima najmanji koeficijent korelacije  $r = 0,76$ .

Temeljem dobivenog može se prihvatiti hipoteza H3 da konstruktna (konvergentna) valjanost testa skoka u dalj iz mjesta nije zadovoljavajuća kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina, za razliku kod studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.

### **6.5. Povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata Kineziološkog fakulteta**

Na temelju provedene korelacijske analize morfoloških varijabli i kinematičkih parametara može se konstatirati da kod grupe dvadesetogodišnjih studenata Kineziološkog fakulteta najefikasniju izvedbu skoka u dalj iz mjesta postižu ispitanici mezomorfne tipa građe tijela koji zbog svojih tjelesnih karakteristika (osobite snage i čvrstih mišića s vrlo malo tjelesne masti, mišićavog tijela, sa snažnim rukama i nogama, širokih ramena, uskog struka, dugačak torzo, snažna prsa, odličan omjer ramena i struka (Carter i Heath, 1990)) imaju bolje predispozicije ostvarivanja koordinacijskih odnosa pojedinih segmenata tijela, što su u svojim istraživanjima zaključili Kartal i Gunay (1994), Katić, Srhoj i Pašanin (2005), te Caliskan i Akkoyunlu (2011). Kako je uz nivo svladanosti tehnike skoka u dalj iz mjesta za njegovo uspješno izvođenje potrebna i visoka razina koordinacije skakača (Helebrandt i sur., 1961; Aguado i sur., 1997; Szerdiova i sur., 2012), navedeni tip građe u prednosti je spram ostalih tipova koji imaju izduženo tijelo dugih, tankih ekstremiteta, te uska ramena i bokove (ektomorfni tip), ili širokih bokova i većeg postotka potkožnog masnog tkiva (endomorfni tip), te time narušenu koordinaciju odnosno dinamiku pokreta (Stapley i sur., 1999; Caruso i sur., 2012).

Nadalje, na osnovu dobivenih rezultata korelacijske analize može se konstatirati da dječaci od 4 do 6 godina, koji su krupnije građe s više potkožnog masnog tkiva, ne ostvaruju povoljnu dinamiku u koljenom zglobu i postižu manje vrijednosti u kutevima ramena i laktova, a time se podrazumijeva i manju efikasnost navedenih segmenata tijekom skoka u dalj iz mjesta, dok su djeca s dužim nogama efikasnija. Slične rezultate na uzorku predškolske djece dobili su mnogi istraživači (Trajkovski Višić, Plavec i Rastovski, 2008; D'Hondt, Deforche, De Bourdeaudhuij i Lenoir, 2009; Halme, Parkkisenniemi, Kujala i Nupponen, 2009; Roberts i sur., 2012) koji su zaključili da postoji značajna povezanost tjelesnog statusa i motoričkih sposobnosti (mođu kojima je promatran i skok u dalj iz mjesta,) odnosno utvrdili su da deblja djeca postižu slabije rezultate u izmjerenim motoričkim sposobnostima od vršnjaka koji su normalne tjelesne težine i poželjne tjelesne građe, te da viša djeca s dužim nogama skaču dalje u dalj iz mjesta (Ivanović, 2008), što se kod populacije studenata nije pokazalo (Arabaci, 2012).

Iz rezultata povezanosti morfoloških varijabli i kinematičkih parametara kod ispitanika od 7 do 9 godina moguće je zaključiti da se deblji dječaci spuštaju u duboki pretklon u pripreмноj fazi skoka, a u trenutku odraza ne uspijevaju maksimalno pružiti tijelo, što u konačnici negativno utječe na rezultat u skoku u dalj iz mjesta, dok viši dječaci i mršaviji ostvaruju veće kuteve u kuku u fazi odraza, što ima za posljedicu veću efikasnost skoka. Gotovo identične rezultate povezanosti kuta u zglobu kuka i koljena prije odraza dobili su Cheng i Chen (2005), na temelju čega su zaključili da je dužina skoka u pozitivnoj korelaciji s nešto većim inicijalnim kutevima u zglobu kuka, koljena i gležnja u pripreмноj fazi skoka, odnosno u negativnoj korelaciji s dubokim čučnjem i velikim pretklonom trupa jer je na taj način onemogućena optimizacija segmenata nogu (eng. *countermovement* pokreta), odnosno narušena unutarsegmentalna koordinacija u pripreмноj fazi skoka. Također kod 7 do 9 godišnjaka dobivene su visoke pozitivne korelacije dužine skoka sa svim varijablama longitudinalne dimenzionalnosti skeleta, što su u svojim istraživanjima za navedenu dob potvrdili i Kondrič i sur. (2002), te Ivanović (2008). Temeljem dobivenih rezultata može se konstatirati da dječaci u dobi od 7. do 12. godine s većim vrijednostima transverzalne dimenzionalnosti skeleta, kožnim naborima i postotkom tjelesne masti ostvaruju manje vrijednosti u kutu zgloba kuka, zglobu ramena, manju horizontalnu brzinu odraza i kraću dužinu skoka, za razliku od djece s normalnom tjelesnom težinom i građom tijela. Također, ispitanici višeg rasta, dužih nogu i ruku skaču dalje, što su u svojim studijima povezanosti

morfoloških karakteristika i motoričkih varijabli zaključili Clarke i Degutis (1964), Suchomel (2005), Siahkouhain, Mahmoodi i Salehi (2011), te Cliff i sur. (2012).

Nadalje, rezultati korelacijske analize kod dječaka u dobi od 13 do 15 godina pokazuju da se ispitanici koji imaju više potkožnog masnog tkiva i postotka tjelesne masti ne spuštaju u čučanj tijekom pripremne faze skoka u dalj. Također, dječaci koji su viši, imaju duže ruke i noge, ostvaruju veće amplitude (veću retrofleksiju) u ramenom zglobu na samom početku pripremne faze, a iz korelativnih veza s parametrom *dužina skoka* vidljivo je da postižu veće vrijednosti dužine skoka za razliku od debljih 13 do 15 godišnjaka. Također, za razliku od prijašnjih skupina ispitanika, po prvi puta se javlja statistički značajna negativna povezanost parametra *kut odraza* s varijablama *tjelesna visina*, *dužina ruke*, *dijametar lakta* i *tjelesna masa*. Što znači da viši i teži dječaci ostvaruju manji *kut odraza*. Na osnovu navedenoga ponovno se može konstatirati da morfološke karakteristike imaju značajnu ulogu pri ostvarivanju što efikasnije izvedbe skoka u dalj iz mjesta. Naime, niža i deblja djeca u startu su ograničena i za pretpostaviti je da će dužina njihovog skoka biti kraća od djece koja su viša i lakša, s manje potkožnog masnog tkiva i postotka tjelesne masti, što su također u svojim istraživanjima zaključili autori Suchomel (2005), Zsidegh, Photiou, Meszaros i sur. (2007), te Milanese i sur. (2010).

Iz korelativnih odnosa morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara kod skupine adolescenata ovim istraživanjem dobiveno je da, slično kao i kod studenata Kineziološkog fakulteta, na efikasnost skoka u dalj iz mjesta najviše utječu parametri *transverzalne dimenzionalnosti skeleta*, *kožni nabori* i *postotak tjelesne masti* (Benefice, 1992; Arabaci, 2012), odnosno ispitanici koji su krupnije građe i deblji ne idu dovoljno u čučanj u najnižoj točki centra težišta prije odraza, imaju manju horizontalnu brzinu odraza te kraću dužinu skoka, za razliku od lakših skakača (Vanderburgh, Katch, Choenleber, Balabinis i Elliot, 1996; Zhouye i sur., 2010; Carusco i sur., 2012).

Temeljem dobivenog može se prihvatiti hipoteza H4 da postoji statistički značajna povezanost između morfoloških varijabli i kinematičkih parametara koji utječu na efikasnost skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina i studenata druge godine Kineziološkog fakulteta.

## 5.7. Utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta

U skladu s rezultatima polinomijalne regresijske analize može se konstatirati da je skok u dalj iz mjesta motorički zadatak čija je tehnička izvedba podložna promjenama pod utjecajem dobi. Naime, dio kinematičkih parametara koji su u dosadašnjim studijima (Horita i sur., 1991; Decker i sur., 2003; Wu i sur., 2003; Wakai i Linthorne, 2005; Mackala i sur., 2012; Szerdiova i sur., 2012), ali i u ovom istraživanju izdvojeni kao parametri koji u velikoj mjeri determiniraju izvedbu skoka u dalj iz mjesta pod velikim su utjecajem rasta, razvoja i sazrijevanja (*kut kuka u najnižoj točki centra težišta, kut koljena u najnižoj točki centra težišta, vrijeme postizanja vršne brzine ramena prije odraza, vrijeme postizanja vršne brzine kuka prije odraza, vrijeme postizanja vršne brzine koljena prije odraza, vrijeme postizanja vršne brzine gležnja prije odraza, kut ramena u odrazu, kut kuka u odrazu, kut koljena u odrazu, horizontalna brzina odraza, vertikalna brzina odraza, trajanje faze odraza, trajanje faze leta, kut doskoka, dužina skoka*). Također, pregledom rezultata vidljivo je da na promjene u parametrima koji opisuju rad ruku u pripremnoj fazi (*kut ramena na početku pripreme faze, kut ramena u najnižoj točki centra težišta, kut lakta u odrazu*) i fazi leta (*kut ramena u najvišoj točki centra težišta, kut lakta u najvišoj točki centra težišta*), te varijabli *kut odraza* nema statistički značajnog utjecaja dobi, već se prisutno veliko rasipanje i variranje rezultata može objasniti različitom razinom motoričkog znanja ispitanika o promatranoj kretnji (Ismael i Gruber, 1971; Gallahue i Ozmun, 1998; Schmidt i Wrisberg, 2000; Lorger, Hraski i Hraski, 2012), familijarizaciji (Young i sur., 1997; Hayes i sur., 2007; Tomac i sur., 2012), te koordinacijskim sposobnostima pojedinca (Stapley i sur., 1999; Wang, Lin i Huang, 2002). Do sličnih zaključaka došli su u svojem istraživanju Zhouye i sur. (2010) koji su proveli detaljnu kinematičku analizu skoka u dalj iz mjesta na dječacima od šeste do jedanaeste godine i usporedili ih s izvedbom mladih sportaša. Iz dobivenih podataka utvrdili su da se tijekom zamaha ruku kut u zglobu ramena statistički značajno povećava s godinama starosti, dok se kutevi u zglobu kuka i koljena prije odraza (u pripremnoj fazi čučnja) statistički značajno smanjuju do osme godine starosti. Statistički značajne razlike nisu dobivene za grupu jedanaestogodišnjaka. Na temelju dobivenih rezultata autori su zaključili da je



koordiniran zamah ruku vrlo važan prilikom izvedbe skoka u dalj iz mjesta, te da kod djece mlađe školske dobi još uvijek nije razvijen pravilan rad ruku, zgloba kuka i koljena u pripremnoj fazi prije odraza. Načelno su utvrdili da je motorički stereotip skoka u dalj iz mjesta gotovo sazio u trećem razredu osnovne škole, iako su dobivene i značajne razlike u pojedinim parametrima kod 10 godišnjaka.

Dobiveni rezultati u ovom istraživanju također su u skladu s rezultatima dosadašnjih istraživanja Kanoha, Higuchia i Yuasa (1987), Gabbarda (1999), te Haywood i Getchell (2001) gdje autori ukazuju da uspješna razina izvođenja skoka u dalj iz mjesta nije zabilježena do 6. godine starosti, a sličan slijed nastavlja se i u adolescentskoj te kasnije u odrasloj dobi i to najčešće u vidu nedovoljnog zamaha rukama i nedovoljne ekstenzije koljena pri odrazu. Neujednačen tempo motoričkog razvoja skoka u dalj iz mjesta objašnjavaju Clark i sur. (1989). Oni su istraživali razvojne faze skoka u dalj iz mjesta kod djece od 3, 5, 7 i 9 godina, te sportaša dvadesetogodišnjaka. Zaključili su da 30% djece u dobi od 3 do 7 godina ima istu razinu rada nogu i ruku, a većina ih ima nekoordiniran rad donjih i gornjih segmenata tijela.

Temeljem dobivenog može se prihvatiti hipoteza H5 da postoji statistički značajan utjecaj dobi na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta.

## **7. ZAKLJUČAK**

Test skok u dalj iz mjesta je kompleksna motorička kretnja u kojoj skakač mora, kako bi se postigla najbolja izvedba, izvesti koordinirani pokret rukama, pretklon, počučanj, nagib, sunožan odraz i doskok, odnosno efikasnost skoka ovisi o nizu čimbenika od kojih su najvažniji: koordinacija gornjih i donjih segmenata tijela, motoričko znanje, familijarizacija, te rast, razvoj i sazrijevanje.

U tom smislu, temeljni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razvojne faze kinematičke efikasnosti izvođenja tehnike skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina.

U svrhu provjera hipoteza, koje su proizašle iz ciljeva ovog istraživanja, selekcioniran je uzorak od 120 ispitanika muškog spola podijeljenih u 5 eksperimentalnih skupina po 20 entiteta dječaka i adolescenata (4 do 6, 7 do 9, 10 do 12, 13 do 15, 16 do 18 god.), te 1 kontrolnu skupinu koju je činilo 20 studenata druge godine Kineziološkog fakulteta. Uzorak varijabli činio je 21 kinematički parametar koji su relevantni za efikasnu izvedbu skoka u dalj iz mjesta, zatim baterija od 13 morfoloških karakteristika, te dob ispitanika i kontrolni test vertikalni skok na platformi (skok iz polučučnja s pripremom bez zamaha ruku).

Utvrđivanje razvojnih faza kinematičke efikasnosti izvođenja tehnike skoka u dalj iz mjesta kod dječaka i adolescenata u dobi od 4 do 18 godina provedeno je u više faza te su dobiveni sljedeći zaključci:

- Izvedba testa skoka u dalj iz mjesta determinirana je određenim kinematičkim parametrima, odnosno modelom izvedbe spomenute kretne strukture kako bi se postigao maksimalno efikasan rezultat. Odnosno, ovim istraživanjem je utvrđeno da dužina skoka u dalj iz mjesta kod studenata Kineziološkog fakulteta ovisi o horizontalnoj brzini odraza, kutu odraza i parametrima koji determiniraju rad ruku tijekom skoka, dok je kod izmjerenih skupina dječaka i adolescenata dobivena značajno drugačija specifikacija kinematičkih parametara koji utječu na dužinu skoka, te je time potencijalno smanjena efikasnost skoka.
- Tehnička izvedba testa skok u dalj iz mjesta determinirana relevantnim kinematičkim parametrima u velikoj se mjeri razlikuje od predškolske dobi pa sve do adolescencije (od

4 do 18 godine), usporedbom s dvadesetogodišnjim studentima Kineziološkog fakulteta koji ujedno u ovom istraživanju predstavljaju model izvedbe mjerene kretne strukture.

- Iz dobivenih rezultata ove studije može se zaključiti da skok u dalj iz mjesta kod mlađih dobnih skupina dječaka i skupine adolescenata, kao mjerni instrument za procjenu eksplozivne snage nogu, ima lošiju valjanost od kontrolnog testa vertikalni skok na platformi (skok iz polučučnja s pripremom bez zamaha ruku), te time ima i manju uporabnu vrijednost.
- Ovim istraživanjem utvrđena je povezanost pojedinih morfoloških karakteristika i kinematičkih parametara relevantnih za izvedbu skoka u dalj iz mjesta. Odnosno, može se zaključiti da kod odraslih sportaša na dužinu skoka ima najveći utjecaj tjelesna masa, potkožno masno tkivo i postotak tjelesne masti, dok kod mlađih dobnih skupina, izuzev navedenih mjera, ispitanici koji su viši, imaju duže noge i ruke postižu bolje vrijednosti dužine skoka.
- Kao posljednji zaključak izdvaja se značajan utjecaj dobi ispitanika na promjene u pojedinim kinematičkim parametrima tehnike skoka u dalj iz mjesta u većini izmjerenih varijabli. Kod kinematičkih parametara za koje nije dobiven statistički značajan utjecaj dobi (*kut ramena na početku pripreme faze, kut ramena u najnižoj točki centra težišta, kut lakta u odraza, kut ramena u najvišoj točki centra težišta, kut lakta u najvišoj točki centra težišta* i *kut odraza*) utvrđeno veliko variranje rezultata može se objasniti različitom razinom motoričkog znanja ispitanika o mjerenoj kretnoj strukturi, familijarizaciji i koordinacijskim sposobnostima pojedinca.

Temeljem dobivenog može se zaključiti da su dobiveni rezultati ovog istraživanja korisni i od velike važnosti za:

- Objektivnije vrednovanje praćenja kvalitete motoričkih sposobnosti kod djece i adolescenata (kvalitetna kontrola učinaka određenog procesa vježbanja), u smislu preciznijeg definiranja utjecaja tehnike izvedbe na dužinu skoka u različitim dobnim kategorijama.
- Programiranje rada u području kineziološke edukacije u predškolskom odgoju, primarnoj edukaciji i predmetnoj nastavi, trenažnim procesima, te sportskim programima s mlađim dobnim kategorijama s obzirom na odabir primjerenih testova za pojedine dobne skupine.
- Individualizaciju rada u nastavi kineziološke kulture i ostalim oblicima organiziranog tjelesnog vježbanja s obzirom na izbor testova primjerenih dobi i uzrastu (kako bi se rad s djecom mogao što bolje prilagoditi njihovim autentičnim potrebama i mogućnostima).

## 8. LITERATURA

1. Acero, R. M., Olmo, M. F., & Sanchez, J. A. (2011). Reliability of squat and countermovement jump test in children 6 to 8 years of age. *Pediatric Exercise Science*, 23, 151-160.
2. Aguado, J. X., Izquierdo, M., & Montesinos, J. L. (1997). Kinematic and kinetic factors related to the standing long jump performance. *Journal of Human Movement Studies*, 32, 157-169.
3. Aguado, J. X., Grande, R. I., Izquierdo, R. M., Lopez, E. J. L., Mendoza, C. F., & Meana, R. M. (2000). Biomechanical analysis of the takeoff in the standing long jump. Kinetics of maximal and sub-maximal jumps. *Archivos de Medicina del Deporte*, 17(76), 109-116.
4. Antekolović, LJ. (1999). Ergo-jump – jednostavna procedura za testiranje skočnosti. U Ž. Hraski i B. Matković (Ur.), 8. *Zagrebački sajam sporta - Trener i suvremena dijagnostika* (str.51-56). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
5. Ariel, G. B. (1990). The Ariel Performance Analysis System. U P. W. W. Fuller (Ur.), *19th International Congress on High-Speed Photography and Photon/cs*, (str. 76-78). United Kingdom: Cambridge.
6. APAS (1997). *Ariel Performance Analysis Sistem User's Manual. Ariel Dynamics*. United Kingdom: Cambridge.
7. Arabaci, R. (2012). Physical activity, body composition and energy consumption in college students. *World Applied Sciences Journal*, 16(3), 449-456.
8. Ashby, B. M., & Delp, S. L. (2006). Optimal control simulations reveal mechanisms by which arm movement improves standing long jump performance. *Journal of Biomechanics*, 39, 1726-1734.
9. Ashby, B. M., & Heegaard, J. H. (2002). Role of arm motion in the standing long jump. *Journal of Biomechanics*, 35, 1631-1637.

10. Bala, G. (2003). Quantitative differences in motor abilities of pre-school boys and girls. *Kinesiology Slovenica*, 9(2), 5-16.
11. Bartlett, R. (2007). *Introduction to sports biomechanics-2nd edition*. New York: Routledge.
12. Benefice, E. (1992). Growth and motor-performance of healthy Senegalese preschool children. *American Journal of Human Biology*, 4, 717-728.
13. Blackburn, J. R., & Morrissey, M. C. (1998). Relationship between open and closed kinetic chain strenght of the lover limb and jumping performance. *Journal of Orthopeadic and Sports Physical Therapy*, 27(6), 430-435.
14. Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is counter movement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 28, 1402-1412.
15. Bosco, C. (1983). A simple method for measurment of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50(2), 273-282.
16. Burton, A. W., & Miller, D. E. (1998). *Movement skill assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
17. Butterfield, S. A., Lehnhard, R. A., & Coladarci, T. (2002). Age, sex, and BMI in performance of selected locomotor and fitness tasks by children in grades K-2. *Perceptual and Motor Skills*, 94, 80-86.
18. Caliskan, M., & Akkoyunlu, Y. (2011). The evaluation of 11-15 years old footballers body composition and somatotype features in terms of ball kicking techniques and speed. *International Journal of Sport Studies*. 1(4), 187-196.
19. Caruso, J. F., Daily, J. S., Olson, N. M., McLagan, J. R., Taylor, S. T., Mason, M. L., Davidson, M., E., Borgsmiller, J. A., & Riner, R. D. (2012). Anthropometry and gender influences on the arm swing's contribution to vertical jump heights. *Isokinetics and exercise Science*, 20, 23-29.

20. Carter, J. L. J., & Heath, B. H. (1990). *Somatotyping – development and applications*. New York: Cambridge University Press.
21. Cheng, K. B., & Chen, W. C. (2005). Optimal standing long jumping simulation from different starting postures. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 5, 203-215.
22. Clark, J. E., Phillips, S. J., & Petersen, R. (1989). Developmental Stability in Jumping. *Developmental Psychology*, 25(6), 929-935.
23. Clarke, H. H., & Degutis, E. W. (1964). Relationships between standing long jump and various maturational, anthropometric and strenght tests of 12 year old boys. *Research Quaterly for Exercise and Sport*, 35(3), 258-264.
24. Cliff, D. P., Okely, A. D., Morgan, P. J., Jones, R. A., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2012). Proficiency deficiency: Mastery of fundamental movement skills and skill components in overweight and obese children. *Obesity*, 20(5), 1024-1033.
25. Dapena, J. (1999). A biomechanical explanation of the effect of arm actions on the vertical velocity of a standing jump. *Abstracts of the XVIIth Congress of the International Society of Biomechanics* (str. 10). Calgary: University of Calgary.
26. Davies, B. N., & Jones, K., G. (1993). An analysis of the performance of male students in the vertical and standing long jump test and the contribution of arm swing. *Journal of Human Movement Studies*, 24, 25-38.
27. Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Strett, W. i., & Steadman, J. R. (2003). Gender differences in lover extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical Biomechanics*, 18, 662-669.
28. D'Hondt, E., Deforche, B., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2009). Relationship between motor skill and body mass index in 5-to 10-year-old children. *Adapted Physical Activity Quaterly*, 26(1), 21-37.
29. Domire, Z. J., & Challis, J. H. (2010). An induced energy analysis to determine the mechanism for performance enhancement as a result of arm swing during jumping. *Sports Biomechanics*, 9(1), 38-46.

30. Eckert, H. M. (1964). Linear relationships of isometric strength to propulsive force, angular velocity and angular acceleration in standing long jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 35, 298-306.
31. Eston, R., & Reilly, T. (2004). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: tests, procedures and data*. London: Taylor & Francis Group.
32. Fleishmann, E. A. (1964). *The structure and measurement of physical fitness*. New York: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
33. Fukashiro, S., Besier, T. F., Barrett, R., Cochrane, J., Nagano, A., & Lloyd, D. G. (2005). Direction Control in Standing Horizontal and Vertical Jumps. *International Journal of Sport and Health Science*, 3, 272-279.
34. Gabbard, C. P. (1999). *Lifelong Motor Development*. 3<sup>rd</sup> edition. UK: Benjamin-Cummings Publishing Company.
35. Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (1998). *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults (4th ed.)*. Dubuque. Iowa. McGraw-Hill.
36. Glaister, M., Witmer, C. Clarke, D. W., Guers, J. J., Heller, J. L., & Moir, G. L. (2010). Familiarization, reliability, and evaluation of a multiple sprint running test using self-selected recovery periods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 3296-3301.
37. Han, J., Li, S., Bu, Y., & Xiong, A. (2008). Comparison of kinematics and dynamics on the standing long jump from different take-off angles. *Journal of Tianjin University of Sport*, 2008-04.
38. Halme, T., Parkkisenniemi, S., Kujala, U. M., & Nupponen, H. (2009). Relationship between standing broad jump, shuttle run and body mass index in children aged three to eight years. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49, 395-400.
39. Harrison, A. J., & Keane, N. (2007). Effects of Variable and Fixed Practice on the Development of Jumping Ability in Young Children. U H. J. Menzel i M. H. Chagas (Ur.), *International Symposium of Biomechanics in Sports*, 25(1), 164 – 167.



40. Hayes, S. J., Hodges, N. J., Scott, M. A., Horn, R. R., & Williams, A. M. (2007). The efficacy of demonstrations in teaching children an unfamiliar movement skill: The effects of object-orientated actions and point-light demonstrations. *Journal of Sport and Science*, 25, 559-575.
  41. Haywood, K. M., & Getchell, N. (2009). *Life span motor development. Fifth edition.* Champaign: Human Kinetics
  42. Hellebrandt, F. A., Rarick, G. L., Glassow, R., & Carns, M. L. (1961). Physiological analysis of basic motor skills. Growth and development of jumping. *American Journal of Physical Medicine*, 40, 14-25.
  43. Horita, T., Kitamura, K., & Kohno, N. (1991). Body configuration and joint moment analysis during standing long jump in 6-yr-old children and adult males. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(9), 1068-1077.
  44. Horvat, V. (2010). *Relacije između morfoloških i motoričkih dimenzija te spremnosti za školu djece predškolske dobi.* (Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
  45. Hraski, Ž. (2000). *Konstrukcija i validacija biomehaničkog modela salta natrag.* (Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 2000). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
  46. Hraski, Ž., & Mejovšek, M. (1999). Primjena sustava za kinematičku analizu sportskih kretnih tehnika. U Ž. Hraski i B. Matković (Ur.), 8. *Zagrebački sajam športa* (str. 9-17). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
  47. Hudson, J. L. (1986). Coordination of segments in the vertical jump. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 18 (2), 242-251.
  48. Ismal, A. H., & Gruber, J. J. (1971). *Integrated development – Motor aptitude and intellectual performance.* Columbus: Charles E. Merrill Books.
  49. Ivanović, M. (2008). Canonical relations between morphological-motor features in first grade students. *Sport Science*, 1(2), 65-71.
-

50. Jackson, C. (2000). *Psihologijsko testiranje*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
51. Jurak, G., Strel, J., & Kovač, M. (2003). Changes in the latent structure of motor space of boys during puberty. *Kinesiologia Slovenica*, 9(1), 35-48.
52. Kanoh, A., Higuchi, N., & Yuasa, K. (1987). Performance and kinetics of standing long jump in 3-59 year old males and females. *Research journal of physical education Chukyo University*, 29(1), 53-56.
53. Kartal, R., & Gunay, M. (1994). Effect of some Physiological parameters of footballers on pre-season preparatory training. *Sport Sciences Journal*, 5(3), 24-31.
54. Kapetanakis, S., Papadopoulos, K., Fiska, A., Vasileiadis, D., Papadopoulos, P., Papatheodorou, K., Adamopoulos, P., & Papanas, N. (2010). Body composition and standing long jump in young men athletes aged 6-13 years. *Journal of Medicine and Medical Sciences*, 1 (9), 418-422.
55. Katić, R., Srhoj, Lj., & Pašanin, R. (2005). Integration of coordination into the morphological-motor system in male children aged 7-11 years. *Collegium antropologicum*, 29(2), 711-716.
56. Knudson, D. (2003). *Fundamentals of Biomechanics*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
57. Kondrič, M., Mišigoj-Duraković, M., & Metikoš, D. (2002). A contribution to understanding relations between morphological and motor characteristics in 7- and 9-year-old boys. *Kinesiology*, 34(1), 5-15.
58. Labiadh, L., Ramanantsoa, M., & Golomer, E. (2010). Preschool-aged children's jumps: Imitation performances. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 322-329.
59. Lee, J., & Cheng, K. (2008). Effect of shoulder strength on the flight distance in the standing long jump. U J. H. Kwon, J. Shim, J. K. Shim i I. Shin (Ur.), *International Symposium of Biomechanics in Sports* (str. 402-405). Konstanz: Sport Science University of Konstanz.

60. Lees, A., Vanrenterghem, J., & Clercq, D. D. (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 37, 1929-1940.
61. Lohman, T. G. (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*, 53, 135-142.
62. Lorger, M., Hraski, M., & Hraski Ž. (2012). The Effects of Motor Learning on Results of Standing Long Jump Performed by Female Students. *Sport Science*, 5(1), 27-31.
63. Lv, R. (2012). Kinematic analysis of standing long jump for 3 to 6 years old children. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 136, 363-367.
64. Mackala, K., Stodolka, J., Siemienski, A., & Čoh, M. (2012). Biomechanical analysis of standing long jump from varying starting positions. *Journal of Strength and Conditional Research*. 2012 May 30. (Ahead of print)
65. Malina, R. M. (2004). Motor development during infancy and early childhood: overview and suggested directions for research. *International Journal of Sport and Health Science*, 2, 50-66.
66. Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity, 2nd edition*. Champaign, IL: Human Kinetics.
67. Marković, G., Dizdar, D., Jukić, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
68. Mejovšek, M. (2008). *Metode znanstvenog istraživanja*. Jastrebarsko: Naklada Slap.
69. Mejovšek, M., Hraski, Ž., & Medved, V. (1997). Biomehanička dijagnostika. U D. Milanović i S. Heimer (Ur.), 6. *Zagrebački sajma športa – Dijagnostika treniranosti sportaša* (str. 62-66). Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.

70. Milanese, C., Bortolami, O., Bertucco, M., Verlato, G., & Zancanaro, C. (2010). Anthropometry and motor fitness in children aged 6-12 years. *Journal of Human Sport & Exercise*, 5(2), 265-279.
71. Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinantropologija*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
72. Momirović, K., Štalec, J., & Wolf, B. (1975). Pouzdanost nekih kompozitnih testova primarnih motoričkih sposobnosti. *Kineziologija*, 5(1-2), 168-192.
73. Nagano, A., Komura, T., & Fukashiro, S. (2007). Optimal coordination of maximal-effort horizontal and vertical jump motions – a computer stimulation study. *BioMedical Engineering OnLine*, 6, 20.
74. Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. *Strength and Conditioning*, 16(5), 20-31.
75. Papadopoulos, C., Noussiog, G., Manolopoulos, E., Kirtsi, O., Ntones, G., Gantiraga, E., & Gissis, I. (2011). Standing long jump and handheld halters; is jumping performance improved?. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(2), 436-443.
76. Petz, B. (1992). *Psihologijski rječnik*. Zagreb: Prosvjeta.
77. Phillips, S., Clark, J. E., & Petersen, R. D. (1985). Developmental differences in standing long jump takeoff parameters. *Journal of Human Movement Studies*, 11, 75-87.
78. Pišot, R., & Planinšec, J. (2010). Motor structure and basic movement competences in early child development. *Annales Kinesiologiae*, 1(2), 145-165.
79. Pišot, R., Šarabon, N., Jelovčan, G., Plevnik, M., Pišot, S., Čeklić, U., Volmut, T., Dolenc, P., Geržević, M., Mohorko, N., Koren, K., & Šimunič, B. (2010). Fundamental motor patterns in children aged 4-7 years. U M. Kovač, G. Jurak i G. Starc (Ur.), *5th International Congress Youth Sport* (str. 81-93). Ljubljana: Fakulteta za šport Univerza v Ljubljani.
-

80. Popeska, B., Georgiev, G., & Mitevski, O. (2009). Structure of motor space in children at 7 year age. *Physical Education and Sport*, 48(8), 19-24.
  81. Prskalo, I., Lovreković, A., & Šerbetar, I. (2006). Praćenje motoričkih sposobnosti i kineziometrijski uvjeti. U V. Findak (Ur.), *15. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske* (str. 223-227). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
  82. Roberts, D., Veneri, D., Decker, R., & Gannotti, M. (2012). Weight status and gross motor skill in kindergarten children. *Pediatric Physical Therapy*, 24(4), 353-360.
  83. Robertson, D. G., & Fleming, D. (1987). Kinetics of standing broad and vertical jumping. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 12(1), 19-23.
  84. Roy, B., Youm, Y., & Roberts, E. (1973). Kinematics and Kinetics of the Standing Long-Jump in 7-, 10-, 13- and 16-Year-Old Boys. *Medicine and Sport*, 3, 409-416.
  85. Sanders, S. W. (2002). *Active for Life: Developmentally Appropriate Movement Programs for Young Children*. Washington, DC: NAEYC.
  86. Schmidt, R. A., & Wrisberg, C. A. (2000). *Motor learning and control, 2nd edition*. Champaign: Human kinetics.
  87. Seyfarth, A., Friedrich, A., Wank, V., & Blickhan, R. (1999). Dynamics of the long jump. *Journal of Biomechanics*, 32, 1259-1267.
  88. Siahkoughian, M., Mahmoodi, H., & Salehi, M. (2011). Relationship between fundamental movement skills and body mass index in 7-to-8 year-old children. *World Applied Sciences Journal*, 15(9), 1354-1360.
  89. Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bomben, D. A. (1998). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 709-723.
  90. Stapley, P. J., Pozzo, T., Cheron, G., & Grishin, A. (1999). Does the coordination between posture and movement during human whole-body reaching ensure center of mass stabilization?. *Experimental Brain Research*, 129, 134-146.
-

91. Strel, J., Kovač, M., Leskošek, B., Jurak, G., & Starc, G. (2002). Telesni in gibalni razvoj otrok in mladine v Sloveniji v letih 1990-2000. *Slovenska pediatrija*, 9(1), 90-101.
92. Suchomel, A. (2005). Somatic parameters of children with low and high levels of motor performance. *Kinesiology*, 37(2), 195-203.
93. Szerdiova, L., Simsik, D., & Dolna, Z. (2012). Assessment of kinematics of sportsmen performing standing long jump in 2 different dynamical conditions. *Metrology and Measurement Systems*, 19(1), 85-94.
94. Szerdiova, L., Simšik, D., & Dolna, Z. (2010). Standing long jump and study of movement dynamics using human motion analysis. *8th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics* (str. 263 – 266).
95. Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2005). *Research Methods in Physical activity*. Champaign: Human Cineethics.
96. Tomac, Z., Hraski, Ž, & Sporiš, G. (2012). The assessment of preschool children's motor skills after familization with motor tests. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 26(7), 1792-1798.
97. Trajkovski Višić, B., Plavec, D., & Rastovski, D. (2008). Dependency of motor efficiency upon the morphological characteristics of four-year-old children. U D. Milanović i F. Prot (Ur.), *5<sup>th</sup> International Scientific Conference on Kinesiology „Kinesiology research trends and applications“* (str. 574-578). Zagreb: Fakulty of Kinesiology.
98. Vanderburgh, P. M., Katch, F. i., Choenleber, J., Balabinis, C. P., & Elliot, R. (1996). Multivariate allometric scaling of men's world indoor rowing champion performance. *Medical Science Sports Exercusion*, 28, 626-630.
99. Vitasalo, J. T. (1988). Evaluation of explosive strenght for young and adult athletes. *Research Quaterly for Exercise and Sport*, 59, 9-13.

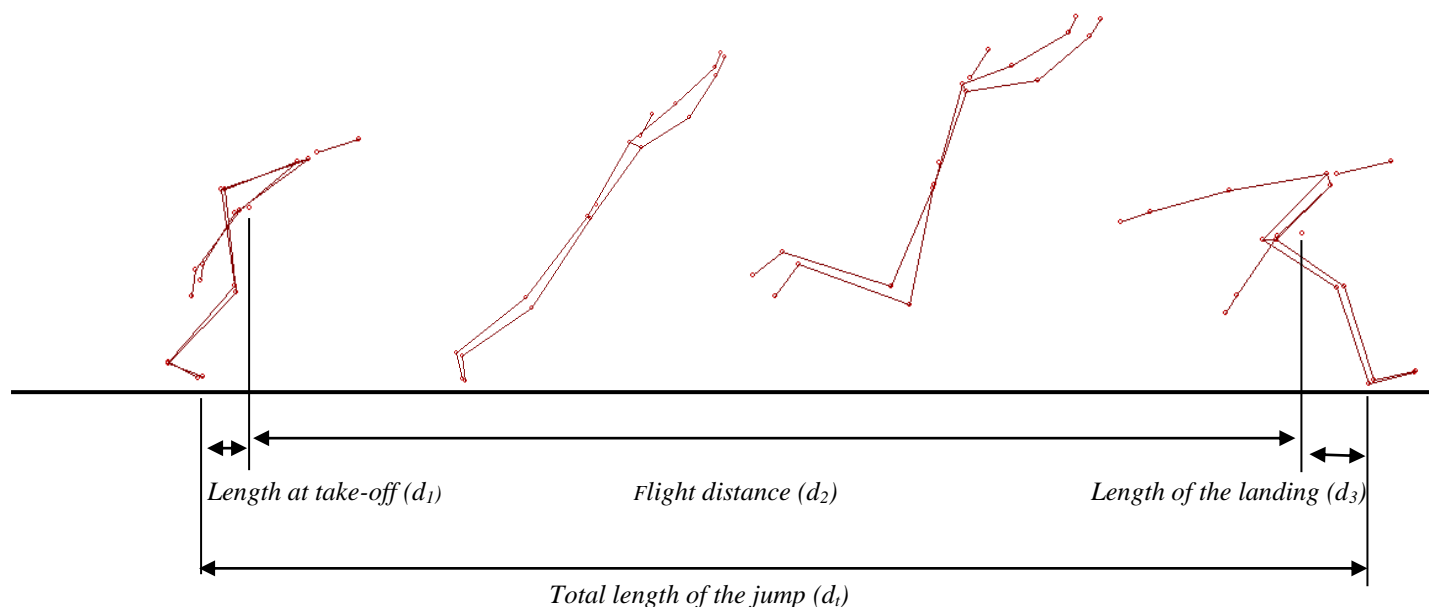
100. Wakai, M., & Linthorne, N. P. (2005). Optimum take-off angle in the standing long jump. *Human Movement Science, 24*, 81-96.
  101. Wang, L. I., Lin, D., L., Huang, C., & Yang, C. (2002). Biomechanical analysis during countermovement jump in children and adults. U K. E. Gianikellis (Ur.), *20 International Symposium of Biomechanics in Sports* (str. 374-377). Konstanz: Sport Science University of Konstanz.
  102. Wang, L. I., Lin, D. L., & Huang, C. (2002). Biomechanical analysis of skilled and unskilled jumpers during standing long jump. U K. E. Gianikellis (Ur.), *20 International Symposium of Biomechanics in Sports* (str. 402-409). Konstanz: Sport Science University of Konstanz.
  103. Weimar, W. H., Martin, E. H., & Wall, S. J. (2011). Kindergarten students' qualitative responses to different instructional strategies during the horizontal jump. *Physical Education and Sport Pedagogy, 16*(3), 213-222.
  104. Wilson, D. J., & Brown, E. W. (1993). A biomechanical comparison of developmental stages of the standing long jump. U J. Hamill, T. R. Derrick i E. H. Elliott (Ur.), *11 International Symposium on Biomechanics in Sport* (str. 69-71). Konstanz: Sport Science University of Konstanz.
  105. Wu, W., Wu, J., Lin, H., & Wang, G. (2003). Biomechanical analysis of the standing long jump. *Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications, 15*, 186-192.
  106. Young, W., MacDonald, C., Heggen, T., & Fitzpatrick, J. (1997). An evaluation of the specificity, validity and reliability of jumping tests. *Journal of Sports and Medicine Physical Fitness, 37*(4), 240-5.
  107. Zaciorski, V. M., Aurin, A. S., & Selujanov, V. N. (1981). *Biomehanika dvigitelnoga aparata čeloveka*. Moskva: Fizkultura i sport.
  108. Zheng, Z., Chiu, W., Hsieh, M., & Liao, Y. (2007). The study of the corresponding influence factors of standing long jump action performed among the first-grade to the third students in the Elementary School. *Journal of biomechanics, 40*(2), S627.
-

109. Zhouye, C., Yoshimasa, I., Yun, W., & Kazuhiko, W. (2010). Developmental Movement Of Standing Long Jump In Elementary School Children By Kinematics Analysis. *Journal of Strenght & Conditioning Research*, 24, 1.
110. Zimmerman, H. M. (1956). Characteristics likenesses and differences between skilled and non-skilled performance of standing broad jump. *Research Quaterly for Exercise and Sport*, 27, 352-362.
111. Zsidegh, P., Photiou, A., Meszaros, Z., Prokai, A., Vajda, I., Sziva, A., & Meszaros, J. (2007). Body mass index, relative body fat and physical performance of Hungarian Roma boys. *Kinesiology*, 39(1), 15-20.
112. Zurc, J., Pišot, R., & Strojnik, V. (2005). Gender differences in motor performance in 6.5 –year-old children. *Kinesiologia Slovenica*, 11(1), 90-104.
113. Nacionalni centar za prevenciju kroničnih bolesti i promociju zdravlja (2000) / on line. / S mreže skinuto 23.11.2012. s:  
<http://www.cdc.gov/growthcharts/data/set1clinical/cj411021.pdf>.

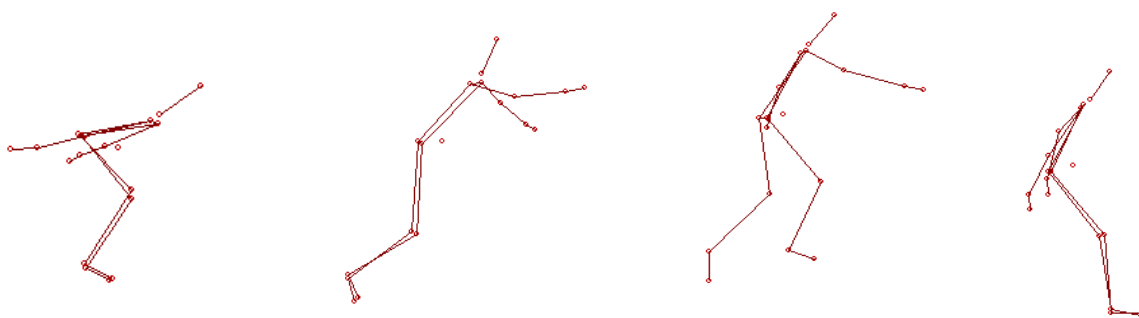


## 9. PRILOG

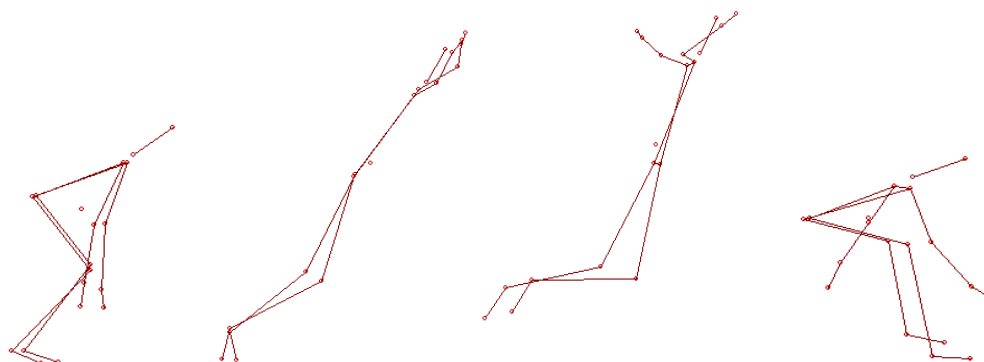
„Prikazani rezultati u ovom istraživanju proizašli su iz znanstvenog projekta **Kineziološka edukacija u predškolskom odgoju i primarnom obrazovanju** provođenog uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.“



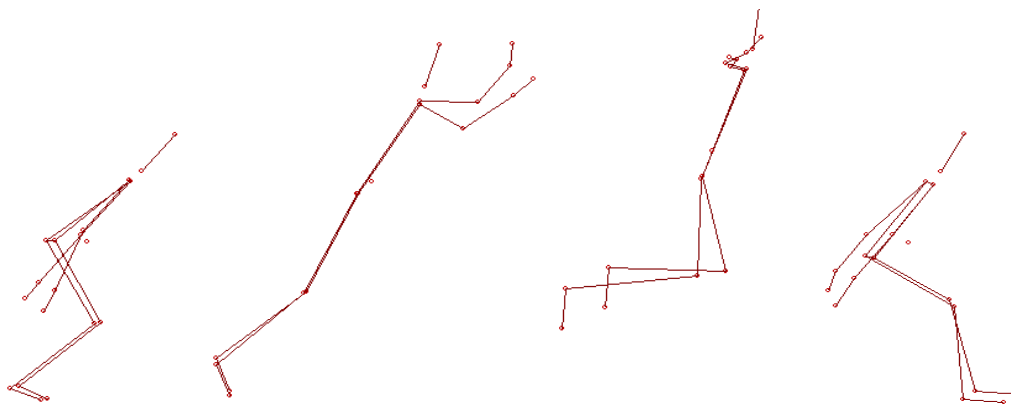
**Kinogram 1.** Geometrija tijela u pripremljnoj fazi, fazi odraza, leta i doskoka, odnosno trenutku najniže točke centra težišta tijela, trenutku odraza, trenutku najviše točke centra težišta tijela i trenutku doskoka skoka u dalj iz mjesta studenta Kineziološkog fakulteta



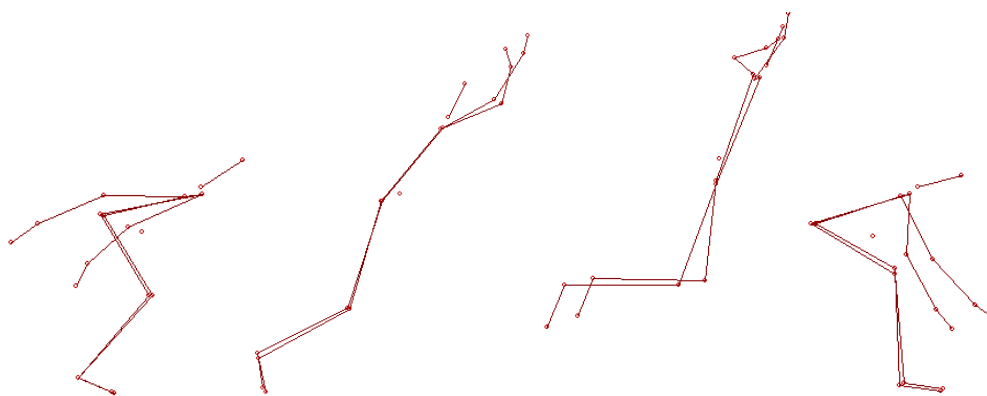
**Kinogram 2.** Geometrija tijela u pripreмноj fazi, fazi odraza, leta i doskoka, odnosno trenutku najniže točke centra težišta tijela, trenutku odraza, trenutku najviše točke centra težišta tijela i trenutku doskoka skoka u dalj iz mjesta dječaka u dobi od 5 godina



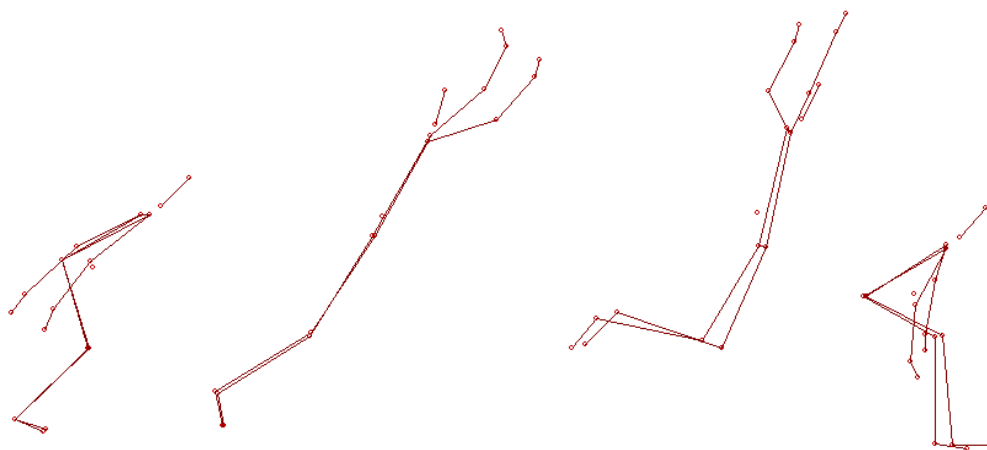
**Kinogram 3.** Geometrija tijela u pripreмноj fazi, fazi odraza, leta i doskoka, odnosno trenutku najniže točke centra težišta tijela, trenutku odraza, trenutku najviše točke centra težišta tijela i trenutku doskoka skoka u dalj iz mjesta dječaka u dobi od 8 godina



**Kinogram 4.** Geometrija tijela u pripremnoj fazi, fazi odraza, leta i doskoka, odnosno trenutku najniže točke centra težišta tijela, trenutku odraza, trenutku najviše točke centra težišta tijela i trenutku doskoka skoka u dalj iz mjesta dječaka u dobi od 11 godina



**Kinogram 5.** Geometrija tijela u pripremnoj fazi, fazi odraza, leta i doskoka, odnosno trenutku najniže točke centra težišta tijela, trenutku odraza, trenutku najviše točke centra težišta tijela i trenutku doskoka skoka u dalj iz mjesta dječaka u dobi od 14 godina



**Kinogram 6.** Geometrija tijela u pripreмноj fazi, fazi odraza, leta i doskoka, odnosno trenutku najniže točke centra težišta tijela, trenutku odraza, trenutku najviše točke centra težišta tijela i trenutku doskoka skoka u dalj iz mjesta dječaka u dobi od 17 godina

