



UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT  
Podiplomski magistrski študijski program športna vzgoja

**KINEMATIČNA ANALIZA META ZA TRI TOČKE S  
POMOČJO TEHNOLOGIJE 94FIFTY**

MAGISTRSKO DELO

LUKA DOBOVIČNIK

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA ŠPORT  
Podiplomski magistrski študijski program športna vzgoja

# KINEMATIČNA ANALIZA META ZA TRI TOČKE S POMOČJO TEHNOLOGIJE 94FIFTY

MAGISTRSKO DELO

MENTOR

Izr. prof. dr. Frane Erčulj

SOMENTOR

Izr. prof. dr. Matej Supej

RECENZENT

Doc. dr. Goran Vučković

Avtor dela

LUKA DOBOVIČNIK

Ljubljana, 2015

*»Če hočeš imeti znanje, vsak dan dodaj kaj. Če te mika postati moder, vsak dan kaj odvzemi.« (Laodzi)*

Največja zahvala gre družini. **HVALA ZA VSE.**

Vsem profesorjem Fakultete za šport se zahvaljujem za znanje. Posebna zahvala gre profesorjem: **Franetu Erčulju, Marjeti Kovač, Gregorju Juraku, Bojanu Leskovšku, Marku Pocrnjiču in Marku Zadražniku**, za prikaz razmišljanja izven okvirov in za prikaz osmišljanja znanja.

Hvala prijateljem, posebno Benjaminu, Marku, Maticu in Metodu.

**Ključne besede:** met na koš za 3 točke, vpadi kot, rotacija žoge, izmetni čas, sprejemna višina, minimalna višina, izmetna višina, kinematična analiza, košarka.

## **KINEMATIČNA ANALIZA META NA KOŠ ZA TRI TOČKE S POMOČJO TEHNOLOGIJE 94FIFTY**

**Luka Dobovičnik**

**Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2015**

**Podiplomski magistrski študijski program športna vzgoja, Košarka**

**Število strani: 90; število preglednic: 20; število slik: 42; število virov: 60; število prilog: 4.**

### **IZVLEČEK**

V raziskavi je sodelovalo 52 merjencev, starih 18 in 19 let, iz sedmih srbskih košarkarskih klubov in nacionalne selekcije. Vsak od merjencev je izvedel 2 seriji po 20 metov, ki so bili analizirani s pomočjo tehnologije 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) in programom Tracker (© Douglas Brown). Vsi meti so bili tudi posneti z digitalno kamero. Pridobljeni podatki pa so obdelani s statističnim programom SPSS 21 (© IBM).

Prvi sklop hipotez se nanaša na konsistentnost oziroma doslednost izvajanja košarkarskega meta. Na podlagi statistične analize smo ugotovili, da med branilci, krili in centri ne prihaja do statistično značilnih razlik pri kinematičnih parametrih doslednosti in da so branilci enako dosledni pri izvajanju meta na koš kot krilni igralci in centri.

Pri drugem sklopu hipotez smo predvidevali, da bo večina metov izvedena pri vnaprej določenem intervalu kinematičnih parametrov vpadnega kota (med 42° in 47°), rotacije žoge (med 130 in 150 obrati na minuto) in izmetnega časa (med 0,65 in 0,85 sekunde). Ugotavljamo, da večina metov ni izvedena v predvidenem intervalu vpadnega kota in da je večina metov izvedena pod vpadnim kotom, večjim od 42°, da večina metov ni izvedena v predvidenem intervalu rotacije žoge ter da je večina metov izvedena v predvidenem intervalu izmetnega časa.

Pri preverjanju tretjega sklopa hipotez smo ugotovili, da na čas izvedbe meta ne vplivajo določene posamezne točke (sprejemna višina, minimalna višina in izmetna

višina), ampak dolžina poti med točkami ter hitrost opravljene poti. Krajša kot je pot med tremi posameznimi točkami ter hitreje kot je ta pot opravljena, krajši je čas.

Na osnovi naše raziskave je mogoče zatrditi, da je uspešnost meta odvisna od številnih dejavnikov in da uspešnega meta na koš ne moremo determinirati samo z enim, temveč z več dejavniki. Težko govorimo o optimalnem vpadnem kotu, izmetni hitrosti in rotaciji žoge. Ti kinematični parametri so v veliki meri odvisni tudi od nekaterih antropometričnih razsežnosti košarkarja, oddaljenosti meta na koš, v sami igri pa tudi od nekaterih igralnih situacij (Erčulj, Marković, Štrumbelj in Jakovljević, 2014).

**Key words: basketball 3 point shot, entry angle, ball rotation, release time, receiving height, minimal height, release height, kinematic analysis, basketball.**

## **KINEMATIC ANALYSIS OF THREE-POINT SHOT BY USING THE SOFTWARE 94FIFTY**

**Luka Dobovičnik**

**Postgraduate Master's Degree in physical education, Basketball**

**Number of pages: 90; number of tables: 20; number of charts: 42; number of sources: 60; number of attachments: 4.**

### **ABSTRACT**

52 basketball players from seven different Serbian basketball clubs and the national selection, aged from 18 to 19, participated in this research. Each one of the participants performed two series of 20 throws which were then analyzed by the 94Fifty technology and the Tracker Program. All of the throws were also digitally filmed. The acquired data was processed by the statistical program SPSS 21.

The first set of hypotheses refers to the consistency of the basketball throw performance. The statistical analysis showed there are no statistically typical differences among the basketball guard, center and forward positions when it comes to kinematic parameter consistency. Moreover, the analysis showed that guards are just as consistent in their performances as the players taking the other two positions. The second set of hypotheses expected the majority of throws being performed in a predetermined interval of kinematic parameters: the illumination angle (between 42 and 47 degrees), the rotation of the ball (between 130 to 150 turns per minute) and the release time (between 0.65 and 0.85 seconds). It was established that most of the throws are not performed in an expected interval of the illumination angle and that, in the majority of throws, the illumination angle is higher than 42 degrees. Moreover, it was discovered that the interval of the ball rotation in most of the throws performed cannot be predicted. On the other hand, the release time can be predicted in the majority of throws.

Examining the third set of hypotheses, we discovered that the three components of the throw (receiving height, release height and minimal height) cannot affect the time of the throw performance, however, the distance between these components and the speed of the journey made do affect it. The shorter the distance between the three different positions and the bigger the speed of the journey made, the shorter the time.

According to our research it is possible to claim that the efficiency of a throw depends on many different factors and that a successful throw cannot only be defined by one but rather several factors. It is difficult to speak of an optimal illumination angle, release speed and rotation of the ball. These kinematic parameters also depend greatly on some anthropometrical extensions of the basketball player, the length of the basketball throw and also some of the playing situations which take place during the game (Erčulj, Marković, Štrumbelj and Jakovljević, 2014).



# KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	11
1.1	Faze meta .....	17
1.2	Kinematika meta na koš .....	20
1.3	Cilji .....	25
1.4	Hipoteze .....	25
2	METODE DELA .....	28
2.1	Preizkušanci .....	28
2.2	Pripomočki .....	28
2.2.1	Vpisni list .....	29
2.2.2	Inštrumenti za merjenje antropometričnih mer .....	29
2.2.3	Obrazec za pobiranje kinematičnih parametrov meta z žogo in aplikacijo 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) .....	30
2.2.4	Košarkarska žoga 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) .....	30
2.2.5	Programska oprema 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) .....	31
2.2.6	Tracker (© Douglas Brown) .....	32
2.3	Postopek .....	34
2.3.1	Ekperimentalna naloga .....	34
2.3.2	Priprava prostora .....	34
2.3.3	Postavitev kamere .....	35
2.3.4	Umeritev prostora .....	36
2.3.5	Priprava košarkarjev na izvedbo eksperimentalne naloge .....	36
2.3.6	Prenos podatkov .....	37
2.4	Metode pridobivanja podatkov .....	37
2.4.1	Osebni podatki, osnovni košarkarski podatki in antropometrične mere .....	37
2.4.2	Kinematični parametri meta na koš .....	38
2.5	Metode obdelave .....	46
2.6	Vzorec spremenljivk .....	48
3	REZULTATI .....	49
3.1	Hipoteze H1, H2 in H3 .....	49
3.2	Hipoteze H4, H5 in H6 .....	52
3.3	Hipoteze H15, H16 in H17 .....	56
3.4	Hipoteze H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13, H14, H18 H19, H23, H24 in H25 .....	57
3.5	Hipoteze H20, H21 in H22 .....	62
4	RAZPRAVA .....	65

4.1	Hipoteze H1, H2 in H3 .....	65
4.2	Hipoteze H4, H5 in H6 .....	65
4.3	Hipoteze H15, H16 in H17 .....	67
4.4	Hipoteze H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13, H14, H18, H19, H23, H24 in H25 .....	70
5	SKLEP .....	77
6	VIRI .....	82
7	PRILOGE .....	87

## 1 UVOD

Košarka je moštvena športna igra, ki je tako tehnično kot taktično zahtevna in raznovrstna (Dežman, 2004). Je igra med dvema moštvoma, ki ima s pravili določeno število igralcev. Cilj vsakega moštva je doseči zadetek in nasprotniku preprečiti ravno to. Zmaga ekipa, ki ob koncu igralnega časa doseže več zadetkov oziroma točk. Igro sestavljajo ciklična in aciklična gibanja, tehnični in taktični elementi v napadu ter obramba proti njim. Vsa gibanja in akcije omejujejo uradna košarkarska pravila ter nadzorujejo sodniki (Dobovičnik in Kovač, 2013).

Izmed vseh cikličnih in acikličnih, tehničnih in taktičnih elementov je nemogoče izbrati najpomembnejšega, saj se elementi med sabo povezujejo, dopolnjujejo in nadgrajujejo. Brez enega ne bi bilo mogoče izvesti drugega, tako ne bi bilo igre, košarkarske igre. Kljub vsemu pa lahko rečemo, da je met odločujoči element v košarkarski igri, saj skladno z uradnimi pravili košarkarske igre velja pravilo: »Zmagovalno moštvo je tisto, ki ob koncu igralnega časa doseže večje število točk« (Uradna košarkarska pravila, 2014).

Na koš lahko mečemo na več različnih načinov. Met lahko izvedemo z obema rokama, kar pa se v sodobni košarki redko uporablja. Najpogosteje ga zasledimo pri mlajših igralcih, ki so prešibki, da bi z večje razdalje metali samo z eno roko, zato povsem spontano mečejo z nizko<sup>1</sup>, redkeje pa z visoko<sup>2</sup> tehniko, saj morajo za izvedbo slednje imeti dovolj moči. Obe tehniki lahko izvajamo z mesta – brez skoka, hkrati z odzivom ali iz skoka. Zasledimo ga tudi pri starejših, predvsem (ne nujno) visokih košarkarjih, ki na omenjen način mečejo iz neposredne bližine, navadno potem, ko se je žoga že odbila od table ali obroča. Žogo lahko v koš v tej tehniki odbijemo – izvedemo met z odbojem (soročno ali enoročno), ali pa jo potisnemo skozenj – zabijemo (soročno ali enoročno). Naslednji načini izvajanja metov so meti iz gibanja z enonožnim odzivom. Mete iz gibanja izvajamo največkrat z eno roko iz neposredne bližine koša. Pri tem lahko glede na višino meta mečemo od spodaj – polaganje, ali od zgoraj – iznad glave ali preko glave. Pri teh metih moramo obvladati levi in desni košarkarski dvokorak, poleg tega pa moramo imeti dober občutek za uravnavanje hitrosti, dolžine korakov in višine odriva. Met z eno roko je temeljni met, ki ga mora v sodobni košarki obvladati vsak. Kadar mečemo na koš z eno roko z večje (lahko tudi manjše) razdalje in v trenutku sprejema žoge stojimo z obema nogama na tleh, govorimo o metu z mesta. Met z mesta iz skoka v igri ni tako redek, niti na najvišji ravni, medtem ko meta z mesta brez skoka na najvišji ravni skoraj ne zasledimo. Slednjega se uporablja predvsem pri izvajanju prostih metov in v specifičnih igralnih situacijah, pri najmlajših pa v prvi fazi učenja meta iz skoka. V skupino metov z eno roko z mesta spada še en poseben met, ki ga največkrat

---

<sup>1</sup> Nizka tehnika zajema mete izpred prsi ali brade in vse njune vmesne različice.

<sup>2</sup> Visoka tehnika zajema mete iznad glave.

uporabljajo igralci (najpogosteje visoki, lahko tudi nizki), ki so s hrbtom ali bokom obrnjeni proti košu in želijo vreči preko rok obrambnega igralca iz neposredne bližine. To je met z eno roko preko glave. Izvedemo ga lahko z mesta, v skoku po predčasnem sonožnem ali enonožnem odzivu in iz gibanja. Z eno roko lahko mečemo tudi hkrati z odzivom. Takšni meti so izpeljanka meta z mesta. Uporabljamo ga takrat, kadar ne moremo izvesti meta brez pomoči mišic nog (predvsem mlajši in šibkejši košarkarji) in kadar mečemo z večje razdalje. Izvedemo ga tako, da se hkrati z izmetom odzinemo. Tako damo žogi večji pospešek (Dežman, 2004). Najpogostejši način izvajanja meta v sodobni košarki je met z eno roko iz skoka. Z njim dosežemo okoli 40 % vseh košev na tekmi (Tang in Shung, 2005), po nekaterih neobjavljenih podatkih pa tudi več. Izvedemo ga lahko po sprejemu žoge, po vodenju in po obračanju okoli stojne noge (pivotiranju) (Dežman, 2004). Omenjene tri mete lahko izvedemo z uporabo visoke ali nizke tehnike, izbira ustrezne tehnike pa je pogojena z močjo. Igralci, ki so šibkejši, običajno uporabljajo nizko, močnejši pa visoko tehniko. Kakovostni igralci pa pri metih s polrazdalje in razdalje uporabljajo met iz skoka iznad glave.

Vprašanje, ki se postavlja košarkarskim strokovnjakom, je, kako omogočiti igralcem, da dosežejo vse več košev, in kako izboljšati odstotek zadetih metov. Z enim in drugim je košarkarska igra privlačnejša za gledalce, sponzorje ... To lahko storimo na mnogo različnih načinov. Prvi način – omogočiti igralcem doseganje več košev, na katerega košarkarski strokovnjaki, ki se ukvarjajo s pripravo košarkarjev, le s težavo vplivajo, je sprememba košarkarskih pravil oziroma sprememba pravil o košarkarski opremlitvi, ki sta delegirani s strani mednarodnih košarkarskih zvez FIBA<sup>3</sup> in NBA<sup>4</sup>. S spremembo košarkarskih pravil se podaljša igralni čas ali se zmanjša čas za napad. V obeh primerih se moštvi večkrat izmenjata v napadu oziroma v obrambi, kar pomeni, da se z večanjem števila napadov večja število poskusov za doseg koša oziroma metov na koš, kar posledično privede do več košev. V ligi NBA so na primer omejili gibanje obrambnih igralcev s pravilom obrambnih treh sekund (Official rules of national basketball association, 2014), ki časovno omejuje zadrževanje obrambnega igralca v polju omejitve. V tem primeru je več igre 1:1 in manj pomoči drugih obrambnih igralcev, kar posledično privede do več metov. Druga načina, kako izboljšati odstotek zadetih metov, na katera košarkarski strokovnjaki, ki se ukvarjajo s pripravo košarkarjev, lahko vplivajo, sta izboljšanje tehnike košarkarskega meta in uporaba pravih metodičnih in didaktičnih pristopov v procesu treniranja.

S pravih procesom treniranja, pri poučevanju, utrjevanju in izpopolnjevanju, ob upoštevanju vseh metodičnih in didaktičnih korakov zagotovo pripomoremo k

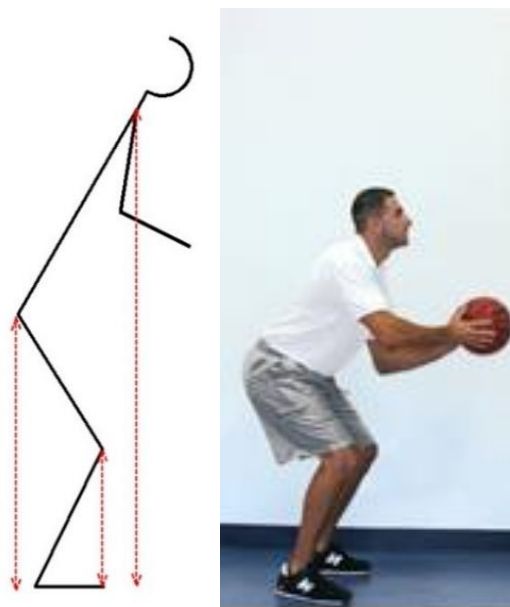
---

<sup>3</sup> Mednarodna košarkarska zveza ali FIBA (francosko Fédération Internationale de Basketball) je združenje nacionalnih organizacij, ki ureja mednarodna tekmovanja v košarki (Mednarodna košarkarska zveza, 2014).

<sup>4</sup> Nacionalna košarkarska zveza ali NBA (angleško National Basketball Association) je najpomembnejša zveza profesionalne košarke v ZDA (NBA, 2014).

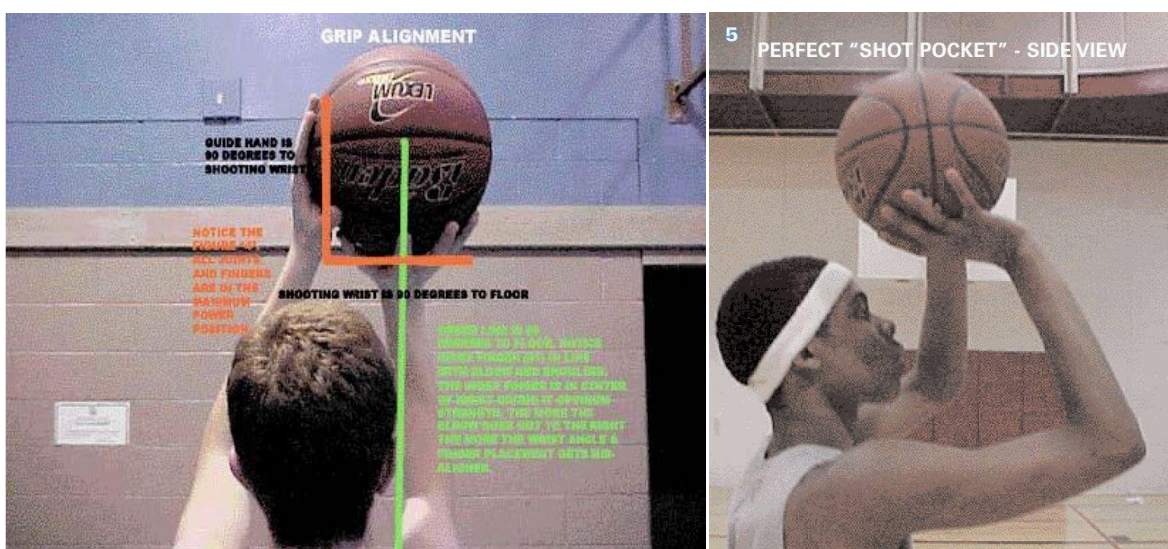
hitrejšemu napredku košarkarskega meta, boljši tehniki in tudi večji učinkovitosti – boljšemu odstotku zadetih metov. Prva stvar, ki jo mora igralec usvojiti pri metu, je osnovni položaj za met (trojna nevarnost ali napadalna košarkarska preža), iz katerega po sprejemu (po podaji ali vodenju) žoge poteka nadaljnje gibanje. Igralec je rahlo upognjen v skočnem, kolenskem in kolčnem sklepu (Slika 1) tako, da so prsti na nogi in kolena v isti vzdolžni ravnini, trup pa je v predklonu tako, da so ramena malo pred prsti na nogi, boki pa malo za petami glede na vzdolžno ravnino. Roke so v predročenu in pokrčene v komolcih, dlani pa so usmerjene proti žogi. Takšen položaj telesa zagotavlja, da je pretežen del telesne teže razporejen na sprednjem delu stopala in da so mišice ravno prav napete in pripravljene na gibalno akcijo – met na koš, poleg tega je opisan položaj primeren za optimalno izvedbo skoka, saj so v začetni fazi skoka vključene predvsem iztegovalke trupa (kar omogoča predklon trupa) in iztegovalke kolena (kar omogočajo upognjena kolena), v kasnejši fazi pa iztegovalke kolena, upogibalke trupa in iztegovalke stopala (Strojnik in Šarabon, 2002). Iz osnovnega položaja se igralec z gibanjem v smeri navzgor popolnoma vzravna in odrine. Izvedba meta sledi v najvišji točki skoka. Proizvedena sila pri metu je rezultanta sil delovanja mišic celega telesa.

Igralec ob sprejemu žoge stoji (približno) v širini ramen. Noga na strani roke, ki meče, je postavljena malo pred drugo nogo in usmerjena proti košu. Druga noga je zasukana rahlo navzven. Tak položaj nog naj bi, po mnenju Millerja in Bartletta (1993), med samo izvedbo meta nudil dodatno stabilnost. Glede na položaj nog so posledično zasukani tudi boki in ramenska os tako, da je roka, ki meče, rahlo spredaj.

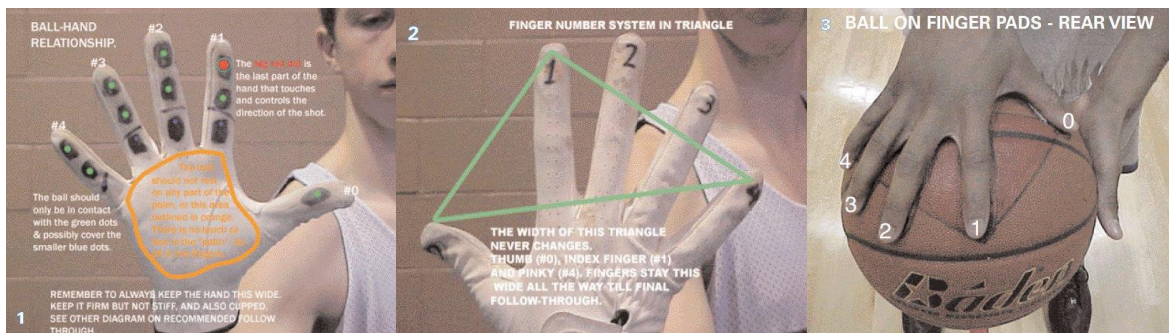


Slika 1: Začetni položaj za met (Basketball shooting form, 2015)

Poleg pravilnega osnovnega položaja za met je pomembna tudi pravilna tehnika prijema žoge (Slika 2 in Slika 3). Igralcem omogoča dober prijem in nadzor žoge med gibanjem vse do izmeta. Palubinskas (2004) je mnenja, da moramo žogo ves čas držati tako, da je komolec roke, s katero mečemo, ves čas pod središčem košarkarske žoge, druga roka pa daje žogi oporo od strani tako, da palca dlani tvorita navidezno črko »T«. V opisanem položaju so roke ves čas, od sprejema do izmeta žoge. Takšen položaj rok lahko uporabljamo v idealnih razmerah, to je pri izvajanju prostega meta, ki je po mnenju Tufegdžića (1983) edina košarkarska stereotipna situacija, ki je vedno enaka. V vseh ostalih igralnih situacijah, ko igralec sprejme žogo (po podaji ali po vodenju), je sprejem žoge otežen in drugačen od tehnike držanja žoge, kot jo opisuje Palubinskas (2004). V primeru kakršnega koli drugega prijema žoge izvedemo med dvigovanjem žoge zasuk dlani v smeri na noter, posledično tudi žoge, tako da sta palca pred iztegovanjem komolca v obliki črke »T« (Slika 2). Na Sliki 2 vidimo, da centralno težišče žoge potuje preko središča roke in zapestja, kar pomeni, da težiščnica žoge v začetnem položaju poteka skozi središče komolca. Poleg tega se žoga nahaja med glavo in ramenom, kar pomeni, da žoga ni neposredno nad glavo niti neposredno nad ramenskim sklepom. To prikazuje zelena linija. Takšna postavitev rok omogoča iztegnitev roke v smeri naravnost – proti košu, kar pomeni, da bo imela žoga ob in po izmetu pravo smer – proti košu. Na Sliki 2 je prikazan visok položaj žoge pri metu na koš. Šibkejši igralci prilagodijo met tako, da ga začnejo pod glavo, v višini prsi ali celo trebuha (nižje kot je žoga, daljša je njena pot, posledično pa se na njeni poti lahko pojavi več napak). Pri prijemu žoge moramo biti pozorni tudi na to, da držimo žogo z blazinicami prstov in ne s celo dlanjo. To storimo tako, da palec in mezinec čim bolj razpremo. S tem povečamo oporno ploskev, kar nam omogoča boljši nadzor žoge pri izvedbi meta.



Slika 2: Položaj dlani in žoge tik pred iztegnitvijo komolca (Palubinskas, 2004)



Slika 3: Območje dotika žoge (1. slika) in trikotnik v stiku dlani z žogo (2. in 3. slika) (Palubinskas, 2004)

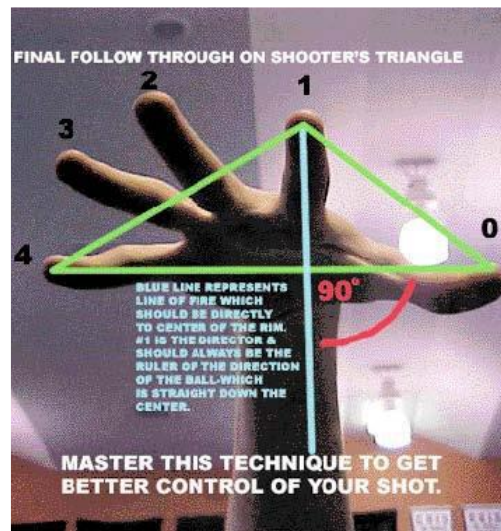
Na Sliki 3 (1. slika) je na roko nataknjena rokavica. Na njej so označena mesta dotika roke z žogo. Z zeleno barvo so označene točke, na katerih se mora žoga dotikati roke. Pri vseh tistih, ki imajo manjšo dlan oziroma šibkejše prste, se mora žoga dotikati roke na modro označenih točkah. Žoga ves čas meta leži na prstih in se v nobenem primeru ne dotika dlani (oranžni krog). Pomembno je, da imajo igralci ves čas meta prste široko razprte (tudi pri izmetu) in v obliki košarice. Rdeča pika na kazalcu pa je točka, ki je največ časa v stiku z žogo. Na Sliki 3 (2. in 3. slika) je prikazan položaj prstov v stiku z žogo. Palec, kazalec in mezinec na žogi tvorijo navidezni trikotnik (Palubinskas, 2004).

Druga roka je pri metu oporna roka, saj nudi žogi dodatno oporo in v zaključni fazi meta nudi zaščito pred blokado ali odvzemom žoge. Oporna roka se lahko odcepi od izmetne roke že v začetku iztegovanja komolca (Slika 4 levo) ali tik pred začetkom upogiba zapestja (Slika 4 desno).



Slika 4: Položaj oporne roke (Steve Nash (levo) in Deron Williams (desno), 2012)

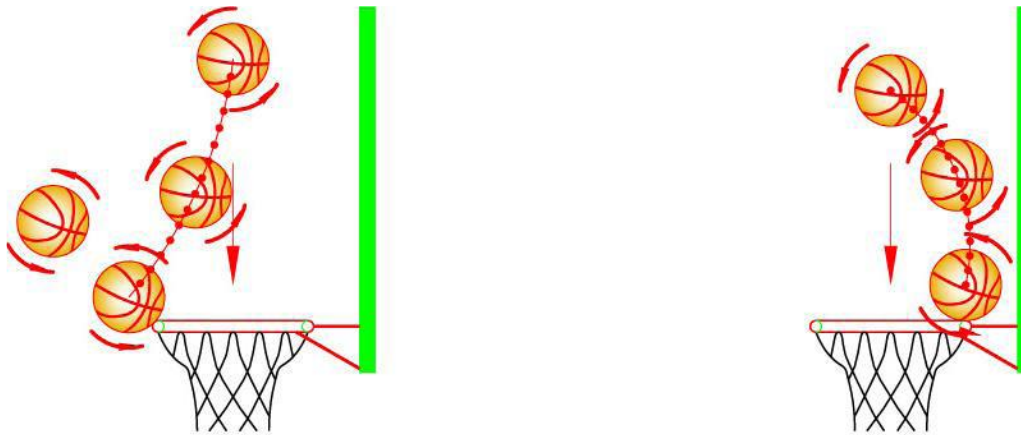
Ob izmetu je roka popolnoma iztegnjena, po izmetu pa sledi upogib zapestja. Kot roke je odvisen od izmetnega kota in je pri metih z manjše razdalje običajno večji. Kazalec je usmerjen proti centru obroča. Sredinec in prstanec ne smeta biti v nobenem trenutku pod navidezno črto, ki jo tvorita palec in mezinec (Slika 5) (Palubinskas, 2004).



Slika 5: Položaj prstov ob izmetu (Palubinskas, 2004)

Pri izmetu upognemo zapestje. S tem dobi izvržen objekt – žoga rotacijo, ki običajno poteka v nasprotni smeri meta s frekvenco do 3 Hz oziroma hitrostjo do 2 m/s. Pri metu žoge, ki traja 1 sekundo, se žoga obrne 1,25-krat do 3-krat (Erčulj idr., 2014). Ker je rotacija žoge počasna, se zaradi nje ne pojavljajo dodatne sile (Sati, 2004). Smer rotacije je pomembna pri metih, ki predčasno udarijo ob obroč ali tablo. Če ima žoga dodatno rotacijo v smeri nazaj, se bo ob morebitnem udarcu ob obroč rotacija žoge nadaljevala ali celo povečala in dvignila žogo v višino nad obroč (Slika 6). S precejšnjo verjetnostjo lahko pričakujemo, da bo žoga pri padanju padla skozi obroč. Pri metu na koš torej želimo dati žogi blago rotacijo v smeri nazaj (Karalejić in Jakovljević, 2008).





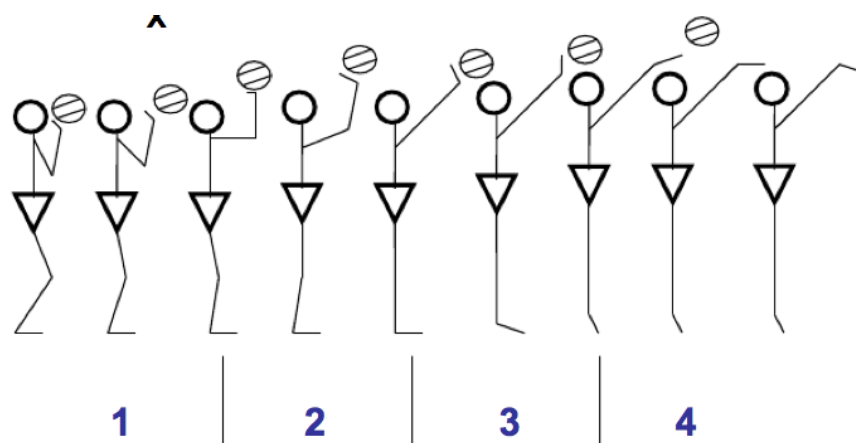
Slika 6: Obnašanje žoge pri trku v obroč (Podmenik, 2010)

Met je kompleksna gibalna akcija, pri kateri so poleg gibalnih sposobnosti pomembne tudi sposobnosti zaznavanja in ocenjevanja. Prav zaradi tega moramo upoštevati didaktične in metodične korake. Ko košarkar usvoji določeno tehnično znanje na prvi – osnovni stopnji, preidemo na naslednjo, zahtevnejšo stopnjo. Tako mora najprej igralec usvojiti mete iz neposredne bližine, nato mete s polrazdalje, šele na koncu tehniko meta z razdalje. Na vsaki razdalji najprej usvoji tehniko meta z mesta, nato iz gibanja in šele na koncu iz vodenja.

Met na koš lahko obravnavamo z anatomskega vidika, kjer analiziramo met na koš z vidika delovanja mišic in biomehanskega vidika oziroma s pomočjo kinematičnih, kinetičnih in elektromiografskih parametrov struktur gibanja, ki so posledica delovanja mišic. Poleg omenjenih dveh analiz bi lahko met obravnavali tudi s funkcionalnega vidika, ki bi nam podal informacijo o trajanju in vrsti gibalne dejavnosti, iz katere se lahko določi dominanten energijski proces, ki nastopa med dejavnostjo. V nalogi se bomo osredotočili predvsem na biomehanski vidik meta na koš.

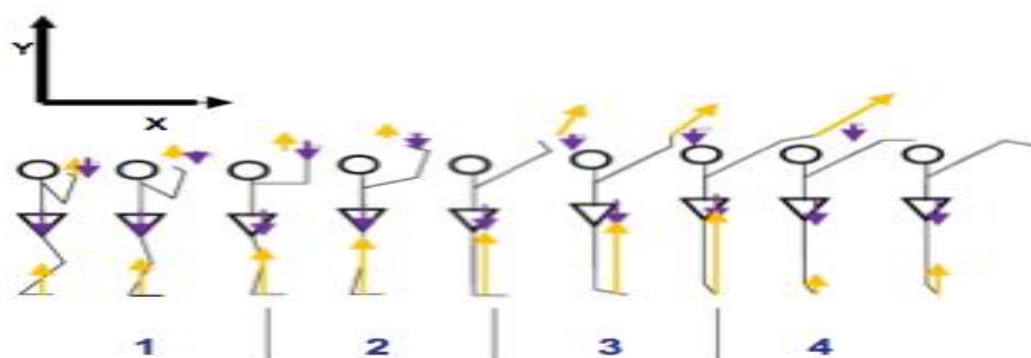
## 1.1 Faze meta

Za lažjo analizo in razumevanje je priporočljivo gibanje obravnavati analitično. Pri analitičnem obravnavanju gibanja gre za razčlenjevanje celote, kjer gibanje razdelimo na manjše enote oziroma faze, da ga lahko boljše preučimo in pojasnimo zapletene pojave. Različni avtorji navajajo različno število faz za analizo gibanja. Določitev faz je odvisna od predčasnega dogajanja pred preučevano gibalno nalogo, od same kompleksnosti gibalne naloge in od dogajanja po gibalni nalogi. Tako kot vsako kompleksno gibanje tudi košarkarski met pri opisovanju ali analizi razdelimo na posamezne segmente ali faze. Hidrian (2010) (Slika 7) je razdelil mete na 4 faze, medtem ko Fontela (2006) deli met na 3 faze. Vsaka izmed faz vsebuje določene kinematične parametre, ki nam v primeru kvantitativne analize podajo objektivno oceno izvedbe posamezne faze (Erčulj, Markovič in Broder, 2014).



Slika 7: Faze meta po Hidrianu (2010)

Prva (1.) faza ali faza dvigovanja se začne, ko je igralec v položaju trojne nevarnosti. V tej fazi igralec prenese žogo nekoliko nad glavo tako, da ima v končnem položaju te faze kot v ramenu in komolcu  $90^\circ$ , zapestje pa je popolnoma upognjeno. V 2. fazi se izvede iztegovanje rok. Igralec je v položaju  $90^\circ-90^\circ-90^\circ$ . Iz omenjenega položaja izvede gibanje v ramenih (upogib – fleksija) in komolcih (izteg – ekstenzija). Njegov končni položaj je, ko je kot v ramenih  $150^\circ$ , komolec in zapestje sta v polni ekstenziji – mišice, ki potekajo preko komolca in zapestja, so popolnoma napete. V 3. fazi se izvede gibanje v zapestju – upogib zapestja. Faza se konča, ko žoga ni več v stiku s prsti na roki. V zadnji, 4. fazi se izvede nadaljnji upogib zapestja (Hidrian, 2010). Predstavljene faze so opisi za izvajanje prostega meta. Pri metih iz skoka pa igralec pri prehodu iz 3. v 4. fazo izvede skok. Do izmeta pride v najvišji točki skoka, kjer sledita nadaljnji upogib zapestja in doskok.



Slika 8: Prikaz sil in gibanje centralnega težišča telesa pri metu (Hidrian, 2010)

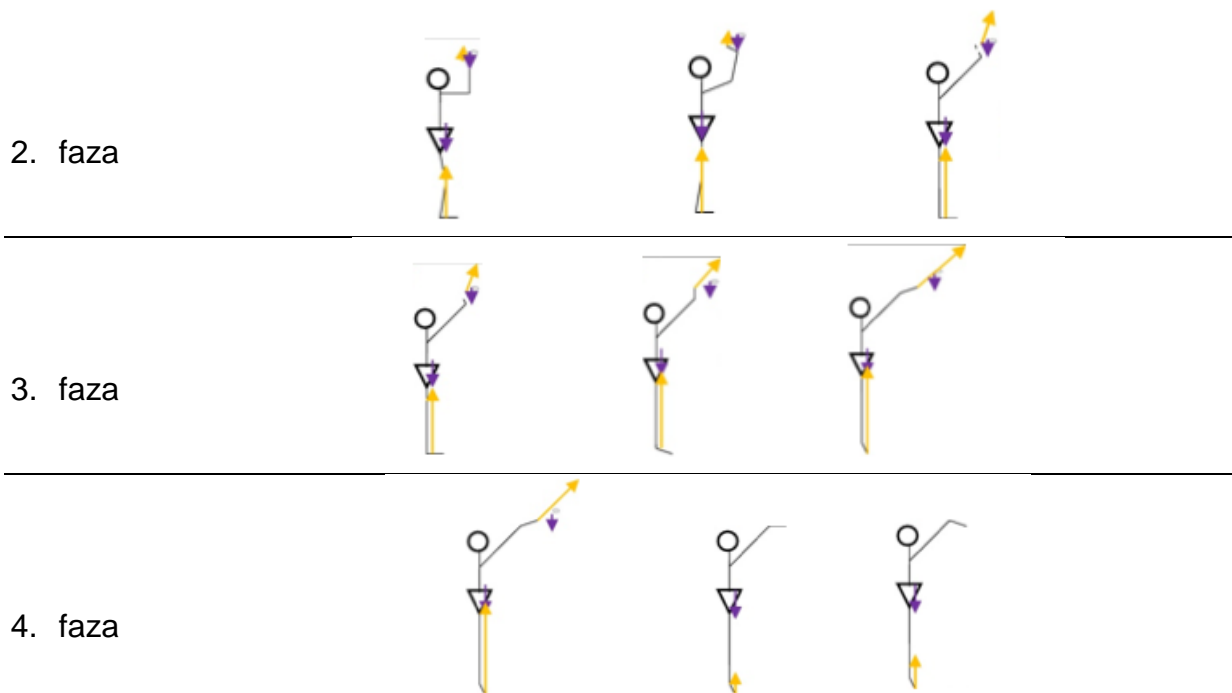
Pri idealnem košarkarskem metu naj bi vektorji sil potekali v navpični (y-os) in vodoravni (x-os) smeri, gibanje centralnega težišča telesa pa v navpični smeri, kar je

prikazano na Sliki 8 (Hidrian, 2010). Gibanje vseh telesnih segmentov, razen gibanja rok, naj bi bilo izvedeno v navpični smeri, zato je tudi gibanje centralnega težišča telesa izvedeno v navpični in ne v vodoravni smeri. Tako se po mnenju Hidriana (2010) v 1. fazi centralno težišče premakne za 2 cm zaradi višine rok, v 2. fazi nadaljnje 3 centimetre zaradi nadaljnje iztegnitve rok in delne iztegnitve nog, v 3. fazi nadaljnjih 5 centimetrov zaradi popolne iztegnitve nog in v 4. fazi nadaljnjih 5 centimetrov zaradi popolne iztegnitve stopala. Končni premik centralnega težišča telesa pri prostih metih naj bi bil 15 centimetrov, pri metih iz skoka pa je premik centralnega težišča telesa odvisen tudi od višine odziva. Gibanje roke pa je izvedeno hkrati v navpični in vodoravni smeri, proti košu.

V 1. fazi (Slika 7, Slika 8 in Slika 9), ko je igralec v položaju »trojne nevarnosti«, sta sešteevka sil roke in sile teže žoge enaka nič. Za začetek gibanja je treba proizvesti večjo silo od sile teže žoge. Gibanje je izvedeno v ramenskem obroču, kjer sodelujejo vertikalne iztegovalke roke v ramenskem obroču in v komolčnem sklepu, kjer sodelujejo iztegovalke komolca. V 2. fazi (Slika 7, Slika 8 in Slika 9) sta sešteevka zgoraj omenjenih sil enaka nič. Nadaljnje gibanje je izvedeno v ramenskem in komolčnem sklepu, ker so aktivne iste mišične skupine kot v 1. fazi. V 3. fazi (Slika 7, Slika 8 in Slika 9) ni kotnega premika v ramenskem in komolčnem sklepu, spremeni pa se kot v zapestju. Pri gibanju so aktivne vertikalne iztegovalke ramenskega sklepa, ker nanje deluje sila teže roke in žoge, ter upogibalke zapestja. 4. faza (Slika 7, Slika 8 in Slika 9) je glede na sile v ramenskem in komolčnem sklepu enaka 3. fazi. Do razlike prihaja pri silah pri gibanju v zapestju, ker sledi nadaljnji upogib zapestja zaradi sile teže zapestja. Hkrati z vsemi 4 fazami poteka gibanje v skočnem, kolenskem in kolčnem sklepu, kjer prihaja do iztegnitve spodnjih okončin. Pri gibanju sodelujejo iztegovalke trupa, kolenskega in skočnega sklepa. Pri metih z mesta so sile v mišicah, ki so odgovorne za premike v ramenskem, komolčnem in zapestnem sklepu, najverjetneje podobno velike silam pri metih iz skoka. Pri metih iz skoka pa so sile v mišicah, ki so odgovorne za premike v kolčnem, kolenskem in skočnem sklepu, najverjetneje dosti večje kot pri metih z mesta. Gibanje pri izvedbi meta mora biti izvedeno tehnično pravilno, usklajeno in tekoče, da se izkoristi proizvedena energija mišic, ki se ob izmetu prenese na žogo tako, da ob tem prihaja do čim manjše izgube energije.

1. faza

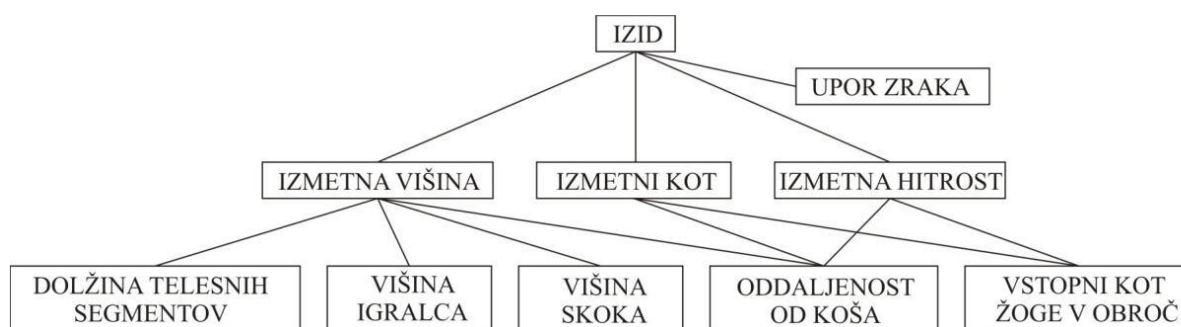




Slika 9: Prikaz sil po fazah (Hidrian, 2010)

## 1.2 Kinematika meta na koš

V primeru celovitejše analize meta potrebujemo kinematične parametre in primerno opremo za pridobitev teh parametrov. Najpomembnejši parametri, ki določajo uspešnost meta, so po mnenju Millerja in Bartletta (1993) izmetna višina, izmetni kot in izmetna hitrost, kar je prikazano na Sliki 10.



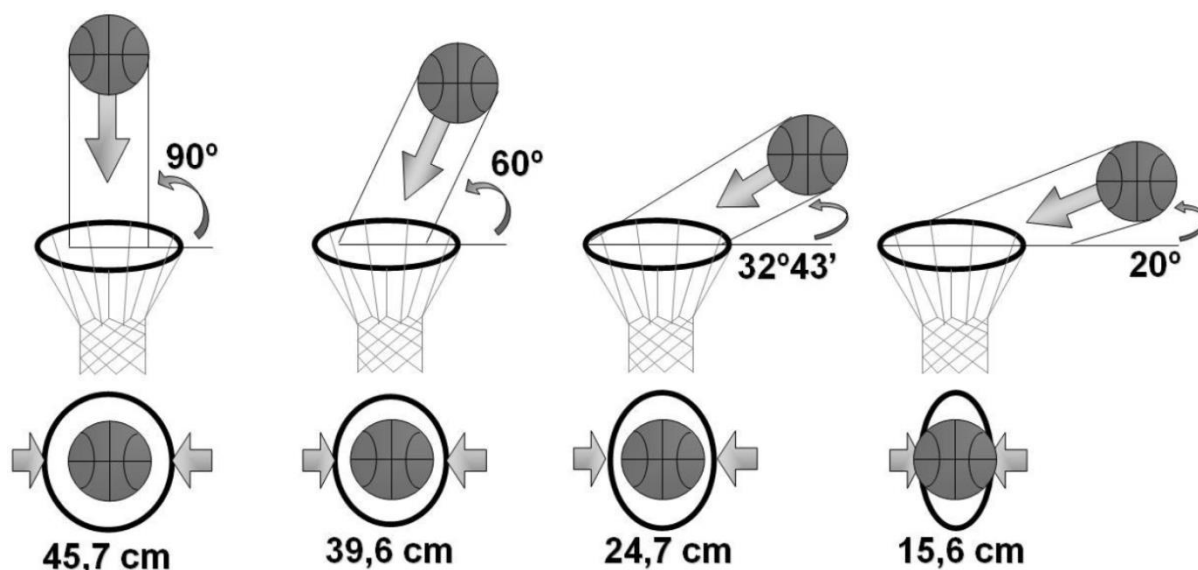
Slika 10: Osnovni dejavniki, ki določajo uspešnost meta na koš (Miller in Bartlett, 1993)

Osnovni dejavniki, ki določajo uspešnost meta na koš, veljajo, kadar žoga potuje skozi obroč brez dotika. Glede na obliko žoge in obroča je skoraj nemogoče napovedati uspešnost meta v primeru predčasnega dotika žoge in obroča. Satti (2004) je s primerjavo uspešnih in zgrešenih metov ugotovil, da upor zraaka in rotacija

žoge nimata velikega vpliva na sam let košarkarske žoge, zato v nadaljevanju ne bomo več govorili o zračnem uporu.

Izmetna višina je po mnenju Millerja in Bartletta (1993) odvisna od dolžine telesnih segmentov, višine igralca, višine skoka in od oddaljenosti izvedbe meta na koš. V primeru višjih igralcev, ki imajo daljše telesne segmente in višino skoka, je sorazmerno višja kot pri nižjih igralcih z manjšimi telesnimi segmenti in ne nujno nižjim skokom. Erčulj in Supej (2006) sta ugotovila, da se višina skoka, pri čemer žoga pri metu na koš zapusti roko, z utrujenostjo zmanjšuje, višina izmeta pa je določena s položajem telesa in žoge. Izmet je pri krajših razdaljah izveden v najvišji točki skoka in se pri večanju razdalje zmanjšuje (Miller in Bartlett, 1993 in 1996; Okazaki in Rodacki, 2012).

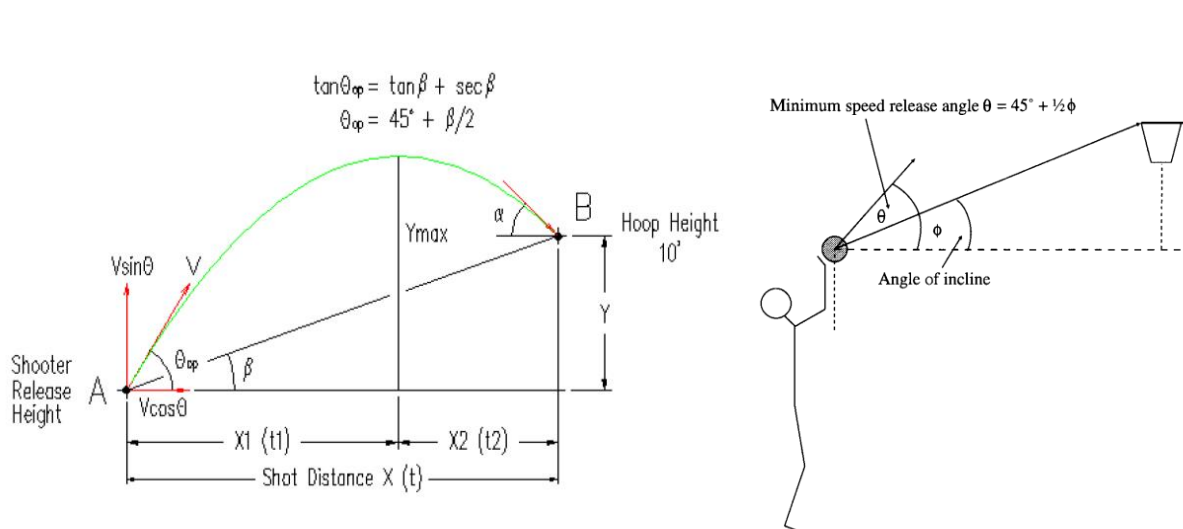
Prav tako kot izmetna višina je tudi izmetni kot pomemben za natančnost meta. Ker ima košarkarski met fizikalne značilnosti poševnega meta, bi lahko rekli, da je optimalni kot pri metu  $45^\circ$ . Vendar pa lahko glede na dejstvo, da ima žoga ob večjem kotu večji vstopni prostor skozi obroč (Slika 11), saj je njen vstop bolj navpičen, rečemo, da je primernejši večji kot.



Slika 11: Vpadni koti meta na koš in navidezna projekcija obroča (Miller in Bartlett, 1993)

Na Sliki 11 so prikazani vpadni koti meta na koš in navidezna projekcija obroča pri vstopu žoge skozi obroč. Vsako manjšanje vpadnega kota žoge ima za posledico manjšo projekcijo obroča – relativna površina koša pravokotno na smer leta žoge, od katere je odvisen odstotek zadetih metov. Če je vpadni kot žoge v koš  $60^\circ$ , se projekcija premera obroča zmanjša na 39 cm, kar pomeni, da je lahko odstopanje od

sredine obroča 8 cm na vsako stran. Iz navedenega primera je razvidno, da se z zmanjševanjem loka leta žoge ali vpadnega kota zmanjšuje verjetnost za zadetek koša. Kadar je vpadni kot žoge, ki se nahaja neposredno pred obročem, okoli  $45^\circ$  in pade točno skozi sredino obroča, oddaljenost žoge od obroča znaša 3,9 cm v vsako stran, ker je v tem primeru dolžina premera najožje projekcije obroča 31,8 cm. Najmanjši vpadni kot, pri katerem je možen teoretični prehod žoge skozi obroč, je  $31,8^\circ$ . Pri kotu, manjšem od  $31,4^\circ$ , je zadetek nemogoč. Če bi hipotetično zmanjševali velikost loka in vpadnega kota, bi bilo nesmiselno metati na koš, ker bi bila krivulja žoge vodoravna in vzporedna z zgornjim robom obroča (Miller in Bartlett, 1993).



Slika 12: Kinematični parametri meta (Lin, 2002; Miller in Bartlett, 1996)

Pri večini košarkarskih metov je žoga izpuščena  $Y$  centimetrov nižje od obroča. V teh primerih se minimalna hitrost, ki je potrebna, da žoga poleti od točke A do točke B, izračuna po  $V_{op}^2 = G * (Y + \sqrt{Y * Y + X * X})$ , izmetni kot pri minimalni hitrosti pa po  $\theta = 45^\circ + \frac{1}{2} \phi$ ,  $\phi$  pomeni kot naklona do obroča – kot med horizontalo in robom obroča (angleško angle of incline), kar je prikazano na Sliki 12 desno (Miller in Bartlett, 1996; Lin, 2002).

V Tabeli 1 so prikazani hipotetični optimalni izmetni koti in hitrosti pri metih z različnih izmetnih višin pri različni oddaljenosti od koša. Vidimo, da so vsi izmetni koti pri metih večji od  $45^\circ$  v primerjavi z izmeti, izvedenimi na višini obroča.

*Tabela 1: Optimalni izmetni koti pri košarkarskih metih z različnih razdalj (Lin, 2002)*

Višina izmeta (cm)		Oddaljenost od koša (cm)					
		274,32	335,28	426,72	518,16	609,6	731,52
106,68	Izmetni kot (°)	62,92	60,29	57,45	55,46	54	52,58
	Izmetna hitrost (cm/s)	725,12	758,95	809,55	858,93	906,78	968,04
	Čas leta žoge (s)	0,83	0,89	0,98	1,06	1,14	1,24
121,92	Izmetni kot (°)	61,85	59,31	56,60	54,72	53,35	52,02
	Izmetna hitrost (cm/s)	708,66	744,02	796,44	847,04	896,11	958,29
	Čas leta žoge (s)	0,82	0,88	0,97	1,06	1,14	1,24
137,16	Izmetni kot (°)	60,71	58,28	55,72	53,96	52,69	51,45
	Izmetna hitrost (cm/s)	692,20	729,08	783,34	835,46	885,44	948,54
	Čas leta žoge (s)	0,81	0,87	0,97	1,05	1,14	1,24
152,4	Izmetni kot (°)	59,53	57,22	54,83	53,19	52,02	50,88
	Izmetna hitrost (cm/s)	676,05	714,45	770,23	823,87	874,78	939,09
	Čas leta žoge (s)	0,80	0,87	0,96	1,05	1,13	1,23
165,1	Izmetni kot (°)	58,28	56,12	53,91	52,41	51,34	50,31
	Izmetna hitrost (cm/s)	659,59	699,52	757,43	812,29	864,11	929,34
	Čas leta žoge (s)	0,79	0,86	0,96	1,05	1,13	1,23
182,88	Izmetni kot (°)	56,98	54,99	52,97	51,62	50,65	49,73
	Izmetna hitrost (cm/s)	643,13	684,89	744,63	800,71	853,74	919,89
	Čas leta žoge (s)	0,78	0,85	0,95	1,04	1,13	1,23
198,12	Izmetni kot (°)	55,63	53,83	52,02	50,82	49,96	49,15
	Izmetna hitrost (cm/s)	626,97	670,26	731,82	789,43	843,08	910,87
	Čas leta žoge (s)	0,78	0,85	0,95	1,04	1,12	1,23
213,36	Izmetni kot (°)	54,22	52,63	51,05	50	49,27	48,56
	Izmetna hitrost (cm/s)	610,82	655,93	719,33	777,85	833,02	901,29
	Čas leta žoge (s)	0,77	0,84	0,94	1,04	1,12	1,23
228,6	Izmetni kot (°)	52,76	51,40	50,06	49,18	48,56	47,97
	Izmetna hitrost (cm/s)	594,66	641,6	706,83	766,88	822,66	891,84
	Čas leta žoge (s)	0,76	0,84	0,94	1,03	1,12	1,23
243,84	Izmetni kot (°)	51,26	50,15	49,07	48,35	47,86	47,38
	Izmetna hitrost (cm/s)	578,82	627,58	694,33	755,6	812,6	882,7
	Čas leta žoge (s)	0,76	0,83	0,94	1,03	1,12	1,22
259,08	Izmetni kot (°)	49,73	48,88	48,06	47,52	47,14	46,79
	Izmetna hitrost (cm/s)	563,27	613,56	682,14	744,63	802,54	873,56
	Čas leta žoge (s)	0,75	0,83	0,94	1,03	1,12	1,22
274,32	Izmetni kot (°)	48,17	47,60	47,04	46,68	46,43	46,19
	Izmetna hitrost (cm/s)	548,03	599,85	670,26	733,96	792,48	864,41
	Čas leta žoge (s)	0,75	0,83	0,93	1,03	1,12	1,22
289,56	Izmetni kot (°)	46,59	46,30	46,02	45,84	45,72	45,60
	Izmetna hitrost (cm/s)	533,1	586,44	658,37	723,29	782,73	855,57
	Čas leta žoge (s)	0,75	0,83	0,93	1,03	1,12	1,22
304,8	Izmetni kot (°)	45	45	45	45	45	45
	Izmetna hitrost (cm/s)	518,46	573,33	646,79	712,62	772,97	846,73
	Čas leta žoge (s)	0,75	0,83	0,93	1,03	1,12	1,22

V praksi je izmetni kot običajno precej manjši in pri metih z manjše razdalje znaša od 48° do 55°, pri metih z večje razdalje pa od 44° do 52° (Miller in Bartlett, 1993 in 1996; Rojas, Capero, Onã, Gutierrez, 2000).

Skupaj z izmetno višino in izmetnim kotom je izmetna hitrost osnovni kinematični dejavnik, ki vpliva na natančnost meta. Izmetna hitrost se povečuje s povečevanjem oddaljenosti od koša in je v obratnem sorazmerju z višino izmeta (Miller in Bartlett,

1996). Prav tako sta ista avtorja ugotovila, da sta kvadratni trend med oddaljenostjo od koša in kvadratni trend izmetne hitrosti posledica razlike v višini izmeta.

Pri odpravljanju napak se strokovnjaki pri svojem delu ne morejo zanašati samo in zgolj na izkušnje, občutke, opažanja ali predvidevanja. Vse te lastnosti so tudi danes še vedno potrebne in pomembne, ker velikokrat odločajo o odličnosti. Vendar z njimi težko damo športniku povratno informacijo, na katero se lahko opre – jo vidi, analizira in glede na videno postavi cilj. Čim več povratnih informacij, ki jih dajemo, še posebej pri individualni obravnavi športnika, mora biti kvantitativnih, podanih z videoposnetkom oziroma najbolje s številčnimi vrednostmi. Glede na ugotovljeno vrednost se lahko postavi jasen cilj v smeri izboljšave določenega detajla (parametra), ki ga po določenem času spet izmerimo ter na podlagi tega skupaj s športnikom postavimo nov cilj, ki je ponovno merljiv.

Za primer vzemimo, da košarkarju izboljšujemo met, natančneje krivuljo leta žoge. Le-ta je lahko visoka, srednja ali nizka. Za igralca, ki ga analiziramo, je značilno na primer, da ima žoga po izmetu nizko parabolo leta. S povratno informacijo o njegovi nizki paraboli leta žoge večina košarkarjev ne bo zadovoljna oziroma si bo s težavo predstavljala, kaj mu želimo povedati. Nekateri temu ne bodo verjeli, zato je najbolje, da mu predložimo dokaz o napaki. S tem bomo rešili težavo zaupanja oziroma vero v trenerjeve besede. Potem sledi podajanje rešitve. Lahko mu rečemo, da pri izmetu roko usmeri bolj proti stropu in ne samo proti košu – da pri metu poveča kot med izmetno roko in tlemi. Najverjetneje bomo ponovno naleteli na nerazumevanje, saj podana informacija ni oprijemljiva oziroma natančno podana – kvantificirana, poleg tega košarkar ne ve natanko, kako nizka je njegova krivulja leta in kateri del giba ter za koliko ga mora popraviti, da bo omenjena napaka odpravljena oziroma bo krivulja leta žoge v normah, ki so narejene na podlagi analize najboljših izvajalcev metov na koš. Tako bomo za povratno informacijo o igralčevi nizki krivulji leta žoge vzeli podatek o vpadnem kotu, ki ga bomo podali v °. Naslednje vprašanje, ki se nam ob tem postavi, je, kako bomo pridobili podatek o vpadnem kotu. Za to potrebujemo tehnologijo. Pri izbiri tehnologije so najpogosteje (v šoli in v večini klubov) omejeni s finančnimi sredstvi. Poleg tega moramo določiti, ali bomo gibanje spremljali v 1D, 2D ali 3D prostoru. Izbira je odvisna od značilnosti napake, ki jo proučujemo oziroma odpravljamo, od sredstev, znanja in izkušenj, ki jih imamo. Pri analizi krivulje leta žoge na podlagi vpadnega kota je najpreprosteje, da izberemo analizo gibanja v 1D prostoru. Glede na to izberemo programsko in strojno opremo. Program Tracker (© Douglas Brown) je prav gotovo primerna programska oprema za kinematično analizo (Markovič, Supej in Erčulj, 2013).

Z opravljeno analizo na kvantitativni osnovi in s primerno teoretično utemeljitvijo podamo športniku (v našem primeru košarkarju z nizko krivuljo leta žoge) oprijemljivo povratno informacijo, na kateri se lahko postavi cilj, ki ga želimo doseči. Na podlagi



cilja pa izberemo metode dela, metodične in didaktične postopke ter vsebine. Podoben ali enak postopek izberemo ne le za omenjeno tehnično pomanjkljivost, ampak za vsako pomanjkljivost, ki jo želimo odpraviti.

### 1.3 Cilji

Eksperimentalno nalogo, met na koš iz skoka za 3 točke, smo izbrali, ker se v sodobni košarki po našem mnenju dogaja, da igralci pogosteje prihajajo do metov iz polrazdalje in razdalje kot pa do metov iz neposredne bližine. Štrumbelj, Vračar, Robnik-Šikonja, Dežman in Erčulj (2013) so z 10-letno analizo košarkarskih tekem v Euroligi ugotovili, da se je med tekmovalnima sezonama 2001/2002 in 2009/2010 povečalo število metov za 3 točke, medtem ko se je število metov za 2 točki zmanjšalo. Izjema je sezona 2010/2011, kjer se je število metov za 3 točke zmanjšalo, število za 2 točki pa povečalo (Štrumbelj, Vračar, Robnik-Šikonja, Dežman in Erčulj, 2011). Avtorji so mnenja, da je to posledica spremembe košarkarskih pravil. Košarkarska pravila so se v zgodovini košarke spremenila kar nekajkrat, obsežnejša so bila sprejeta v ligi NBA v sezoni 1996/1997 in v ligi NCAA<sup>5</sup> v sezoni 2008/2009. Po vsaki spremembi košarkarskih pravil so sledili padec posesti žoge ene ekipe in padec poskusov ter odstotka metov za 3 točke. Ta trend se je z leti spremenil – z leti je po spremembi košarkarskih pravil naraščala posest žoge ene ekipe, prav tako pa se je povečalo število poskusov metov za 3 točke (Štrumbelj idr., 2013). Raziskave na to temo po tem niso bile objavljene oziroma jih nismo zasledili, zato ne moremo zagotovo trditi, da se trend naraščanja števila metov za 3 točke nadaljuje tudi po košarkarski sezoni 2010/2011, vendar to predvidevamo.

Za analizo meta na koš iz skoka izza črte za 3 točke smo za kinematične parametre meta določili izmetni čas, rotacijo žoge in vpadni kot ter sprejemno, minimalno in izmetno višino. Z analizo teh parametrov želimo ugotoviti, ali se ter kako se ti parametri spreminjajo glede na igralno mesto, morfološke razsežnosti igralca, ali so parametri med sabo povezani, kako so med sabo povezani, kakšen je vpliv posameznega parametra na uspešno izveden met, kakšna je povezanost med parametri pri uspešno izvedenem metu in kakšna je optimalna kombinacija parametrov.

### 1.4 Hipoteze

Hipoteze so deljene po sklopih in se nanašajo na doslednost izvajanja, povprečje kinematičnih parametrov, povezanost kinematičnih parametrov meta, pridobljenih s

---

<sup>5</sup> NCAA (National Collegiate Athletic Association) organizira tekmovanja za srednje šole in univerze v ZDA in Kanadi (National Collegiate Athletic Association, 2015).

tehnologijo 94Fifty, in na povezanost kinematičnih parametrov meta, pridobljenih s programsko opremo Tracker (© Douglas Brown).

Hipoteze glede na doslednost izvajanja:

- H1** Branilci imajo pri večini metov bolj konsistenten parameter vpadnega kota kot krilni igralci in centri.
- H2** Branilci imajo pri večini metov bolj konsistenten parameter rotacije žoge kot krilni igralci in centri.
- H3** Branilci imajo pri večini metov bolj konsistenten parameter izmetnega časa kot krilni igralci in centri.

Hipoteze glede na povprečje kinematičnih parametrov:

- H4** Večina metov je izvedena pri vpadnem kotu v intervalu med  $42^\circ$  in  $47^\circ$ .
- H5** Večina metov je izvedena z rotacijo žoge v intervalu med 130 in 150 obrati na minuto.
- H6** Večina metov je izvedena z izmetnim časom v intervalu med 0,65 in 0,85 sekunde.

Hipoteze glede na povezanost kinematičnih parametrov meta, pridobljenih s tehnologijo 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies):

- H7** Obstaja statistično značilna negativna povezanost med dolžino dlani in rotacijo žoge.
- H8** Obstaja statistično značilna negativna povezanost med širino dlani in rotacijo žoge.
- H9** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med telesno višino in vpadnim kotom.
- H10** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med telesno višino in izmetnim časom.
- H11** Obstaja statistično značilna negativna povezanost med telesno višino in rotacijo žoge.
- H12** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med dosežno višino in vpadnim kotom.
- H13** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med dosežno višino in izmetnim časom.
- H14** Obstaja statistično značilna negativna povezanost med dosežno višino in rotacijo žoge.
- H15** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med izmetnim časom in številom zadetih metov.
- H16** Obstaja statistično značilna negativna povezanost med izmetno višino in številom zadetih metov.
- H17** Obstaja statistično značilna negativna povezanost med dosežno višino in številom zadetih metov.

Hipoteze glede na povezanost kinematičnih parametrov meta, pridobljenih s programsko opremo Tracker (© Douglas Brown):

- H18** Obstaja statistično značilna negativna povezanost med sprejemno višino in izmetnim časom.
- H19** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med minimalno višino žoge in izmetnim časom.
- H20** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med razliko izmetne višine in sprejemne višine ter med izmetnim časom.
- H21** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med razliko izmetne višine in minimalne višine ter izmetnim časom.
- H22** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med razliko sprejemne višine in minimalne višine ter izmetnim časom.
- H23** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med izmetno višino in vpadnim kotom.
- H24** Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med izmetno višino in izmetnim časom.
- H25** Obstaja statistično značilna negativna povezanost med izmetno višino in rotacijo žoge.

## 2 METODE DELA

### 2.1 Preizkušanci

V raziskavo je bilo vključenih 7 srbskih košarkarskih moštev (KK Cerak, KK Kris Kros, KK FMP, KK Beovuk, KK Crvena zvezda, KK Zemun in KK Partizan), ki so se v sezoni 2013/2014 uvrstila med 8 najboljših moštev v 1. srbski mladinski košarkarski ligi. Poleg njih je bila v raziskavo vključena še srbska nacionalna košarkarska selekcija U20. V raziskavo je bilo tako skupaj vključenih 52 košarkarjev moškega spola, ki so bili rojeni leta 1996 in 1995 in v času meritev stari 18 in 19 let. Merjenci so bili glede na igralna mesta razdeljeni v tri skupine oziroma tipe, in sicer branilci, krila in centri. Skupino branilcev so sestavljali vsi merjenci, ki igrajo na igralnem mestu centralnega branilca ali levega oziroma desnega branilca (organizatorji igre ali visoki branilci). Skupino kril sestavljajo vsi merjenci, ki večino igralnega časa igrajo na igralnem mestu visokega ali nizkega krila. Skupino centrov sestavljajo vsi merjenci, ki večino igralnega časa igrajo na mestih visokega ali nizkega centra (krilni centri in centri).

### 2.2 Pripomočki

Pripomočki in tehnična oprema, uporabljena v raziskavi:

- strojna oprema:
  - Ipad 4 podjetja © Apple Inc., model A1458,
  - prenosni računalnik Asus K70IJ podjetja © ASUSTeK Computer Inc.,
  - digitalni fotoaparatus Canon D3200 podjetja © Canon Inc.,
- programska oprema:
  - aplikacija 94Fifty podjetja © Infomotion Sports Technologies za programsko okolje iOS,
  - Microsoft Office podjetja © Microsoft za programsko okolje Windows podjetja © Microsoft,
  - Tracker (© Douglas Brown) 4.86 za programsko okolje Windows podjetja © Microsoft,
  - SPSS 21 podjetja © IBM za programsko okolje Windows podjetja © Microsoft,
- antropometrična oprema:
  - merilni trak za merjenje dosežne višine,
  - tehtnica za merjenje telesne teže TANITA TBF-531,
  - antropometer,
- druga oprema:
  - košarkarska žoga 94Fifty podjetja © Infomotion Sports velikosti 7,

- vpisni listi,
- stojalo za kamero,
- merilni trak,
- trak za označevanje.

Za pripravo eksperimentalnega okolja in eksperimentalne naloge sta bila uporabljena merilni trak za merjenje dolžine in lepilni trak za označevanje.

Za snemanje eksperimentalne naloge sta bila uporabljena digitalni fotoaparati in stojalo za fotoaparate.

Za izvedbo eksperimentalne naloge je bila uporabljena moška košarkarska žoga 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) velikosti 7 z obsegom 75 centimetrov in težo 600 gramov.

### 2.2.1 Vpisni list

Na Sliki 42 v poglavju Priloge je prikazan obrazec za pobiranje osebnih podatkov, osnovnih košarkarskih podatkov in antropometričnih mer, ki so vezane na posameznega merjenca. Kot osebne podatke je moral merjenec navesti ime, priimek in leto rojstva (Letnik). Kot osnovne košarkarske informacije je moral merjenec navesti igralno mesto (IGM), košarkarski klub, v katerem nastopa (Klub), nastop za košarkarsko reprezentanco (REP) in igralni staž. Antropometrične mere so se pridobile s pomočjo antropometra in osebne tehtnice za merjenje telesne teže. Merjencu smo izmerili telesno težo (ATT), telesno višino (ATV), dosežno višino (ADV), dolžino dlani (ADD) in širino dlani (AŠD).

### 2.2.2 Instrumenti za merjenje antropometričnih mer



Slika 13: Antropometer (Anthropometer set, 2014)

Na Sliki 13 je prikazan antropometer, s katerim smo izmerili telesno višino, dolžino dlani (ADD) in širino dlani (AŠD).

Ostali telesni meri, telesno težo (ATT) in dosežno višino (ADV), smo pridobili s pomočjo osebne tehtnice (TANITA TBF-531) in merilnega traku.

### **2.2.3 Obrazec za pobiranje kinematičnih parametrov meta z žogo in aplikacijo 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies)**

Na Sliki 43 v poglavju Priloge je prikazan obrazec za pobiranje kinematičnih parametrov meta na koš. Pri kinematični analizi meta smo z žogo in aplikacijo merili izmetni čas (IČ), vpadni kot (VK) in rotacijo žoge (RŽ). V stolpec pod spremenljivko KOŠ smo beležili zadete in zgrešene mete. V spodnjo vrstico ob spremenljivko SK smo na koncu zabeležili povprečje vseh izmerjenih parametrov in % zadetih metov po 20 izvedenih metih.

### **2.2.4 Košarkarska žoga 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies)**

V raziskavi smo uporabili pripomoček podjetja © Infomotion Sport Technologies, žogo 94Fifty (Slika 14), tako imenovano pametno košarkarsko žogo.



*Slika 14:* Košarkarska žoga 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) (94Fifty smart sensor basketball, 2014)

Žoga je prejemnik sil, s katerimi košarkar oziroma košarkarica deluje nanjo pri metih ali vodenju. Znotraj žoge se nahaja 6 vztrajnostnih senzorjev (Slika 15) za zaznavanje gibanja.



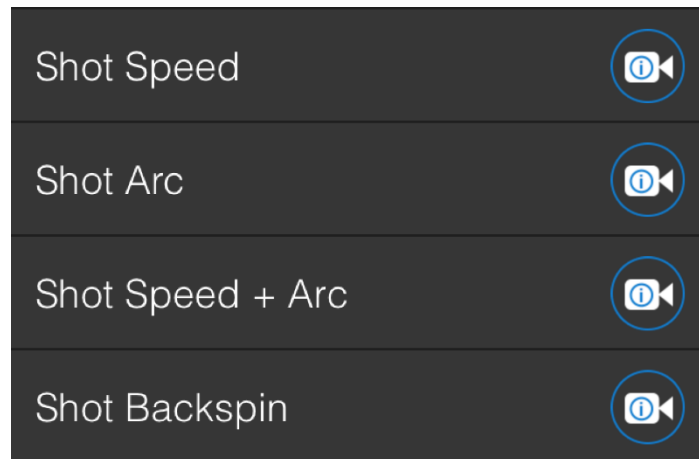
*Slika 15:* Vztrajnostni senzor za zaznavanje gibanja, ki je nameščen znotraj 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) žoge (Sensor in 94Fifty ball, 2014)

Senzorji v notranjosti so sprogramirani tako, da prepoznajo sile, ki jih igralec ustvari na žogo. Senzorji so s 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) aplikacijo povezani z bluetooth povezavo, ki omogoča tako povezavo žoge z njo kot tudi prenos vseh pridobljenih podatkov v omenjeno aplikacijo (Slika 15 in Slika 16) (Crowley, 2011).

Košarkarska žoga ima pri metu na koš svojo hitrost in silo. S pomočjo senzorjev v žogi in natančno določenih algoritmov lahko z njo merimo vse parametre meta na koš, ki so po mnenju Millerja in Bartletta (1993) pomembnejši za zadetek (Erčulj idr., 2014).

### **2.2.5 Programska oprema 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies)**

V raziskavi smo poleg žoge 94Fifty uporabili iOS aplikacijo 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) na i-Padu. Aplikacija omogoča prikaz informacij, ki jih vztrajnostni senzorji v žogi zaznajo in preko oddajnika v žogi pošljejo v aplikacijo na napravi. Omogočena sta izbor (Slika 16) in prikaz (Slika 17) le določenih parametrov meta na koš hkrati, in sicer izmetne hitrosti (Shot Speed), vpadnega kota (Shot Arc), hkraten prikaz izmetne hitrosti in vpadnega kota (Shot Speed + Arc) ter rotacije žoge (Shot Backspin).



Slika 16: Možnost izbora posameznih parametrov meta na koš v iOS aplikaciji 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) na i-Padu



Slika 17: Prikaz parametrov meta na koš v aplikaciji 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies) (94Fifty Basketball, 2014)

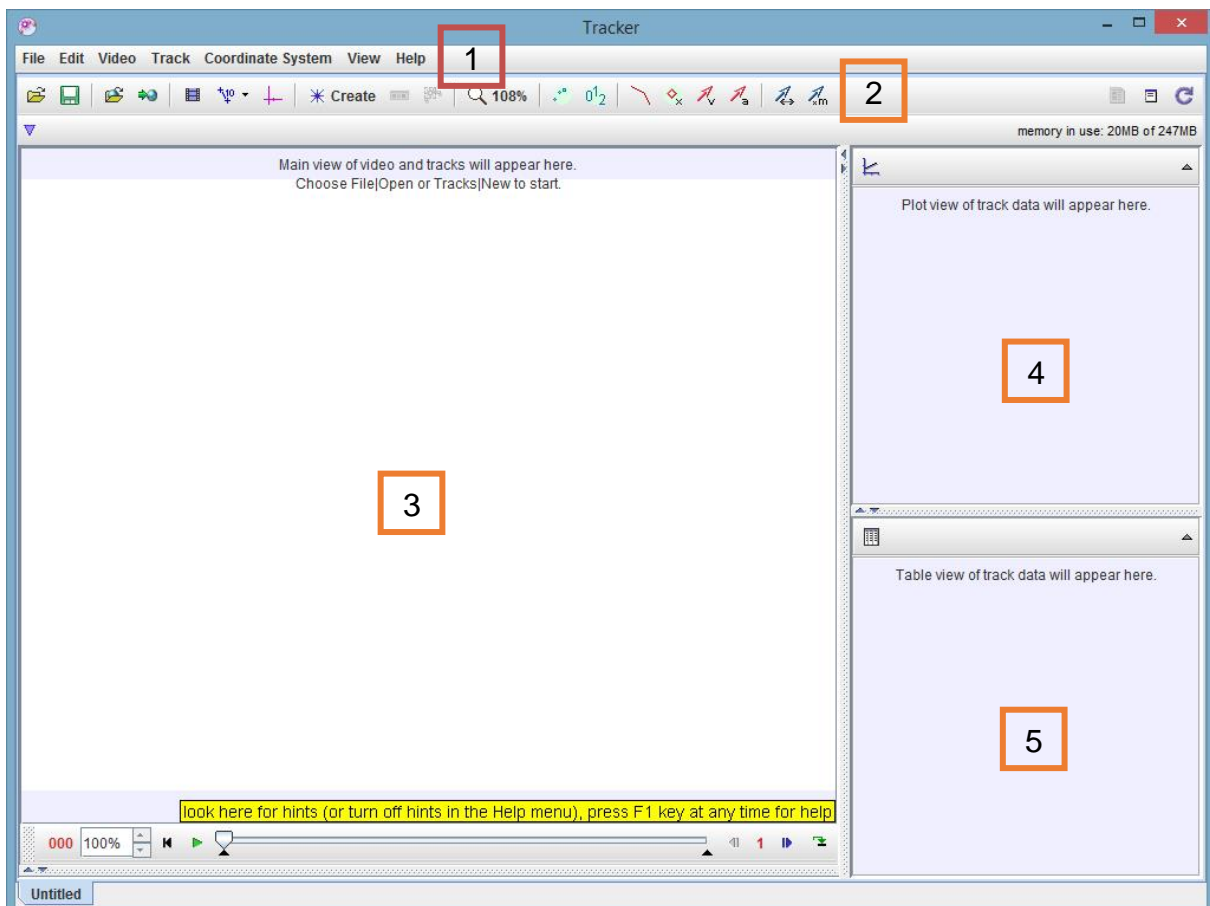
## 2.2.6 Tracker (© Douglas Brown)

Program Tracker (© Douglas Brown) je Java<sup>6</sup> odprtokodni program za videoanalizo in orodje za modeliranje<sup>7</sup>, grajen na Open Source Physics (OPS) Java frameworku. Namenjen je za uporabo pri pouku športne vzgoje (Brown, 2014).

<sup>6</sup> Programski jezik java je objektno usmerjen, prenosljiv programski jezik, napisan v C-jevski skladnji (Programski jezika java, Wikipedija, 2014).



Pri videomodeliranju uporabniki zajamejo ali odprejo digitalno videodatoteko v programu Tracker (© Douglas Brown), umerijo prostor, (pravilno) nastavijo koordinatni sistem za merjeni predmet in sledijo predmetu z natančno določenim postopkom. Rezultat celotnega postopka sta vizualni in kvantitativni prikaz vedenja ali spretnosti opazovanega predmeta, ki nam omogočata lažje razumevanje vedenja le-tega.



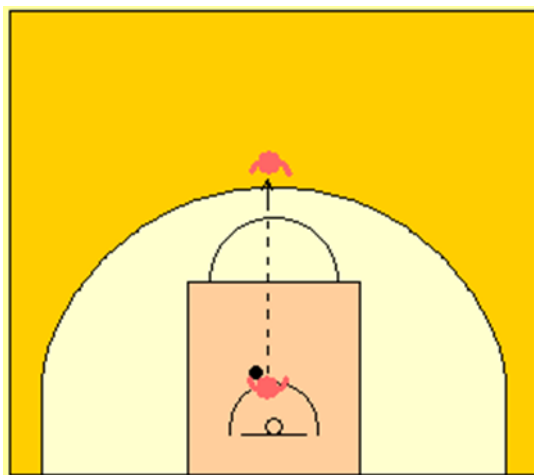
Slika 18: Program Tracker (© Douglas Brown) prikazuje glavni meni (1), orodno vrstico (2), glavni videomeni (3), grafični meni (4) in tabelarični meni (5) (Markovič idr., 2013)

<sup>7</sup> Videomodeliranje je način učenja s pomočjo uporabe videoposnetka v programskem okolju, v katerem sta mogoča dodatna vizualni in kvantitativni prikaz vedenja ali spretnosti opazovanega predmeta (Overview of Video Modeling, 2014).

## 2.3 Postopek

### 2.3.1 Eksperimentalna naloga

Za eksperimentalno nalogo smo vzeli met na koš za 3 točke z mesta po podaji oziroma sprejemu žoge s položaja centralnega branilca oziroma z razdalje 675 cm (Slika 19). Vsak merjenec je vrgel 2 seriji po 20 metov na koš. Podajalec je stal na robu spodnjega polkroga. Njegova naloga je bila pobiranje in neposredno podajanje žog v višino prsi igralcu, ki je metal na koš.



Slika 19: Skica eksperimentalne naloge

### 2.3.2 Priprava prostora

Pred izvedbo eksperimentalne naloge je bilo najprej treba pripraviti prostor. Eksperimentalne naloge so bile izvedene na košarkarskih igriščih, označenih po merah, ki jih zahtevajo najnovejša Fibina pravila. Na igriščih s starimi merami smo s črtami označili mesto izvedbe eksperimentalne naloge – črto, izza katere se je izvajal met.

Na igrišče smo poleg že omenjene črte z lepilnim trakom dodatno naredili 150 centimetrom dolgo ravno črto, ki smo jo potrebovali za umeritev prostora pri nadaljnji analizi videoposnetkov in pravilni namestitvi koordinatnega sistema v programu Tracker (© Douglas Brown).

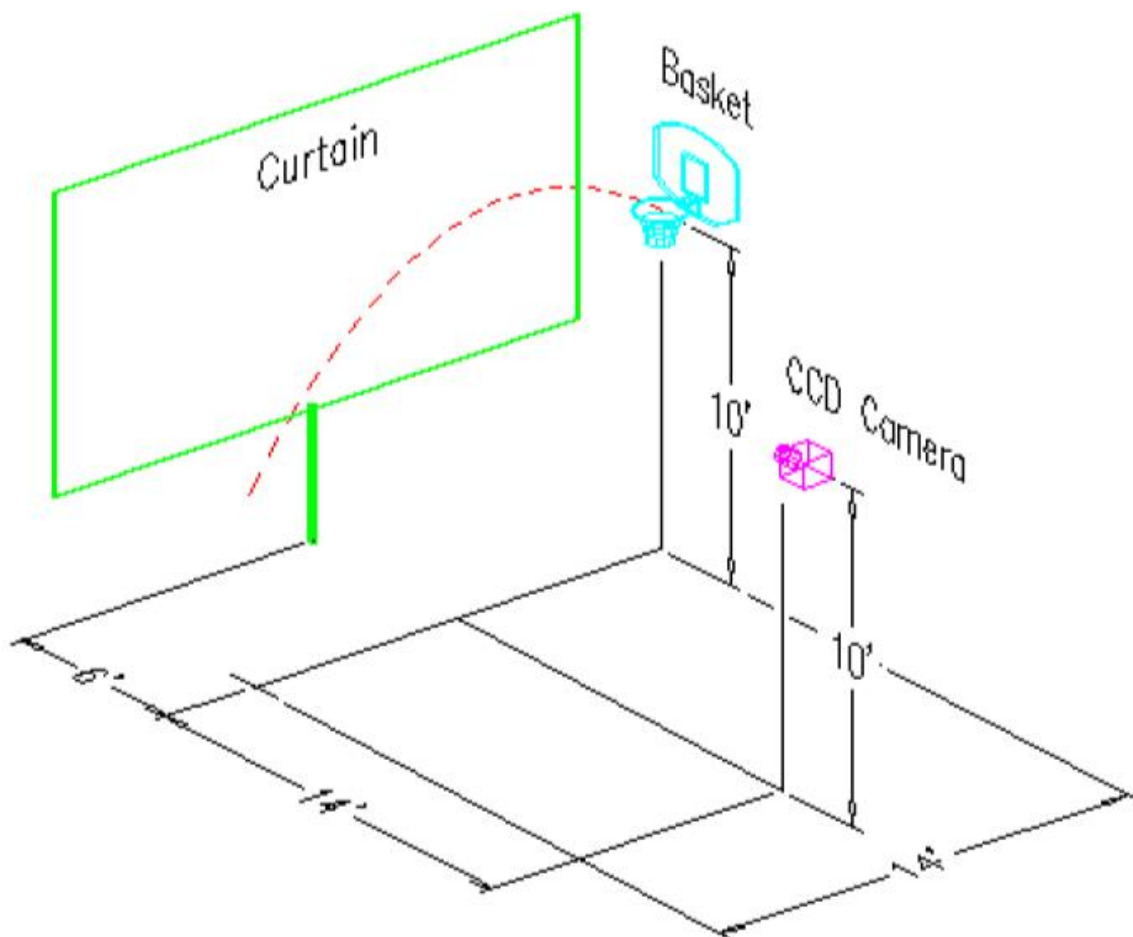
### 2.3.3 Postavitev kamere

Postavitev kamere je narekovala eksperimentalna naloga. Kamera je bila pritrjena na stojalo in postavljena pravokotno na gibalno nalogo tako, da je bila med eksperimentom zajeta celotna eksperimentalna naloga. Kamera je v objektiv zajela celoten vodoravni prostor – od izhodiščnega mesta merjenca do vzdolžne črte košarkarskega igrišča, ter celoten navpični prostor – od tal do stropa dvorane. Na ta način so bile eksperimentalne naloge posnete tako z vidika košarkarskega gibanja kot tudi z vidika gibanja leta žoge do trenutka, ko preide skozi obroč ali se odbije od njega.

#### 2.3.3.1 Priporočila za izbiro kamere, postavitev kamere in zajemanje videoposnetka

Na osnovi praktičnih izkušenj priporočamo, da se ob zajemanju videoposnetka, ki bo kasneje uporabljen za analizo gibanja, kamera postavi po spodnjih priporočilih.

- I. Kamero izberi na podlagi zmožnosti zajemanja videoposnetka v čim večji ločljivosti (HD-posnetek) in zmožnosti zajemanja čim več slik na sekundo (minimalno 120 slik na sekundo, najbolje 300 slik na sekundo).
- II. Kamera naj bo pri snemanju metov vedno postavljena pravokotno na izvajanje meta.
- III. Kamera naj bo pri snemanju metov vedno postavljena na stran roke, s katero igralec izvaja met. Če igralec izvaja met z desno roko, naj bo kamera vedno postavljena na desni strani. Enako velja, če igralec meče z levo roko.
- IV. Kamera naj bo pri snemanju meta vedno postavljena na višini obroča in na sredini izvajanja eksperimentalne naloge.
- V. Za vsak nov videoposnetek preveri ostrino videa. Po potrebi izostri sliko.
- VI. Vedno preveri, ali s postavitvijo kamere zajameš celotno gibalno akcijo – met na koš, vključno s celotno parabolo leta žoge in prehodom žoge skozi obroč ali udarcem žoge v obroč.
- VII. Ozadje naj bo enobarvno in drugačno od barve žoge. Le tako zagotavljamo dovolj konsistentno obliko, velikost, barvo in usmeritev žoge za nadaljnjo analizo v katerem koli programu za videomodeliranje, v našem primeru s programom Tracker (© Douglas Brown).



Slika 20: Postavitev kamere (Lin, 2002)

### 2.3.4 Umeritev prostora

Umeritev prostora je bila potrebna zaradi nadaljnje analize videoposnetkov v programu Tracker (© Douglas Brown).

Umeritev prostora je bila izvršena tako, da smo na tla z lepilnim trakom naredili 150 centimetrov dolgo ravno črto. Črta je bila narejena z barvnim lepilnim trakom, drugačne barve od barve tal zaradi boljše kontrastne vidljivosti na videoposnetkih.

### 2.3.5 Priprava košarkarjev na izvedbo eksperimentalne naloge

Pred začetkom izvedbe eksperimentalne naloge so merjenci izvedli antropometrične meritve, nato so imeli na voljo 7 minut časa za samostojno ogrevanje z žogo z meti na koš in dodatne 3 minute za raztezanje.

Merjencem je bila eksperimentalna naloga pred začetkom izvajanja le-te natančno razložena: merjenec stoji v napadalni košarkarski preži – trojni nevarnosti (pokrčen je v skočnem, kolenskem in kolčnem sklepu, pogled je usmerjen v smeri naprej proti košu, v stoji razkoračno v širini ramen in z obema nogama na tleh). Merjenčeva naloga je, da v trenutku sprejema žoge kar najhitreje izvede met tako, kot bi ga izvedel v tekmovalnih razmerah, in tako, da bo njegov % zadetih metov najvišji.

Po natančni razlagi eksperimentalne naloge je imel vsak merjenec na voljo izvedbo 3 poskusnih eksperimentalnih metov.

### **2.3.6 Prenos podatkov**

Videoposnetki so bili s fotoaparata preneseni preko spominske kartice, ki smo jo vzeli iz fotoaparata in vstavili v osebni računalnik. Vsi videoposnetki so bili preneseni in shranjeni v MOV-formatu (.mov) in TRX-formatu (.trx) – formatu, ki ga uporablja program Tracker (© Douglas Brown).

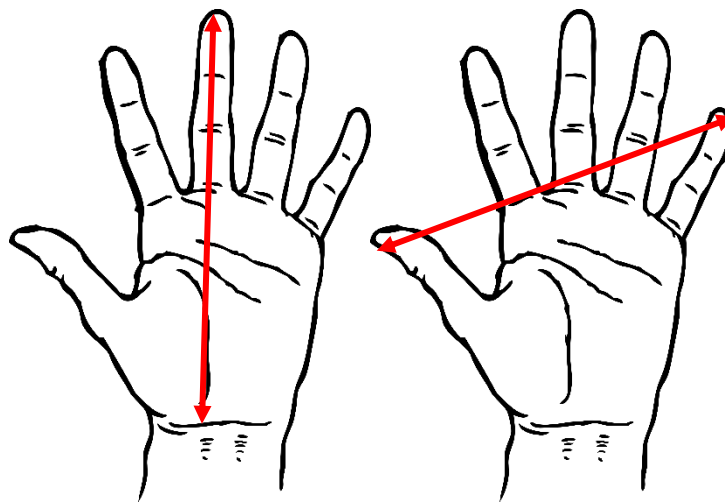
## **2.4 Metode pridobivanja podatkov**

### **2.4.1 Osebni podatki, osnovni košarkarski podatki in antropometrične mere**

Osebnosti podatke in osnovne košarkarske podatke smo pridobili s pomočjo vprašanj, ki smo jih zastavili merjencem. Z vprašanji o njihovih osebnih podatkih in njihovimi odgovori smo pridobili ime in priimek ter letnik rojstva. Identiteta posameznika (ime in priimek) v raziskavi ni pomembna, zato smo ta podatek šifrirali. S tem smo zagotovili merjenčevo pravico do anonimnosti in zaupnosti. Z vprašanji o njihovih osnovnih košarkarskih podatkih in njihovimi odgovori smo pridobili podatke o košarkarskem klubu, kjer igrajo, igralnem mestu, igralnem stažu in o vključenosti v nacionalno košarkarsko reprezentanco.

Za pridobitev antropometričnih mer smo uporabili antropometer in tehtnico za merjenje telesne teže. Z antropometrom smo izmerili dolžino dlani (ADD) (Slika 21 levo), širino dlani (AŠD) (Slika 21 desno) in telesno višino (ATV). Pri dolžini dlani se je merila vertikalna dolžina od najvišje točke sredinca do zapestja, kjer je mesto upogiba (Slika 21). Pri širini dlani se je merila vodoravna dolžina od palca do mezinca. Pri merjenju telesne višine se merilec postavi bočno na merjenca in postavi antropometer vzdolž zadnje strani telesa in navpično. Nato spušča kovinski drsnik toliko časa, dokler ne doseže vodoravna prečka teme merjenca. Tedaj merilec odčita rezultat na skali v višini zgornje stranice trikotne odprtine na drsniku. Meritev

dosežne višine so morali merjenci prav tako opravljati brez obutve, obuti v nogavice. Za izvajanje te meritve se je uporabljal na steno pritrjen trak za merjenje višine. Merjenec pri meritvi stopi bočno, z dominantno roko obrnjen proti merilu, dvigne roko, ki je ob strani merila, kolikor visoko zmore, in jo položi na merilo. Pri tem ne sme dvigniti pet od tal. S tehtnico za merjenje telesne teže smo izmerili telesno težo (ATT). Meritev telesne teže so merjenci opravljali brez obutve, obuti v nogavice. Pri meritvi telesne teže so merjenci stopili na tehtnico in počakali, da se je na zaslonu prikazal rezultat (Dežman in Erčulj, 1997).



Slika 21: Dolžina dlani (levo) in širina dlani (desno) (Anthropometry, 2014)

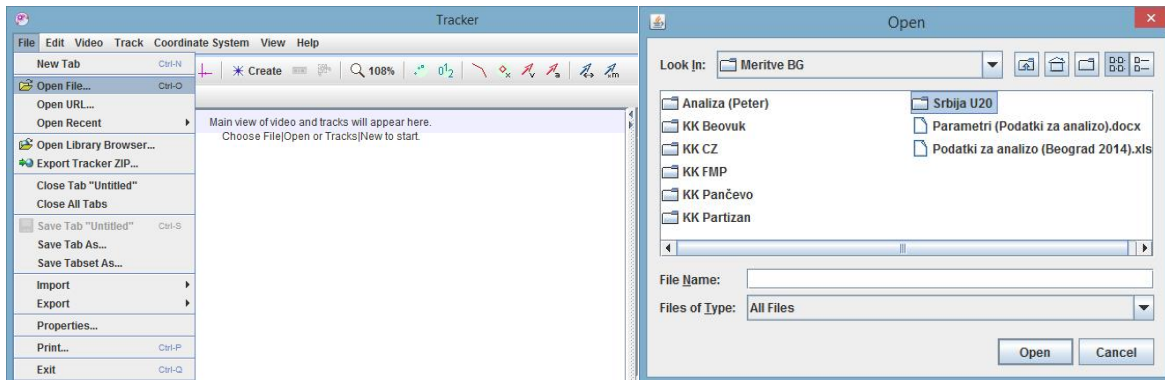
#### 2.4.2 Kinematični parametri meta na koš

Del kinematičnih parametrov meta na koš smo pridobili s pomočjo košarkarske žoge in aplikacije 94Fifty (© Infomotion Sports Technologies). Podatke, ki smo jih pridobili takoj po vsaki prvi seriji metov, so bili KOŠ (ali je igralec zadel/zgrešil met), IČ (izmetni čas) in VK (vpadni kot), ter takoj po vsaki drugi seriji metov, KOŠ (ali je igralec zadel/zgrešil met) in ROT (rotacija žoge).

Del kinematičnih parametrov meta na koš smo morali pridobiti naknadno s pomočjo računalniške programske opreme Tracker (© Douglas Brown) za videomodeliranje. Podatki, ki smo jih pridobili s pomočjo omenjene programske opreme, so bili SV (sprejemna višina – višina, na kateri je igralec sprejel žogo), MV (minimalna višina – najnižja višina žoge od sprejema žoge do izmeta) in IV (izmetna višina – višina, na kateri merjenec izvrže žogo, oziroma višina v trenutku, ko žoga pri izmetu zapusti merjenčeve roke).

Postopek analize in zajemanja podatkov v programu Tracker (© Douglas Brown) (Brown, 2014) je opisan v spodnjih 7 korakih.

**Korak 1:** videoposnetek posameznega igralca smo odprli v programu Tracker (© Douglas Brown) z ukazom v glavni orodni vrstici programa *File* → *Open File* → *File name* → *Open* (Slika 22).



Slika 22: Odpiranje videoposnetka v programu Tracker (© Douglas Brown)

**Korak 2:** identificiramo videosličice, ki jih želimo analizirati. S klikom na gumb *Clip Settings* (nastavitve posnetka) (Slika 23) v orodni vrstici prikažemo nastavitve posnetka.



Slika 23: Ikona za nastavitve posnetka

V pogovornem oknu *Clip Settings* (nastavitve posnetka) nastavimo začetno in končno sličico in tako določimo območje, ki ga želimo analizirati. Sličice lahko najdemo s premikanjem drsnika predvajalnika in s pregledovanjem videa. V našem primeru, ko imamo v enem videoposnetku več zaporednih predmetov opazovanja, nam ta funkcija omogoča, da nam videa ne ponastavi nazaj na začetek v trenutku, ko določimo novo masno točko.

**Korak 3:** kalibriramo merilo. Kliknemo gumb za *calibration* (kalibracija) (Slika 24) in izberemo *Calibration Stick* (merilno palico) (Slika 24).



Slika 24: Ikona za kalibracijo (levo) in merilna palica (desno)

Konca merilne palice povlečemo na videoelement z znano dolžino. Nato kliknemo na prikazano dolžino na merilni palici (100.0) in vnesemo znano dolžino brez enot. Enote so izražene v centimetrih, tako 100.0 pomeni 100 centimetrov.

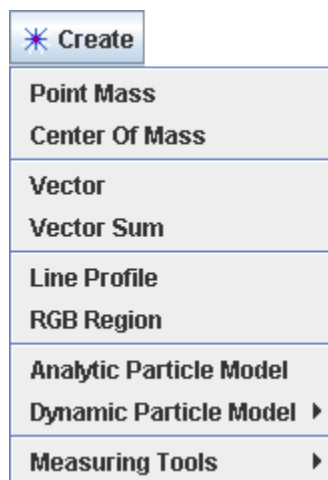
**Korak 4:** nastavimo izhodišče in naklon referenčnega okvirja. Za prikaz koordinatnih osi kliknemo gumb *Osi* oziroma *koordinatni sistem* (Slika 25).



Slika 25: Gumb za Osi oziroma za koordinatni sistem

Z vlečenjem izhodišča oziroma osi x nastavimo izhodišče slike in kot. Običajno izberemo za izhodišče začetni položaj nekega objekta. V našem primeru smo za izhodiščni položaj izbrali peto zadnje noge in stopalo spodnje noge.

**Korak 5:** sledimo objektom z miško ali jih modeliramo z delci. Kliknemo na gumb *Create* (tvori) (Slika 26) in v izbirnem meniju izberemo tip sledi, *Point Mass* (masno točko) (Slika 26). V našem primeru je najbolje, da na začetku videoanalize ustvarimo vseh 20 masnih točk, saj nam v tem primeru videa ne ponastavi na začetek, ampak ostane pri zadnje analiziranem metu. S tem manevrom pridobimo veliko časa, ki bi ga v nasprotnem primeru porabili za iskanje naslednjega meta, ki ga želimo analizirati.



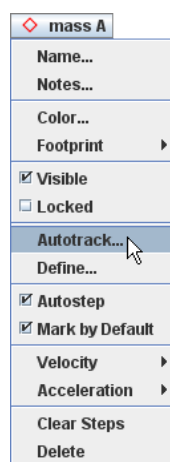
Slika 26: Gumb *Tvori* in izbrani meni za izbiro tipa sledi

Večino premikajočih se predmetov sledimo s pomočjo *Point Mass* (mase točke) (Slika 26). Ko sledimo nek predmet, v vsaki sličici označimo njegov položaj tako, da držimo tipko *shift* in klikamo z miško, medtem ko avtomatsko korakamo po videoposnetku. V nobenem primeru ne preskakujemo sličic.



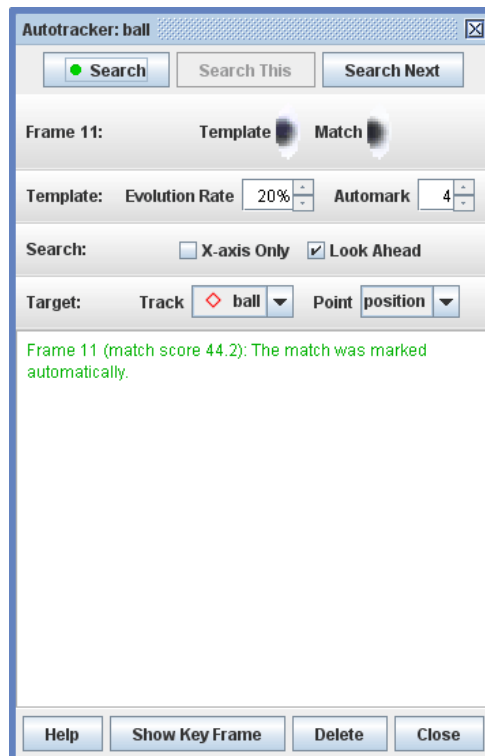
Če ima opazovani predmet v vseh videosličicah dovolj konsistentno obliko, velikost, barvo in usmeritev, ji lahko sledimo s pomočjo avtomatskega sledilca. Tako ni potrebno ročno označevanje z miško v vseh sličicah. Proces sledenja je zato hitrejši in tvori bolj konsistentne podatke. Odličen način za to, da dobimo videoposnetke, primerne za avtomatsko sledenje, je, da upoštevamo priporočila za izbiro kamere, postavitev kamere in zajemanje videoposnetka (poglavje 2.4.3.1. Priporočila za izbiro kamere, postavitev kamere in zajemanje videoposnetka, na strani 35).

Pri uporabi avtomatskega sledenja tvorimo sled s točkovno maso v meniju te sledi in izberemo *Autotrack* (avtomatsko sledenje) (Slika 27).



Slika 27: Izbor funkcije avtomatskega sledenja

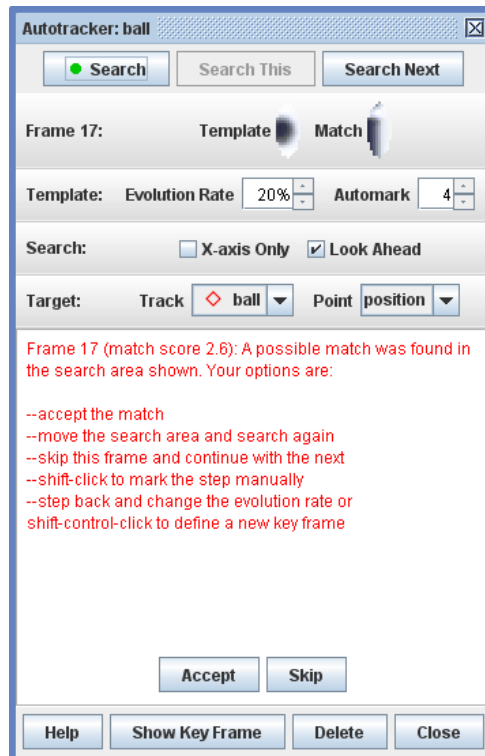
Korak 1 pri avtomatskem sledenju: vzorec. Z miško kliknemo na videoznačilnost, ki ji želimo avtomatsko slediti, pri tem pa držimo tipki *Ctrl + Shift*. Tako tvorimo vzorec, ki definira sliko, ki naj bi se ujemala v vsaki videosličici. Vzorec lahko premikamo ali spreminjamo njegovo velikost z vlečenjem njegovega centra oziroma ročice. V trenutku, ko označimo predmet za avtomatsko sledenje, lahko avtomatsko sledenje začnemo s klikom na gumb *Search* (iskanje) (Slika 28). Avtomatski sledilnik bo korakal skozi vide sličice in iskal najboljše ujemanja z vzorčno sliko. Če najde dobro ujemanje v vsaki sličici, avtomatsko označi vse sličice in se ustavi na zadnji sličici videoizrezka. Z videom lahko pregledamo in preverimo ocene ujemanja in si ogledamo najboljše ujemanje, tarčo in iskano področje, uporabljeno v vsaki sličici, kot to prikazuje Slika 28.



Slika 28: Pregled podatkov ujemanja v programu Tracker (© Douglas Brown)

Če avtomatski sledilnik najde slaba ujemanja (pod ravno spremljivosti), se ustavi in nam ponudi več možnosti, kot to prikazuje Slika 29. Lahko (1.) sprejmemo ujemanje s klikom na gumb *Accept* (sprejmi), (2.) premaknemo ali povečamo iskalno področje in na isti sličici ponovimo iskanje s klikom na gumb *Search* (iskanje), (3.) preskočimo sličico in nadaljujemo avtomatsko sledenje na naslednji sličici tako, da kliknemo na gumb *Skip* (preskoči), (4.) s tipko *Shift* in klikom ročno označimo korak, lahko pa (5.) izbrišemo vse korake in začnemo s spremenjenim vzorcem tako, da kliknemo na gumb *Reset*. Lahko pa se vrnemo na zavihek *Sprejemljivost* in pred nadaljevanjem naravnamo prag sprejemljivosti. V našem primeru je bila možnost uporabe funkcije avtomatskega sledenja pri poteku posameznega meta redka zaradi nedoslednega upoštevanja priporočil za izbiro kamere (poglavje 2.4.3.1 Priporočila za izbiro kamere, postavitev kamere in zajemanje videoposnetka na strani 35), predvsem zaradi neupoštevanja pravil pod točkami 3, 5 in 7.

V primerih možnosti delne uporabe funkcije avtomatskega sledenja pri poteku posameznega meta smo v primeru slabih ujemanj (a) popravili točko in izbiro potrdili s klikom na gumb *Accept* (sprejmi) ali (b) prekinili z avtomatskim sledenjem in nadaljevali z ročnim sledenjem (tipka *Shift* in klik na sledeni predmet).



Slika 29: Pregled podatkov ujemanja v programu Tracker (© Douglas Brown)

**Korak 6:** izvoz podatkov Tracker (© Douglas Brown) v preglednico. Podatke iz podatkovne tabele (Slika 30) lahko preprosto izvozimo s kopiranjem na odložišče in lepljenjem v preglednico ali kakšno drugo aplikacijo. Kopiramo tako, da zelene podatke v tabeli izberemo, kliknemo na desni miškin gumb in v spustnem meniju izberemo *Copy Data* (kopiraj podatke).

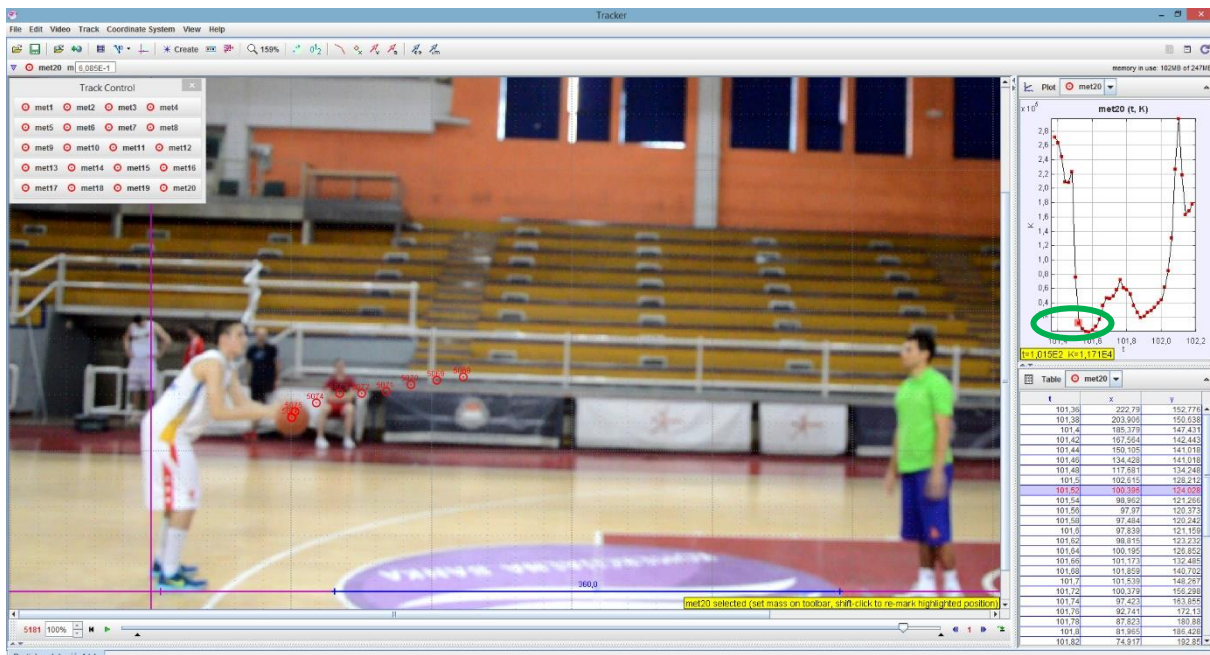
V našem primeru bi nam ta pot odvzela preveč časa, zato smo raje podatke prepisovali v že obstoječo Excel datoteko, kjer so shranjeni vsi podatki iz analize. Prepisati smo morali podatke treh točk, in sicer o sprejemni višini (SV), minimalni višini (MV) in izmetni višini (IV).

t	x	y
101,5	102,615	128,212
101,52	100,396	124,028
101,54	98,962	121,266
101,56	97,97	120,373
101,58	97,484	120,242
101,6	97,839	121,159
101,62	98,815	123,232
101,64	100,195	126,852
101,66	101,173	132,485
101,68	101,859	140,702
101,7	101,539	148,267
101,72	100,379	156,298
101,74	97,423	163,855
101,76	92,741	172,13
101,78	87,823	180,88
101,8	81,965	186,428
101,82	74,917	192,85
101,84	70,406	198,268
101,86	66,446	203,908
101,88	62,231	207,027
101,9	60,582	212,207
101,92	60,252	217,474
101,94	60,531	224,114
101,96	62,666	229,64

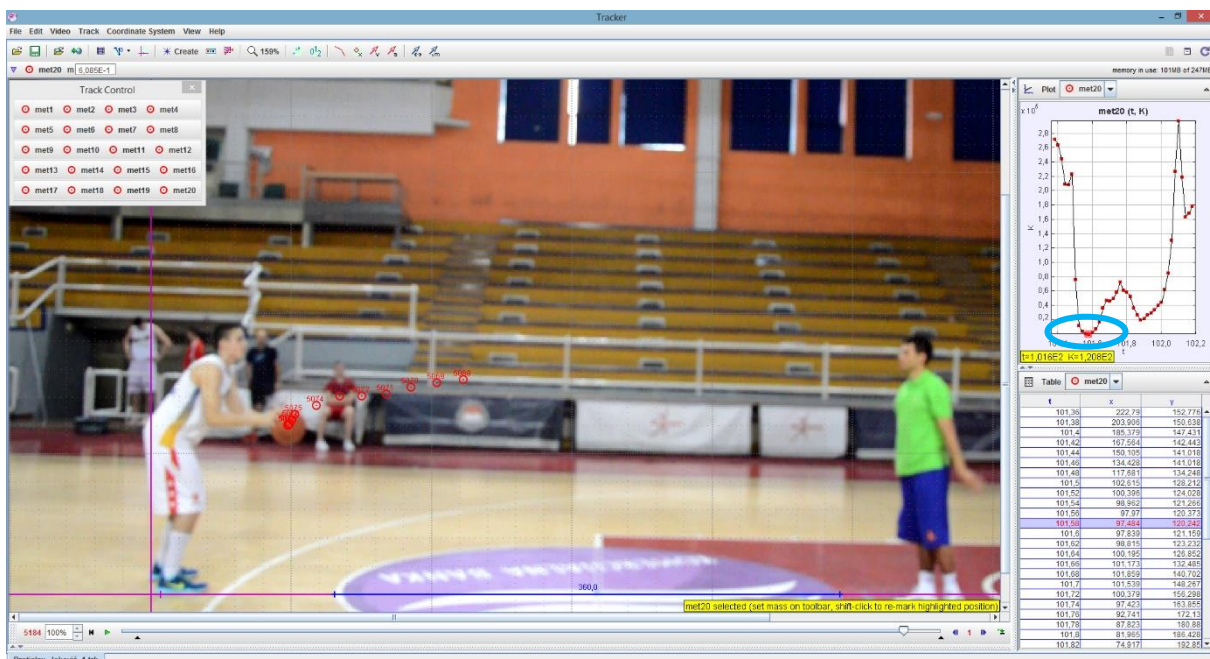
Slika 30: Preglednica Tracker (© Douglas Brown) s podatki

Sprejemno višino (SV), minimalno višino (MV) in izmetno višino smo določili glede na krivuljo kinetične energije (Slika 31, Slika 32 in Slika 33).

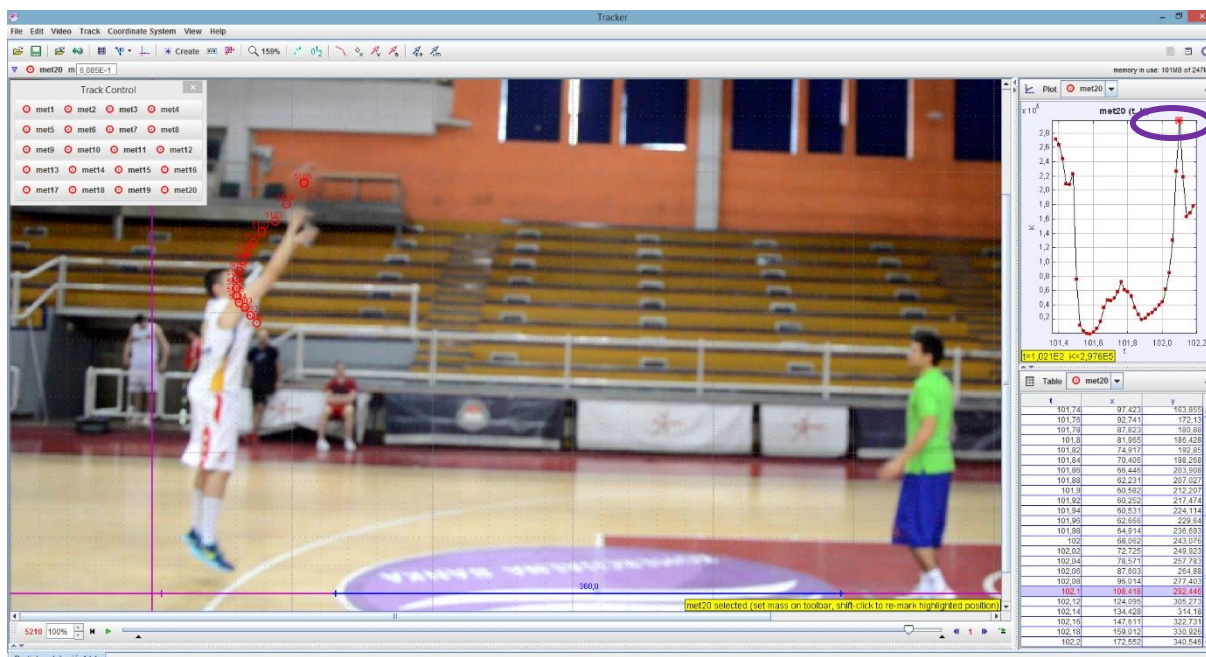
Na Sliki 31, Sliki 32 in Sliki 33 je prikazana aplikacija Tracker (© Douglas Brown), v kateri je v največjem delovnem oknu prikazan videoposnetek oziroma ena slika (*frame*) videoposnetka. V desnem, manjšem, zgornjem delovnem oknu je prikazan graf kinetične energije. V desnem, manjšem, spodnjem delovnem oknu pa preglednica s podatki. S pomočjo grafa kinetične energije smo določili (1.) točko sprejema žoge oziroma sprejemno višino (SV) (Slika 31) – poudarjena rdeča točka znotraj zelene elipse, ki prikazuje točko trka žoge z dlanjo, (2.) točko minimalne višine (MV) (Slika 32) – poudarjena rdeča točka znotraj modre elipse, ki prikazuje najnižjo točko med sprejemno in izmetno višino, in (3.) točko izmetne višine (IV) (Slika 33) – poudarjena rdeča točka znotraj vijolične elipse, ki prikazuje trenutek izmeta, trenutek, ko žoga ni več v stiku z dlanjo. Hkrati z določitvijo točke na grafu se je obarvala vrstica v preglednici (Slika 31, Slika 32 in Slika 33), iz katere smo odčitali podatek in ga prepisali v Excel datoteko, kjer so shranjeni vsi podatki iz analize.



Slika 31: Določanje kinematičnega parametra SV (sprejemne višine)



Slika 32: Določanje kinematičnega parametra MV (minimalne višine)



Slika 33: Določanje kinematičnega parametra IV (izmetne višine)

**Korak 7:** shranjevanje Tracker (© Douglas Brown) datotek. Tracker (© Douglas Brown) shranjuje stanje posameznih zavihkov (videoizrezek, koordinatni sistem, sledi in poglede) v datoteke tracker s podaljškom »trk« (.trk). Podatke shranimo s klikom *Save the current tab in file* (shrani trenutni zavihek v datoteko).

## 2.5 Metode obdelave

Statistična analiza je bila opravljena z računalniškim programskim paketom SPSS 21 (© IBM) za operacijski sistem Windows 7 (© Microsoft).

Del kinematičnih parametrov smo pridobili v prvi, del pa v drugi seriji metov na koš. Prav zaradi tega so rezultati v tabelah ločeni po serijah, vendar serije niso posebej označene, saj menimo, da bi to najverjetneje bralca zmedlo. Nekaj kinematičnih parametrov (sprejemna višina, minimalna višina in izmetna višina) je pridobljenih v prvi in drugi seriji metov. Ne glede na to so ti podatki prav tako prikazani ločeno po serijah.

Za testiranje hipotez H1, H2 in H3 smo uporabili Levenov test, kjer smo testirali razlike v razpršenosti oziroma variancah. Če je Levenov test značilen – verjetnost  $p \leq 0,05$ , potem  $H_0$  zavrnamo, ker so variance v statistično značilno različne. Če Levenov test ni značilen – verjetnost  $p > 0,05$ , potem lahko trdimo, da so variance enake in da vzorci prihajajo iz ene populacije. Rezultat Levenovega testa zapišemo kot  $F(df1, df2) = \text{vrednost, sig., pri čemer sta } df1 \text{ in } df2 \text{ stopnje prostosti}$  (Field, 2009).

Pri testiranju hipotez H4, H5 in H6 smo podatke rangirali, jih prikazali v ranžirni vrsti naraščajoče in prešteli oziroma izračunali, koliko metov je bilo izvedenih znotraj vnaprej določenega intervala in koliko izven njega. Mejo večine smo določili pri 50 %. Meja 51 % nam je že predstavljala večino.

Za testiranje H7, H8, H9, H10, H11, H15, H16, H17, H18, H19, H20, H21, H22, H23, H24, H25 smo uporabili Pearsonov korelacijski koeficient. Pozitivne vrednosti pomenijo, da se z večanjem  $x$  kaže težnja zviševanja  $y$ , pri negativnih vrednostih pa vrednosti pomenijo, da se z manjšanjem  $x$  kaže težnja zniževanja  $y$ . Predznak kaže smer povezanosti, vrednosti pa višino oziroma jakost povezanosti med spremenljivkama, ki do  $-/+ 0,2$  pomeni neznatno, do  $-/+ 0,4$  nizko, do  $-/+ 0,7$  zmerno oziroma srednjo, do  $-/+ 0,9$  visoko in do  $-/+ 1$  zelo visoko negativno ali pozitivno povezanost (Field, 2009). Preden izvedemo Pearsonov test povezanosti, moramo zadostiti predpostavkam, ki jih zahteva statistični test – (1.) imeti moramo vsaj intervalno raven spremenljivk ali racionalno raven spremenljivk. Obe ravni sta združeni pod kategorijo številske spremenljivke; (2.) med spremenljivkama mora obstajati linearna povezanost, kar smo preverili z razsevnim grafikonom; (3.) spremenljivki morata biti porazdeljeni simetrično in unimodalno, kar smo preverili s histogramom.

Za testiranje H12, H13, H14 in H17 smo uporabili Spearmanov korelacijski koeficient, ker je bila kršena predpostavka o normalnosti porazdelitve spremenljivke dosežna višina, kar lahko vidimo v Tabeli 20 in Tabeli 21 v poglavju Priloge. Pri uporabi Spearmanovega korelacijskega koeficienta smo podatke najprej rangirali, nato pa rangirane podatke vstavili v Pearsonovo enačbo in izračunali povezanost med temi rangi (Field, 2009). Nahaja se v intervalu  $[-1; +1]$ . Pozitivne vrednosti pomenijo, da se z večanjem  $X$  kaže težnja zviševanja  $Y$ , pri negativnih vrednostih pa vrednosti pomenijo, da se z manjšanjem  $X$  kaže težnja zniževanja  $Y$ . Predznak kaže smer povezanosti, vrednosti pa višino oziroma jakost povezanosti med spremenljivkama, ki do  $-/+ 0,2$  pomeni neznatno, do  $-/+ 0,4$  nizko, do  $-/+ 0,7$  zmerno oziroma srednjo, do  $-/+ 0,9$  visoko in do  $-/+ 1$  zelo visoko negativno ali pozitivno povezanost.

## 2.6 Vzorec spremenljivk

Tabela 2: Vzorec spremenljivk

Spremenljivka	Opis spremenljivke	Enota
ID	Zaporedna št. igralca	Število
IME IN PRIIMEK	Ime in priimek	Ime in priimek
KLUB	Klub, za katerega igralec nastopa	Ime kluba
LETNIK	Leto rojstva	Leto rojstva
IGM	Igralno mesto	1 – branilec, 2 – krilo, 3 – center
REP	Ali nastopa za reprezentanco	Da – 1, ne – 2
STAŽ	Koliko let trenira košarko	Število let
ATT	Telesna teža	Centimetri (cm)
ATV	Telesna višina	Centimetri (cm)
ADV	Dosežna višina	Centimetri (cm)
AŠD	Širina dlani	Centimetri (cm)
ADD	Dolžina dlani	Centimetri (cm)
ZAD	Zadeti meti	Število zadetih metov
IČ	Izmetni čas	Sekunda (s)
VK	Vpadni kot	Stopinje (°)
SV	Sprejemna višina	Centimetri (cm)
MV	Minimalna višina	Centimetri (cm)
IV	Izmetna višina	Centimetri (cm)
RŽ	Rotacija žoge	Obrati na minuto



### 3 REZULTATI

#### 3.1 Hipoteze H1, H2 in H3

Najprej smo želeli preveriti hipoteze H1, H2 in H3. V ta namen smo s pomočjo opisne statistike preverili konsistentnost za spremenljivke izmetni čas, rotacija žoge in vpadni kot (Tabela 4, Tabela 5 in Tabela 6).

Tabela 3: *Hipoteze H1, H2 in H3*

---

<b>H1</b>	Branilci imajo pri večini metov bolj konsistenten parameter vpadnega kota kot krilni igralci in centri.
<b>H2</b>	Branilci imajo pri večini metov bolj konsistenten parameter rotacije žoge kot krilni igralci in centri.
<b>H3</b>	Branilci imajo pri večini metov bolj konsistenten parameter izmetnega časa kot krilni igralci in centri.

---

Tabela 4: Opisna statistika za spremenljivke izmetni čas, rotacija žoge in vpadni kot za branilce

IGM branilec		Vrednost statistike		
IČ	M		0,760	
	95 % int. zaup. M	Sp. m.	0,702	
		Zg. m.	0,818	
	5 % obr. M		0,763	
	$\sigma^2$		0,008	
	s		0,091	
	Min.		0,595	
	Max.		0,881	
	RŽ	M		100,941
		95 % int. zaup. M	Sp. m.	84,268
Zg. m.			117,615	
5 % obr. M			101,1623	
$\sigma^2$			688,658	
s			26,242	
Min			51,85	
Max			146,05	
VK	M		41,495	
	95 % int. zaup. M	Sp. m.	39,488	
		Zg. m.	43,503	
	5 % obr. M		41,637	
	$\sigma^2$		9,979	
	s		3,159	
	Min		35	
	Max		45,45	

*Legenda:* IGM – igralno mesto; IČ – izmetni čas; RŽ – rotacija žoge; VK – vpadni kot; M – aritmetična sredina ali povprečje; 95 % int. zaup. M – 95 % interval zaupanja za aritmetično sredino ali povprečje; 5 % obr. M – 5 % obrezana (trimmed) aritmetična sredina ali povprečje;  $\sigma^2$  – varianca; s – standardni odklon, Min. – minimum; Max. – maksimum; Sp. m. – spodnja meja; Zg. m. – zgornja meja.

Tabela 5: Opisna statistika za spremenljivke izmetni čas, rotacija žoge in vpadni kot za krila in centre skupaj

IGM drugo		Vrednost statistike		
IČ	M		0,828	
	95 % int. zaup. M	Sp. m.	0,766	
		Zg. m.	0,89	
	5 % obr. M		0,828	
	$\sigma^2$		0,016	
	s		0,128	
	Min.		0,56	
	Max.		1,096	
	RŽ	M		118,057
		95 % int. zaup. M	Sp. m.	105,346
Zg. m.			130,769	
5 % obr. M			117,769	
$\sigma^2$			695,539	
s			26,373	
Min			71,1	
Max		170,2		
VK	M		41,663	
	95 % int. zaup. M	Sp. m.	40,232	
		Zg. m.	43,093	
	5 % obr. M		41,592	
	$\sigma^2$		8,809	
	s		2,968	
	Min		37,35	
Max		47,25		

*Legenda:* IGM – igralno mesto; IČ – izmetni čas; RŽ – rotacija žoge; VK – vpadni kot; M – aritmetična sredina ali povprečje; 95 % int. zaup. M – 95 % interval zaupanja za aritmetično sredino ali povprečje; 5 % obr. M – 5 % obrezana (trimmed) aritmetična sredina ali povprečje;  $\sigma^2$  – varianca; s – standardni odklon, Min. – minimum; Max. – maksimum; Sp. m. – spodnja meja; Zg. m. – zgornja meja.

V Tabeli 4 in Tabeli 5 je prikazana opisna statistika za spremenljivke izmetni čas, rotacija žoge in vpadni kot za branilce ter krila in centre skupaj. Iz tabel lahko vidimo:

- da imajo branilci povprečen izmetni čas 0,76 sekunde; najhitrejši izmetni čas 0,60 sekunde, najpočasnejši 0,88 sekunde; standardni odklon za izmetni čas, ki definira razpršenost spremenljivke, 0,09 sekunde, ter da imajo krila in centri skupaj povprečen izmetni čas 0,83 sekunde; najhitrejši izmetni čas 0,56 sekunde, najpočasnejši pa 1,1 sekunde; standardni odklon za izmetni čas, ki definira razpršenost spremenljivke, 0,13 sekunde (branilci imajo v povprečju manjši razpon rezultatov, manjši standardni odklon in manjšo varianco kot krila in centri, kar bi lahko kazalo na to, da so branilci bolj homogena skupina kar se tiče izmetnega časa);
- da imajo branilci povprečno rotacijo žoge 100,94 obrata na minuto; najhitrejšo rotacijo žoge 146,05 obrata na minuto, najpočasnejšo 81,85 obrata na minuto;

standardni odklon za rotacijo žoge, ki definira razpršenost spremenljivke, 26,24 obrata na minuto, ter da imajo krila in centri skupaj povprečno rotacijo žoge 118,06 obrata na minuto; najhitrejšo rotacijo žoge 170,2, najpočasnejšo 71,1 obrata na minuto; standardni odklon za rotacijo žoge, ki definira razpršenost spremenljivke, 26,37 obrata na minuto;

- da imajo branilci povprečni vpadni kot  $41,50^\circ$ ; največji vpadni kot  $45,45^\circ$ , najmanjši  $35^\circ$ ; standardni odklon za vpadni kot, ki definira razpršenost spremenljivke,  $3,16^\circ$ , ter da imajo krila in centri skupaj povprečni vpadni kot  $41,66^\circ$ ; največji vpadni kot  $47,25^\circ$ , najmanjši  $37,35^\circ$ ; standardni odklon za vpadni kot, ki definira razpršenost spremenljivke,  $2,97^\circ$ .

V Tabeli 6 je prikazana testna statistika Levenovega testa za izmetni čas  $F = 0,868$  (sig. = 0,356), za rotacijo žoge  $F = 1,601$  (sig. = 0,212) in za vpadni kot  $F = 0,369$  (sig. = 0,546). Na podlagi rezultatov Levenovega testa lahko zato s 5 % tveganjem **zavrremo hipoteze H1, H2 in H3.**

Tabela 6: *Testna statistika Levenovega testa za hipoteze H1, H2 in H3*

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
IČ	Equal variances assumed	,868	,356
	Equal variances not assumed		
RŽ	Equal variances assumed	1,601	,212
	Equal variances not assumed		
VK	Equal variances assumed	,369	,546
	Equal variances not assumed		

Legenda: IČ – izmetni čas; RŽ – rotacija žoge; VK – vpadni kot.

### 3.2 Hipoteze H4, H5 in H6

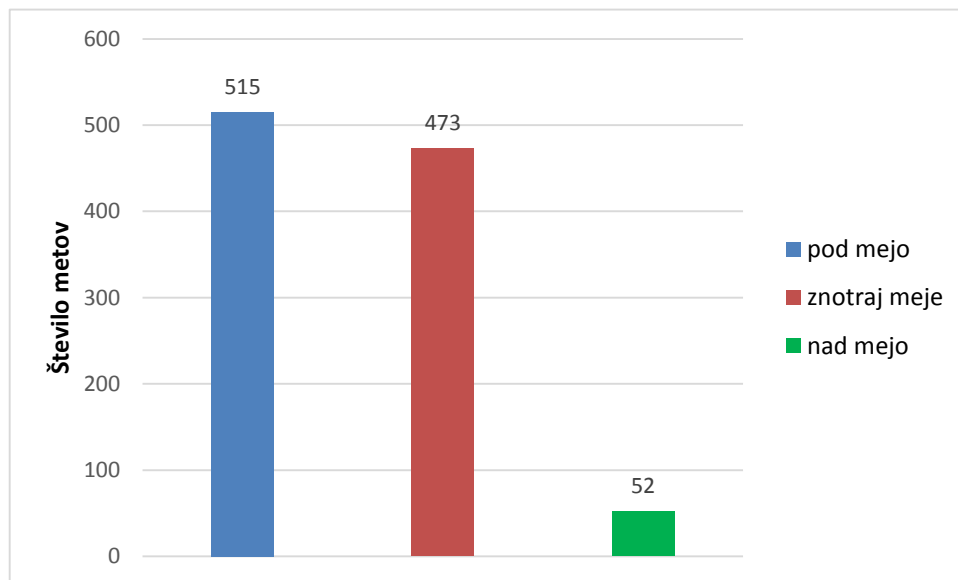
V nadaljevanju smo testirali hipoteze H4, H5 in H6, ki se nanašajo na intervale vpadnega kota, rotacije žoge in izmetnega časa.

Tabela 7: *Hipoteze H4, H5 in H6*

<b>H4</b>	Večina metov je izvedena pri vpadnem kotu v intervalu med $42^\circ$ in $47^\circ$ .
<b>H5</b>	Večina metov je izvedena z rotacijo žoge v intervalu med 130 in 150 obrati na minuto.
<b>H6</b>	Večina metov je izvedena z izmetnim časom v intervalu med 0,65 in 0,85 sekunde.

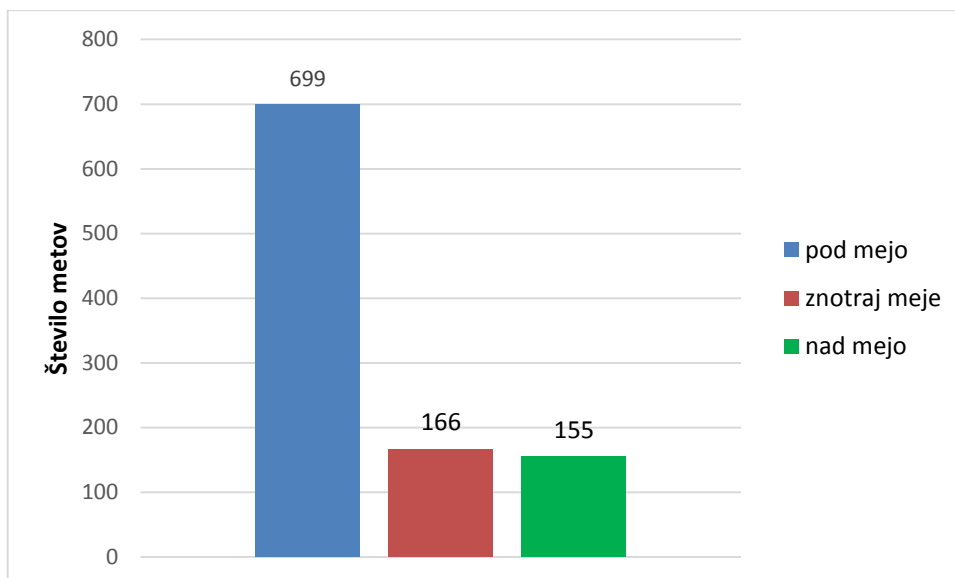
Na Sliki 34 so prikazani podatki o številu izvedenih metov pri vnaprej določenem intervalu vpadnega kota med  $42^\circ$  in  $47^\circ$  ter številu metov pod in nad to mejo. V

analizo je bilo vzetih 1040 košarkarskih metov. Vidimo, da je bilo znotraj vnaprej določene meje izvedenih 473 (45,48 %) metov, pod mejo 515 (49,52 %) metov in nad mejo 52 (5 %) metov. Ker je bilo 52 (5 %) metov izvedenih pod večjim vpadnim kotom, lahko ugotovimo, da je nekaj več kot polovica vseh metov vrženih pod vpadnim kotom, večjim od  $42^\circ$ . Na podlagi tega lahko trdimo, da večina metov ni bila izvedena znotraj predvidene vnaprej določene meje, zato **hipotezo H4 zavračamo**.

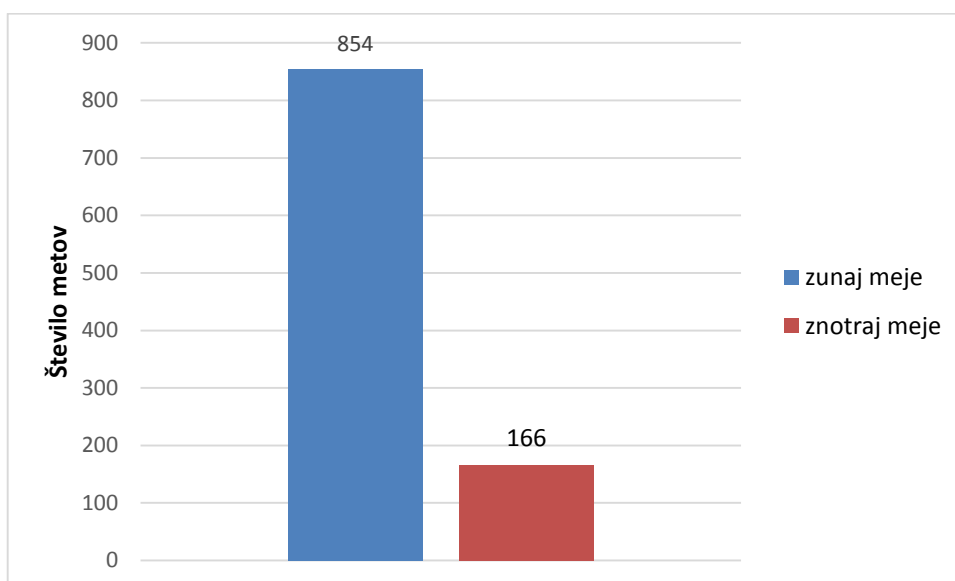


*Slika 34:* Število izvedenih metov pri vnaprej določenem intervalu vpadnega kota. Znotraj meje med  $42^\circ$  in  $47^\circ$  (srednji – rdeč stolpec), pod mejo (levi – moder stolpec) in nad mejo (desni – zelen stolpec)

Podatki za hipotezo H5 so prikazani na Sliki 35 in Sliki 36, kjer so prikazani podatki o številu izvedenih metov pri vnaprej določenem intervalu rotacije žoge med 130 in 150 obrati na minuto ter število metov pod in nad to mejo. V analizo je bilo vključenih 1020 košarkarskih metov. Vidimo, da je bilo znotraj vnaprej določene meje izvedenih 166 (16,27 %) metov, pod mejo 699 (68,53 %) metov in nad mejo 155 (15,20 %) metov. Na Sliki 37 vidimo, da je bilo zunaj te meje izvedenih skupno 854 (83,73 %) metov, znotraj meje pa 166 (16,27 %) metov. Na podlagi tega lahko trdimo, da je bila večina metov izvedena zunaj predvidene vnaprej določene meje, zato **hipotezo H5 zavračamo**.

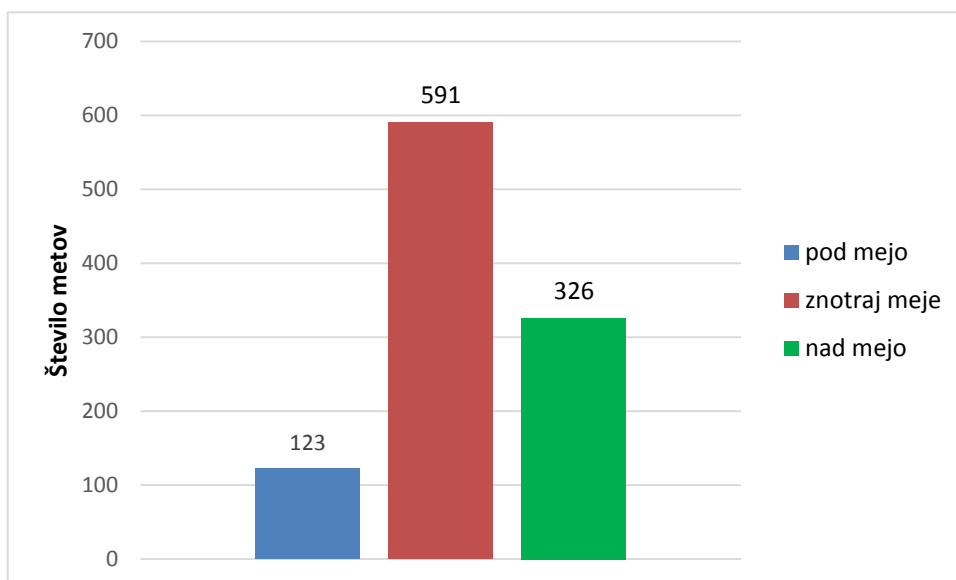


Slika 35: Število izvedenih metov pri vnaprej določenem intervalu rotacije žoge. Znotraj meje med 130 in 150 obrati na minuto (srednji – rdeč stolpec), pod mejo (levi – moder stolpec) in nad mejo (desni – zelen stolpec)

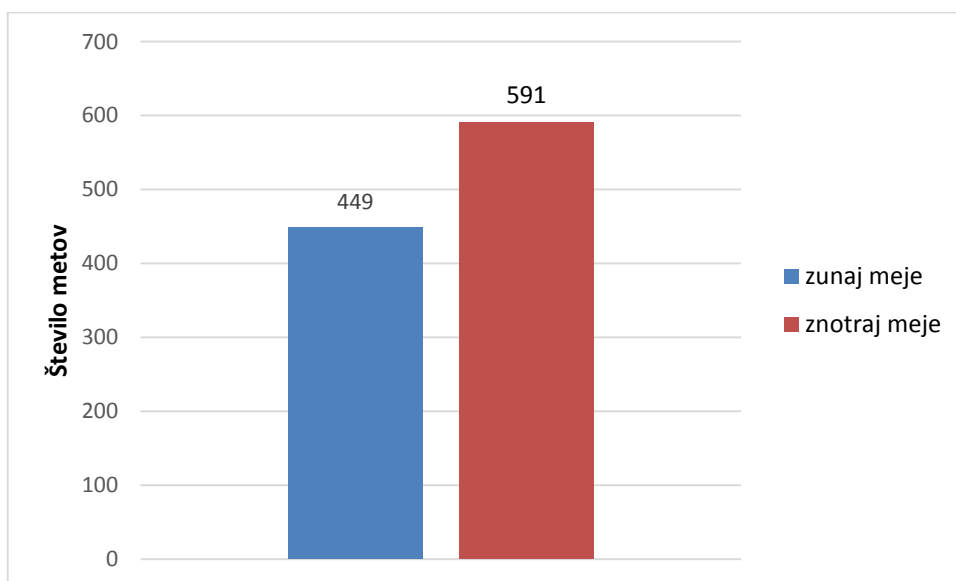


Slika 36: Število izvedenih metov pri vnaprej določenem intervalu rotacije žoge. Znotraj meje med 130 in 150 obrati na minuto (desni – rdeč stolpec) in zunaj meje (levi – moder stolpec)

Podatki za hipotezo H6 so prikazani na Sliki 37 in Sliki 38, kjer so prikazani podatki o številu izvedenih metov pri vnaprej določenem intervalu izmetnega časa med 0,65 in 0,85 sekunde ter število metov pod in nad to mejo. V analizo je bilo vključenih 1040 košarkarskih metov. Vidimo, da je bilo znotraj vnaprej določene meje izvedenih 591 (56,83 %) metov, pod mejo 123 (11,83 %) metov in nad mejo 326 (31,35 %) metov. Na podlagi tega lahko trdimo, da je bila večina metov izvedena znotraj predvidene vnaprej določene meje, zato **hipotezo H6 potrjujemo**.



Slika 37: Število izvedenih metov pri vnaprej določenem intervalu vpadnega kota, znotraj meje med 0,65 in 0,85 sekunde. Znotraj meje (srednji – rdeč stolpec), pod mejo (levi – moder stolpec) in nad mejo (desni – zelen stolpec)



Slika 38: Število izvedenih metov pri vnaprej določenem intervalu izmetnega časa. Znotraj meje (desni – rdeč stolpec) in zunaj meje (levi – moder stolpec)

### 3.3 Hipoteze H15, H16 in H17

V nadaljevanju smo želeli preveriti hipoteze H15, H16 in H17 oziroma povezanost med izbranimi kinematičnimi parametri in številom zadetih metov (uspešnostjo metov).

Tabela 8: Hipoteze H15, H16 in H17

<b>H15</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med izmetnim časom in številom zadetih metov.
<b>H16</b>	Obstaja statistično značilna negativna povezanost med izmetno višino in številom zadetih metov.
<b>H17</b>	Obstaja statistično značilna negativna povezanost med dosežno višino in številom zadetih metov.

Tabela 9: Povezanost s Pearsonovim korelacijskim koeficientom za hipoteze H15, H16 in H17

		Zgrešeni meti	Čisti zadetki	Zadetki z odbojem	Vsi zadetki	IČ	IV
Zgrešeni meti	Pearson Correlation	1	-,953**	-,287	-,1000**	,106	,118
	Sig. (2-tailed)		,000	,138	,000	,453	,501
	N	52	51	28	52	52	35
Čisti zadetki	Pearson Correlation	-,953**	1	,011	,953**	-,151	-,126
	Sig. (2-tailed)	,000		,957	,000	,291	,479
	N	51	51	28	51	51	34
Zadetki z odbojem	Pearson Correlation	-,287	,011	1	,287	-,114	-,048
	Sig. (2-tailed)	,138	,957		,138	,564	,866
	N	28	28	28	28	28	15
Vsi zadetki	Pearson Correlation	-,1000**	,953**	,287	1	-,106	-,118
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,138		,453	,501
	N	52	51	28	52	52	35
IČ	Pearson Correlation	,106	-,151	-,114	-,106	1	,195
	Sig. (2-tailed)	,453	,291	,564	,453		,262
	N	52	51	28	52	52	35
IV	Pearson Correlation	,118	-,126	-,048	-,118	,195	1
	Sig. (2-tailed)	,501	,479	,866	,501	,262	
	N	35	34	15	35	35	35

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*Legenda:* Zgrešeni meti – zgrešeni meti; Čisti zadetki – čisti zadetki; Zadetki z odbojem – zadetki z odbojem; Vsi zadetki – vsi zadetki; IČ – izmetni čas; IV – izmetna višina; Pearson Correlation – Pearsonov korelacijski koeficient; Sig. – statistična značilnost; N – število enot, vzetih v analizo.

V Tabeli 9 lahko vidimo, da je izmetni čas negativno povezan ( $r = -0,151$ ; sig. = 0,291) s čistimi zadetki, negativno povezan ( $r = -0,114$ ; sig. = 0,564) z zadetki z odboji in negativno povezan ( $r = -0,106$ ; sig. = 0,453) z vsemi zadetki, vendar so povezave statistično neznačilne, ker je sig (0,291; 0,564 in 0,453) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem **H15 zavrnamo**.

V Tabeli 9 vidimo, da je izmetna višina negativno povezana ( $r = -0,126$ ; sig. = 0,479) s čistimi zadetki, negativno povezana ( $r = -0,048$ ; sig. = 0,866) z zadetki z odboji in negativno povezana ( $r = -0,118$ ; sig. = 0,501) z vsemi zadetki, vendar so povezave



statistično neznačilne, ker je sig. (0,479; 0,866 in 0,501) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5% tveganjem **H16 zavrnemo**.

Tabela 10: Povezanost s Spearmanovim korelacijskim koeficientom za hipoteze H15, H16 in H17

		Zgrešeni meti	Čisti zadetki	Zadetki z odbojem	Vsi zadetki	DV
Zgrešeni meti	Correlation Coefficient	1,000	-,953**	-,362	-,1000**	-,044
	Sig. (2-tailed)	.	,000	,058	.	,756
	N	52	51	28	52	52
Čisti zadetki	Correlation Coefficient	-,953**	1,000	,072	,953**	,036
	Sig. (2-tailed)	,000	.	,716	,000	,804
	N	51	51	28	51	51
Zadetki z odbojem	Correlation Coefficient	-,362	,072	1,000	,362	,167
	Sig. (2-tailed)	,058	,716	.	,058	,395
	N	28	28	28	28	28
Vsi zadetki	Correlation Coefficient	-,1000**	,953**	,362	1,000	,044
	Sig. (2-tailed)	.	,000	,058	.	,756
	N	52	51	28	52	52
DV	Correlation Coefficient	-,044	,036	,167	,044	1,000
	Sig. (2-tailed)	,756	,804	,395	,756	.
	N	52	51	28	52	52

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

*Legenda:* Zgrešeni meti – zgrešeni meti; Čisti zadetki – čisti zadetki; Zadetki z odbojem – zadetki z odbojem; Vsi zadetki – vsi zadetki; DV – dosežna višina; Correlation Coefficient – Spearmanov korelacijski koeficient; Sig. – statistična značilnost; N – število enot, vzetih v analizo.

V Tabeli 10 vidimo, da je dosežna višina pozitivno povezana ( $r = 0,036$ ; sig. = 0,804) s čistimi zadetki, pozitivno povezana ( $r = 0,167$ ; sig. = 0,395) z zadetki z odbojem in pozitivno povezana ( $r = 0,044$ ; sig. = 0,756) z vsemi zadetki, vendar so povezave statistično neznačilne, ker je sig. (0,804; 0,395 in 0,756) > alpha (0,05). Na podlagi statistične analize lahko s 5 % tveganjem **H17 zavrnemo**.

### 3.4 Hipoteze H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13, H14, H18 H19, H23, H24 in H25

S hipotezami od H7 do H14 smo preverjali povezanost med izbranimi antropometričnimi spremenljivkami (merami) in kinematičnimi parametri.

Tabela 11: *Hipoteze H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13 in H14*

---

<b>H7</b>	Obstaja statistično značilna negativna povezanost med dolžino dlani in rotacijo žoge.
<b>H8</b>	Obstaja statistično značilna negativna povezanost med širino dlani in rotacijo žoge.
<b>H9</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med telesno višino in vpadnim kotom.
<b>H10</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med telesno višino in izmetnim časom.
<b>H11</b>	Obstaja statistično značilna negativna povezanost med telesno višino in rotacijo žoge.
<b>H12</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med dosežno višino in vpadnim kotom.
<b>H13</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med dosežno višino in izmetnim časom.
<b>H14</b>	Obstaja statistično značilna negativna povezanost med dosežno višino in rotacijo žoge.

---

S hipotezami H18, H19, H23, H24 in H25 smo želeli preveriti povezanost med sprejemno, minimalno in izmetno višino žoge pri metu na koš in izbranimi kinematičnimi parametri.

Tabela 12: *Hipoteze H18, H19, H23, H24 in H25*

---

<b>H18</b>	Obstaja statistično značilna negativna povezanost med sprejemno višino in izmetnim časom.
<b>H19</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med minimalno višino žoge in izmetnim časom.
<b>H23</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med izmetno višino in vpadnim kotom.
<b>H24</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med izmetno višino in izmetnim časom.
<b>H25</b>	Obstaja statistično značilna negativna povezanost med izmetno višino in rotacijo žoge.

---

Tabela 13: Povezanost s Pearsonovim korelacijskim koeficientom za hipoteze H7, H8, H9, H10, H12, H13, H14, H18, H19, H23, H24 in H25

		ATV	AŠD	ADD	IČ	IV	IV	MV	MV	RŽ	SV	SV	VK
ATV	Pearson Correlation	1	,463**	,739**	,303'	,701**	,699**	,385'	,423'	-,077	,430**	,303	-,240
	Sig. (2-tailed)		,001	,000	,029	,000	,000	,022	,016	,593	,010	,092	,086
	N	52	52	52	52	35	32	35	32	50	35	32	52
AŠD	Pearson Correlation	,463**	1	,523**	,200	,497**	,549**	-,013	-,037	,007	,077	,012	-,330'
	Sig. (2-tailed)	,001		,000	,155	,002	,001	,942	,839	,959	,661	,950	,017
	N	52	52	52	52	35	32	35	32	50	35	32	52
ADD	Pearson Correlation	,739**	,523**	1	,254	,540**	,559**	,137	,138	-,077	,280	,222	-,230
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,069	,001	,001	,432	,450	,595	,103	,223	,101
	N	52	52	52	52	35	32	35	32	50	35	32	52
IČ	Pearson Correlation	,303'	,200	,254	1	,195	,168	-,200	-,097	-,022	,328	,317	-,023
	Sig. (2-tailed)	,029	,155	,069		,262	,359	,250	,597	,881	,055	,077	,871
	N	52	52	52	52	35	32	35	32	50	35	32	52
IV	Pearson Correlation	,701**	,497**	,540**	,195	1	,978**	,347'	,428'	-,003	,513**	,430'	-,127
	Sig. (2-tailed)	,000	,002	,001	,262		,000	,041	,014	,987	,002	,014	,469
	N	35	35	35	35	35	32	35	32	34	35	32	35
IV	Pearson Correlation	,699**	,549**	,559**	,168	,978**	1	,389'	,410'	,043	,485**	,404'	-,181
	Sig. (2-tailed)	,000	,001	,001	,359	,000		,028	,020	,817	,005	,022	,321
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	31	32	32	32
MV	Pearson Correlation	,385'	-,013	,137	-,200	,347'	,389'	1	,973**	-,101	,519**	,421'	,305
	Sig. (2-tailed)	,022	,942	,432	,250	,041	,028		,000	,570	,001	,016	,075
	N	35	35	35	35	35	32	35	32	34	35	32	35
MV	Pearson Correlation	,423'	-,037	,138	-,097	,428'	,410'	,973**	1	-,057	,534**	,423'	,261
	Sig. (2-tailed)	,016	,839	,450	,597	,014	,020	,000		,762	,002	,016	,148
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	31	32	32	32
RŽ	Pearson Correlation	-,077	,007	-,077	-,022	-,003	,043	-,101	-,057	1	,154	,193	,275
	Sig. (2-tailed)	,593	,959	,595	,881	,987	,817	,570	,762		,386	,298	,053
	N	50	50	50	50	34	31	34	31	50	34	31	50
SV	Pearson Correlation	,430**	,077	,280	,328	,513**	,485**	,519**	,534**	,154	1	,913**	,289
	Sig. (2-tailed)	,010	,661	,103	,055	,002	,005	,001	,002	,386		,000	,092
	N	35	35	35	35	35	32	35	32	34	35	32	35
SV	Pearson Correlation	,303	,012	,222	,317	,430'	,404'	,421'	,423'	,193	,913**	1	,221
	Sig. (2-tailed)	,092	,950	,223	,077	,014	,022	,016	,016	,298	,000		,225
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	31	32	32	32
VK	Pearson Correlation	-,240	-,330'	-,230	-,023	-,127	-,181	,305	,261	,275	,289	,221	1
	Sig. (2-tailed)	,086	,017	,101	,871	,469	,321	,075	,148	,053	,092	,225	
	N	52	52	52	52	35	32	35	32	50	35	32	52

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Legenda: ATV – telesna višina; AŠD – širina dlani; ADD – dolžina dlani; IČ – izmetni čas; IV – izmetna višina; MV – minimalna višina; RŽ – rotacija žoge; SV – sprejemna višina; VK – vpadni kot; Pearson Correlation – Pearsonov korelacijski koeficient; Sig. – statistična značilnost; N – število enot, vzetih v analizo.

V Tabeli 13 vidimo, da je:

- dolžina dlani negativno povezana ( $r = -0,077$ ;  $\text{sig} = 0,595$ ) s spremenljivko rotacija žoge, vendar je ta povezava statistično neznačilna, ker je  $\text{sig.} (0,595) > \alpha (0,05)$ . Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkama ne obstaja statistično značilna povezava. **H7 zavrnamo;**

- spremenljivka širina dlani pozitivno povezana ( $r = 0,007$ ; sig. = 0,959) s spremenljivko rotacija žoge, vendar je ta povezava statistično neznačilna, saj je sig. (0,959) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkama ne obstaja statistično značilna povezava. **H8 zavrnamo**;
- spremenljivka telesa višina negativno povezana ( $r = -0,240$ ; sig. = 0,086) s spremenljivko vpadni kot. Čeprav je povezanost na meji statistične značilnosti, (sig. = 0,086), lahko na podlagi testne statistike s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkama ne obstaja statistično značilna povezava. **H9 zavrnamo**;
- spremenljivka telesna višina pozitivno povezana ( $r = 0,303$ ; sig. = 0,029) s spremenljivko izmetni čas. Med spremenljivkama obstaja pozitivna statistično značilna povezava, saj je sig. (0,029) < alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem **H10 potrdimo**;
- spremenljivka telesna višina negativno povezana ( $r = -0,077$ ; sig. = 0,593) s spremenljivko rotacija žoge, vendar je ta povezava statistično neznačilna, saj je sig. (0,593) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkama ne obstaja statistično značilna povezava. **H11 zavrnamo**;
- spremenljivka sprejemna višina pozitivno povezana ( $r = 0,328$ ; sig. = 0,055) s spremenljivko izmetni čas in da je spremenljivka sprejemna višina pozitivno povezana ( $r = 0,317$ ; sig. = 0,077) s spremenljivko izmetna višina. V obeh primerih sta povezavi statistično neznačilni, saj sta sig. (0,055) in sig. (0,077) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkami ne obstaja statistično značilna povezava. **H18 zavrnamo**. Izračunani statistični značilnosti (sig. = 0,055 in sig. = 0,077) sta blizu kritične meje (alpha = 0,05), kar lahko na večjem ali drugem vzorcu privede do izračunane statistične značilnosti;
- spremenljivka minimalna višina žoge negativno povezana ( $r = -0,200$ ; sig. = 0,250) s spremenljivko izmetni čas in da je spremenljivka minimalna višina žoge negativno povezana ( $r = -0,097$ ; sig. = 0,597) s spremenljivko izmetni čas. V obeh primerih sta povezavi statistično neznačilni, saj sta sig. (0,250) in sig. (0,597) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkami ne obstaja statistično značilna povezava. **H19 zavrnamo**;
- spremenljivka izmetna višina negativno povezana ( $r = -0,127$ ; sig. = 0,469) s spremenljivko vpadni kot in da je izmetna višina negativno povezana ( $r = -0,181$ ; sig. = 0,321) s spremenljivko vpadni kot. V obeh primerih sta povezavi statistično neznačilni, saj sta sig. (0,469) in sig. (0,321) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkami ne ostaja statistično značilna povezava. **H23 zavrnamo**;

- spremenljivka izmetna višina pozitivno povezana ( $r = 0,195$ ; sig. = 0,262) s spremenljivko izmetni čas in da je spremenljivka izmetna višina pozitivno povezana ( $r = 0,168$ ; sig. = 0,359) s spremenljivko izmetni čas. V obeh primerih sta povezavi statistično neznačilni, saj sta sig. (0,262) in sig. (0,359)  $>$  alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkami ne ostaja statistično značilna povezava. **H24 zavrremo**;
- spremenljivka izmetna višina negativno povezana ( $r = -0,003$ ; sig. = 0,987) s spremenljivko rotacija žoge in da je spremenljivka izmetna višina pozitivno povezana ( $r = 0,043$ ; sig. = 0,817) s spremenljivko rotacija žoge. V obeh primerih sta povezavi statistično neznačilni, saj sta sig. (0,987) in sig. (0,817)  $>$  alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkami ne obstaja statistično značilna povezava. **H25 zavrremo**.

Tabela 14: Povezanost s Spearmanov korelacijskim koeficientom za hipoteze H12, H13 in H14

		ADV	IČ	RŽ	VK
ADV	Correlation Coefficient	1,000	,277*	-,039	-,201
	Sig. (2-tailed)	.	,047	,790	,153
	N	52	52	50	52
IČ	Correlation Coefficient	,277*	1,000	,073	,021
	Sig. (2-tailed)	,047	.	,614	,883
	N	52	52	50	52
RŽ	Correlation Coefficient	-,039	,073	1,000	,132
	Sig. (2-tailed)	,790	,614	.	,361
	N	50	50	50	50
VK	Correlation Coefficient	-,201	,021	,132	1,000
	Sig. (2-tailed)	,153	,883	,361	.
	N	52	52	50	52

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

*Legenda:* ADV – dosežna višina; IČ – izmetni čas; RŽ – rotacija žoge; IV – izmetna višina; Correlation Coefficient – Spearmanov korelacijski koeficient; Sig. – statistična značilnost; N – število enot, vzetih v analizo.

V Tabeli 14 vidimo, da je:

- spremenljivka dosežna višina negativno povezana ( $r = -0,201$ ; sig. = 0,153) s spremenljivko vpadni kot, vendar je ta povezava statistično neznačilna, saj je sig. (0,153)  $>$  alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkama ne obstaja statistično značilna povezava. **H12 zavrremo**;
- spremenljivka dosežna višina pozitivno povezana ( $r = 0,277$ ; sig. = 0,047) s spremenljivko izmetni čas. Med spremenljivkama obstaja neznatna pozitivna statistično značilna povezava, saj je sig. (0,047)  $<$  alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem **H13 potrdimo**;
- spremenljivka dosežna višina negativno povezana ( $r = -0,039$ ; sig. = 0,790) s spremenljivko rotacija žoge, vendar je ta povezava statistično neznačilna, saj

je sig. (0,790) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkama ne obstaja statistično značilna povezava. **H14 zavrnamo.**

### 3.5 Hipoteze H20, H21 in H22

S hipotezami H20, H21 in H22 smo preverjali povezanost med razliko izmetne višine, minimalne višine in dosežne višine ter izmetnim časom.

Tabela 15: *Hipoteze H20, H21 in H22*

---

<b>H20</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med razliko izmetne višine in sprejemne višine ter med izmetnim časom.
<b>H21</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med razliko izmetne višine in minimalne višine ter izmetnim časom.
<b>H22</b>	Obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med razliko sprejemne višine in minimalne višine ter izmetnim časom.

---

Tabela 16: Povezanost s Pearsonovim korelacijskim koeficientom za hipoteze H20, H21 in H22

		IČ	Razlika IV-SV	Razlika IV-SV	Razlika IV-MV	Razlika IV-MV	Razlika SV-MV	Razlika SV-MV
IČ	Pearson Correlation	1	-0,016	-0,038	0,212	0,322	,366*	0,241
	Sig. (2-tailed)		0,926	0,834	0,245	0,059	0,03	0,184
Razlika IV-SV	N	52	35	32	32	35	35	32
	Pearson Correlation	-	1	,924**	,382*	,437**	-0,081	-0,182
Razlika IV-SV	Sig. (2-tailed)	0,926		0	0,031	0,009	0,643	0,319
	N	35	35	32	32	35	35	32
Razlika IV-SV	Pearson Correlation	0,038	,924**	1	0,343	0,334	-0,196	-0,268
	Sig. (2-tailed)	0,834	0		0,054	0,062	0,283	0,138
Razlika IV-MV	N	32	32	32	32	32	32	32
	Pearson Correlation	0,212	,382*	0,343	1	,963**	,823**	,813**
Razlika IV-MV	Sig. (2-tailed)	0,245	0,031	0,054		0	0	0
	N	32	32	32	32	32	32	32
Razlika IV-MV	Pearson Correlation	0,322	,437**	0,334	,963**	1	,861**	,781**
	Sig. (2-tailed)	0,059	0,009	0,062	0		0	0
Razlika SV-MV	N	35	35	32	32	35	35	32
	Pearson Correlation	,366*	-0,081	-0,196	,823**	,861**	1	,966**
Razlika SV-MV	Sig. (2-tailed)	0,03	0,643	0,283	0	0		0
	N	35	35	32	32	35	35	32
Razlika SV-MV	Pearson Correlation	0,241	-0,182	-0,268	,813**	,781**	,966**	1
	Sig. (2-tailed)	0,184	0,319	0,138	0	0	0	
	N	32	32	32	32	32	32	32

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Legenda:** IČ – izmetni čas; Razlika IV-SV – razlika med izmetno višino in sprejemno višino; Razlika IV-MV – razlika med izmetno višino in minimalno višino; Razlika SV-MV – razlika med sprejemno višino in minimalno višino; Pearson Correlation – Pearsonov korelacijski koeficient; Sig. – statistična značilnost; N – število enot, vzetih v analizo.

V Tabeli 16 vidimo, da je:

- spremenljivka izmetni čas v negativno povezana ( $r = -0,016$ ; sig. = 0,926) s spremenljivko razlika med izmetno višino in sprejemno višino in da je spremenljivka izmetni čas negativno povezana ( $r = -0,038$ ; sig. = 0,834) s spremenljivko razlika med izmetno višino in sprejemno višino. V obeh primerih sta povezavi statistično neznačilni, saj sta sig. (0,926) in sig. (0,834) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkami ne obstaja statistično značilna povezava. **H20 zavrnamo**;
- spremenljivka izmetni čas pozitivno povezana ( $r = 0,322$ ; sig. = 0,059) s spremenljivko razlika med izmetno višino in minimalno višino in da je spremenljivka izmetni čas pozitivno povezana ( $r = 0,212$ ; sig. = 0,245) s

spremenljivko razlika med izmetno višino in minimalno višino. V obeh primerih sta povezavi statistično neznačilni, saj sta sig. (0,059) in sig. (0,245) > alpha (0,05). Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkami ne obstaja statistično značilna povezava. **H21 zavrnamo.** Izračunana statistična značilnost (sig. = 0,059) je v prvem primeru blizu kritične meje (alpha = 0,05), kar lahko na večjem ali drugem vzorcu privede do izračunane statistične značilnosti;

- spremenljivka izmetni čas pozitivno povezana ( $r = 0,366$ ; sig. = 0,03) s spremenljivko razlika med sprejemno višino in minimalno višino. Na podlagi testne statistike lahko s 5 % tveganjem trdimo, da med spremenljivkama izmetni čas in razlika med sprejemno višino in minimalno višino obstaja statistično značilna pozitivna povezava, ker je sig. (0,03) < alpha (0,05). **H22 potrdimo.**



## **4 RAZPRAVA**

### **4.1 Hipoteze H1, H2 in H3**

Hipoteze H1, H2 in H3 se nanašajo na konsistentnost oziroma doslednost v kinematičnih parametrih pri metu na koš. Doslednost pri metu na koš pomeni izvesti met vedno na isti način. Vemo, da se tehnika meta in s tem kinematični parametri spreminjajo glede na oddaljenost od koša (Miller in Bartlet, 1993; Palubinskas, 2004; Podmenik, Supej in Erčulj, 2011) in glede na prisotnost obrambnega igralca (Rojas idr., 2000; Vučković, 2012). Doslednost v našem primeru pomeni, da je met izveden čim hitreje in vedno z enako hitrostjo, pod enakim vpadnim kotom in z isto rotacijo.

Na podlagi statistične analize smo ugotovili, da med branilci, krili in centri ne prihaja do statistično značilnih razlik pri kinematičnih parametrih doslednosti in da so branilci enako (ne)dosledni pri izvajanju meta na koš kot krilni igralci in centri skupaj, čeprav branilci na treningu in tekmah večkrat izvedejo met z večjih razdalj kot krilni igralci in centri. Te rezultate pripisujemo dejstvu, da smo testirali igralce, ki igrajo, glede na njihovo starostno kategorijo, na najvišji možni državni košarkarski ravni, igralce z veliko igralnega staža, kar posledično pomeni veliko košarkarskih treningov in izvedbo veliko ponovitev. Igralci z določenim številom ponovitev avtomatizirajo gibanje, kar posledično privede do usvojenega gibalnega motoričnega programa za izvedbo košarkarskega meta. V košarkarskem žargonu bi lahko rekli, da imajo že izdelan met. Prav zaradi tega mete izvajajo vedno (bolj ali manj) enako, ne glede na oddaljenost od koša in igralno mesto. Doslednost kinematičnih parametrov bi bilo mogoče bolje opazovati in primerjati med vrhunskimi izvajalci metov in povprečnimi izvajalci metov, med igralci z manj in več igralskimi izkušnjami in med različnimi starostnimi kategorijami.

### **4.2 Hipoteze H4, H5 in H6**

Pri hipotezah H4, H5 in H6 smo predvidevali, da bo večina metov zvedena pri vnaprej določenem intervalu vpadnega kota, pri vnaprej določenem intervalu rotacije žoge in pri vnaprej določenem intervalu izmetnega časa.

Večina metov v naši raziskavi je bila izvedena pod vpadnim kotom nad  $42^\circ$ . Vpadni kot je posledica izmetnega kota, ki se spreminja z oddaljenostjo od koša in z izmetno višino. Teoretično oziroma matematično naj bi optimalna krivulja leta žoge imela začetni kot približno  $60^\circ$  (Hamilton in Reinschmidt, 1997). V praksi je izmetni kot običajno večji pri metih z manjše razdalje ( $48^\circ$ – $55^\circ$ ) in manjši ( $44^\circ$ – $52^\circ$ ) pri metih z večje razdalje (Miller in Bartlett, 1993 in 1996; Rojas idr., 2000). Trdimo lahko, da

izmetni in vpadni kot skupaj z izmetno hitrostjo in izmetno višino definirata krivuljo in višino leta žoge. Večji izmetni kot skupaj z izmetno hitrostjo in izmetno višino omogoča višji let žoge (krivulja) ter posledično večji vpadni kot. Z večanjem vpadnega kota se večja verjetnost zadetka, saj se z večjim vpadnim kotom večja navidezna projekcija obroča. Ob večji navidezni projekciji obroča lahko igralec naredi več odstopanj pri sami izvedbi meta v x-osi (naprej-nazaj) in z-osi (levo-desno) pri letu žoge v eno ali drugo stran. S tega vidika sta torej zaželena čim večji izmetni in vpadni kot žoge, vendar pa izvedba meta z večjim izmetnim in vpadnim kotom zahteva povečano fizično naprežanje mišic, s tem pa posledično pride do večje porabe energije. To lahko ob več metih privede do utrujenosti in tako met avtomatsko postane manj natančen. Erčulj in Supej (2006) podajata tudi negativni vidik povečevanja izmetnega kota. Pri večjem izmetnem kotu se namreč podaljša pot (razdalja), ki jo opravi žoga od izmeta do koša, zato je težje ohranjati natančnost. Dodajmo še, da za izvedbo meta z večjim izmetnim kotom potrebujemo večjo hitrost, posledično tudi več moči. Pri vseh gibanjih, izvedenih z večjo močjo in hitrostjo, pa lahko posledično prihaja do več napak. Tako je lahko pri metu v večjo krivuljo leta žoge večji vpadni kot, kar poveča navidezno projekcijo obroča in tako poveča možnost zadetka. Prav tako je lahko dolžina meta prava, vendar lahko zaradi prehitrega nenadzorovanega giba naredimo napako in izvedemo gib bolj levo ali desno, kar pomeni napako v z-osi v 3D-prostoru (prirejeno po Justin, Strojnik in Šarabon, 2006). Najbolje je torej, da se met izvede pod optimalnim vpadnim kotom, ki je posledica kombinacije optimalnega izmetnega kota in izmetne hitrosti, ki se z oddaljenostjo in izmetno višino spreminjata. Glede na vse lahko zaključimo, da je vpadni kot med 42 in 47 stopinj pri metu za tri točke blizu optimalnemu in da je večina merjencev v našem primeru (ne glede na tip igralca) ustrezala temu kriteriju. Pri manjšem kotu se možnost za doseg zadetka vse bolj zmanjšuje.

Predvidena (postavljena s hipotezo) rotacija žoge je med 130 in 150 obrati na minuto, kar se v našem primeru ni potrdilo, saj je bila večina metov izvedena izven tega območja. Rotacija žoge je posledica izmeta. Pri izmetu upognemo zapestje, tako žoga dobi rotacijo, ki običajno poteka v nasprotni smeri meta s frekvenco do 3 Hz oziroma hitrostjo do 2 m/s. Pri metu žoge, ki traja 1 sekundo, se žoga obrne 1,25-krat do 3-krat. Ker je rotacija žoge počasna, se zaradi nje ne pojavljajo dodatne sile, ki bi bile dovolj močne, da bi pomembno vplivale na trajektorijo leta žoge (Sati, 2004). Majhna količina proizvedene sile s strani upogibalke zapestja je pričakovana pri metu lažjih bremen (Zatsiorsky, 2000), saj upogibalke zapestja spadajo v manjše mišične skupine, ki kljub največjemu naprežanju brez predčasnega raztezanja pred krčenjem (ekscentrično koncentrično krčenje mišic) v primerjavi z ostalimi večjimi mišičnimi skupinami, na primer iztegovalke kolena, proizvedejo majhno količino sile. Njihova naloga je izvajanje finih korekcijskih gibov.

Predvidevamo, da igralec z upogibom zapestja naredi v gibalni akciji pri metu še zadnje korekcije in žogi doda ali odvzame energijo ter tako pošlje žogo proti obroču. Če je upogib zapestja narejen v smeri navzdol, se lahko žoga vrtila le v smeri nazaj. Kakršna koli drugačna rotacija žoge kot v smeri nazaj je posledica napačnih gibov v zapestju (pomankljivo upogibanje zapestja, upogibanje zapestja levo ali desno) ali posledica sodelovanja oporne (druge) roke pri izmetu. Smer rotacije žoge je pomembna predvsem pri metih, ki udarijo ob obroč ali tablo<sup>8</sup>.

Do manjše rotacije žoge od zaželene lahko po našem mnenju prihaja tudi zaradi prešibkih upogibalk zapestja in zaradi napačnega prijema žoge s prsti (kar lahko pripišemo tudi napačnemu oziroma pomankljivemu treningu meta). Pri statistični analizi smo ugotovili, da prihaja tudi do velike variabilnosti parametra rotacija žoge. Variabilnost pomeni, da je ob vsakem metu rotacija žoge zelo drugačna od prejšnje, da je prijem in izmet žoge vedno izveden na drugačen način, da je vsakokrat z upogibalkami zapestja proizvedena drugačna sila, ki se jo ob izmetu prenese na žogo. Ker so upogibalke majhna mišična skupina, ki skrbi predvsem za fine korekcijske gibe in ustvarja glede na druge večje mišične skupine manj energije, lahko trdimo, da je rotacija žoge glede na druge kinematične parametre meta manj pomembna, saj se zaradi nje ne pojavljajo dodatne velike sile, ki bi lahko v veliki meri vplivale na krivuljo leta žoge, predvsem pa na izid.

Pri izmetnem času je pomembno, da je kratek oziroma da pri izmetu žoge ne prihaja do odvečnih gibov. Na podlagi statistične analize smo ugotovili, da je bila večina metov izvedena v vnaprej določenem intervalu izmetnega časa. Igralci pri izvajanju meta očitno ne izvajajo odvečnih gibov, predvsem gibov rok pri sprejemu žoge v smeri dol, met izvajajo tekoče, brez nepotrebnega zaustavljanja gibanja ter v optimalno visoki nadzorovani hitrosti. To lahko pripišemo dejstvu, da igrajo na najkakovostnejši državni košarkarski ravni. Vsak odvečen gib oziroma počasna izvedba košarkarskega meta onemogoča napadalcem izvedbo meta, obrambnim igralcem pa omogoča uspešno obrambo. Z višanjem košarkarske ravni se viša kakovost igralcev in obratno. Tako v najkakovostnejših ligah igrajo igralci, ki imajo izdelan in zelo učinkovit met, saj jih v to prisilijo obrambni igralci in situacije, v katere prihajajo na treningih, predvsem pa na tekmah.

### **4.3 Hipoteze H15, H16 in H17**

Pri postavljanju hipotez H15, H16 in H17 smo predpostavljali, da obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med izmetnim časom in številom zadetih metov na koš, da obstaja statistično značilna negativna povezanost med izmetno višino in

---

<sup>8</sup> Podrobnejša razlaga je napisana na strani 15.

številom zadetih metov in da obstaja statistično značilna negativna povezanost med dosežno višino in število zadetih metov. Vse tri hipoteze smo na podlagi testne statistike zavrnil.

Gibalne akcije, tudi košarkarski met, so pri tej starostni kategoriji že v veliki meri avtomatizirane in izvedene bolj ali manj na enak ali vsaj podoben način, tudi podobno hitro. Poleg tega moramo vedeti, da lahko korekcije gibov delamo le takrat, kadar mislimo na določen segment, ki ga želimo izboljšati. Če želimo gibanje z odvečnimi gibi izvesti v enakem času kot pri optimalno izvedenem metu, moramo gibalno akcijo izvesti z večjo hitrostjo, kar lahko privede še do dodatnih napak, kar zmanjšuje možnost zadetka. Časovno optimalno izveden met pride do izraza na tekmah, kjer je pri večini metov prisoten obrambni igralec. Ugotavljamo, da sam kinematični parameter izmetni čas v našem primeru ni vplival na uspešnost košarkarskega meta. Optimalno izveden košarkarski met s kratkim izmetnim časom je naučena, usvojena in uporabljena prednost, ki jo lahko zasledimo pri vrhunskih izvajalcih metov z oddaljenosti. Treba je optimizirati košarkarsko tehniko meta, da je met izveden brez odvečnih gibov in optimalno hitro, za to pa je potrebno veliko pravih in učinkovitih ponovitev (v različnih metodičnih in didaktičnih korakih).

V Tabeli 17 vidimo, da sta dosežna višina in izmetna višina pozitivno povezani ( $r = 0,758$ ; sig. = 0,000 in  $r = 0,733$ ; sig. = 0,000). Z 99 % zanesljivostjo lahko trdimo, da je povezava med parametroma v obeh primerih statistično značilna, ker je sig. < alpha (alpha = 0,05).

Tabela 17: Povezanost s Spearmanovim korelacijskim koeficientom med parametri dosežna višina, telesna višina in izmetna višina

		ATV	DV	IV	IV
ATV	Correlation Coefficient	1,000	,944**	,714**	,700**
	Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000
	N	52	52	35	32
ADV	Correlation Coefficient	,944**	1,000	,758**	,733**
	Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,000
	N	52	52	35	32
IV	Correlation Coefficient	,714**	,758**	1,000	,969**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000
	N	35	35	35	32
IV	Correlation Coefficient	,700**	,733**	,969**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.
	N	32	32	32	32

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*Legenda:* ATV – telesna višina; ADV – dosežna višina; IV – izmetna višina; Correlation Coefficient – Spearmanov korelacijski koeficient; Sig. – statistična značilnost; N – število enot, vzetih v analizo.

Knudson (1993 in 1996, v Okazaki, Okazaki, Lima in Kopp, 2008) je mnenja, da na izmetno višino najbolj vpliva višina igralca. V Tabeli 17 lahko vidimo, da je telesna višina pozitivno povezana z izmetno višino tako v prvem ( $r = 0,714$ ; sig. = 0,000) kot tudi drugem ( $r = 0,700$ ; sig. = 0,000) primeru. Obe povezavi sta statistično značilni. Poleg tega Knudson (prav tam) navaja, da poleg višine igralca na izmetno višino vplivajo še višina skoka, naklon trupa, kot v ramenskem obroču v času izmeta ter izteg komolca.

Z višjo telesno višino so praviloma daljše tudi spodnje in zgornje okončine. Višja telesna višina z daljšimi okončinami posledično omogoča doseči višjo dosežno višino. V Tabeli 17 vidimo, da igralci z višjo dosežno višino dosegajo višjo izmetno višino.

Miller in Bartlett (1993 in 1996) sta ugotovila, da se izmetna višina z oddaljenostjo od koša manjša. Ugotovitev potrjujejo tudi Podmenik idr. (2011). Poleg tega se z oddaljenostjo od koša spreminjajo tudi drugi kinematični parametri meta, kar nakazuje, da igralci pri metu iz skoka z večje oddaljenosti od koša niso več sposobni ohranjati enakih gibalnih vzorcev kot pri metih s krajše oddaljenosti (Podmenik idr., 2011). Tehnika meta se spremeni, saj se prilagaja novim razmeram. Met z večje razdalje mora biti zagotovo izveden z večjo silo.

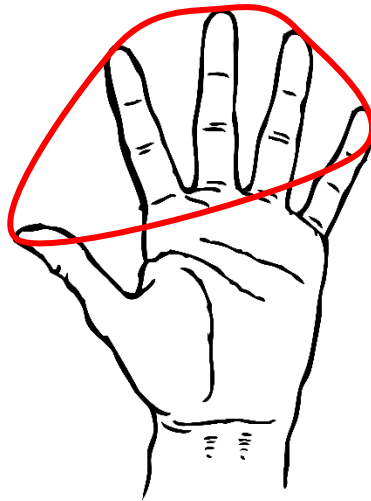
Okazaki idr. (2008) se strinjajo z dognanji nekaterih drugih avtorjev, da na izid košarkarskega meta vplivajo izmetni kot, izmetna hitrost in višina izmeta, kljub temu pa navajajo, da je poleg teh ključnih faktorjev pomembna še višina igralca, ki v največji meri vpliva na višino izmeta. Prehod med komolčnim upogibom in iztegom ter iztegom in upogibom v zapestju je preprostejši za višje igralce. Ti ne potrebujejo toliko energije oziroma sile pri nasprotnih gibanjih v komolcu in zapestju. Omenjeni rezultati so skladni z drugimi študijami, ki pripisujejo večjim igralcem večjo izmetno višino in manjšo generalizacijo sile pri metih iz bližine (Hudson, 1985a in 1985b; Knudson, 1993 in 1996, v Okazaki, Okazaki, Lima in Kopp; Miller in Bartlett, 1996). Odsotnost strategije pri nasprotnem gibanju so omenjali že nekateri drugi avtorji (Button, Macleod, Sanders in Coleman, 2003). Na drugi strani nizki igralci kažejo večjo nenadno spremembo pri gibanjih v komolcu pri upogibu in iztegnitvi ter v zapestju pri iztegnitvi in upogibu, zato se zdi, da ti boljše izkoriščajo nasprotno gibanje teh dveh segmentov. Predvideva se, da ta strategija pri nižjih igralcih pripomore k boljši generalizaciji impulza brez potrebe po ustvarjanju večje hitrosti. Nekateri drugi avtorji trdijo, da je koordinacijsko zaporedje gibanja telesnih segmentov pri košarkarskem metu popolnoma neodvisno od telesne višine in da je uspešnost meta odvisna predvsem od dobre igralčevega nadzora gibanja. Te ugotovitve pa niso skladne z drugimi raziskavami, katerih avtorji trdijo, da imata velik učinek na izvedbo meta predvsem kakovost in višina igralca (Hudson, 1982, 1985a, 1985b). Hudson (1982, 1985a) je dokazal, da je višina izmeta določena s kakovostjo oziroma ravnjo

treniranosti igralca, kjer pri nizkem izmetu potrebuje večjo generacijo sile in hitrost za zagotovitev meta žoge (Knudson, 1993 in 1996, v Okazaki, Okazaki, Lima in Kopp, 2008), poleg tega pa sta generacija sile in hitrost izvedbe gibanja v obratnem sorazmerju z natančnostjo gibanja (Schmidt, Zelaznik in Frank, 1978; Teixeira, 2000). Študije Hudsona (1982, 1985a, 1985b) pripisujejo razlike v višini izmeta žoge predvsem kakovosti igralca, medtem ko študija Okazaki, Rodacki, Dezan in Sarraf (2006, v Okazaki, Okazaki, Lima in Kopp, 2008) pripisuje razlike v višini izmeta žoge poleg različni kakovosti igralcev tudi različnemu začetnemu impulzu (sili).

Sami smo mnenja, da samostojna parametra dosežna višina in izmetna višina neposredno ne vplivata na zadetek, saj je zadetek odvisen od optimalne kombinacije mnogih dejavnikov. Lahko pa trdimo, da imajo igralci z višjo dosežno višino in višjo izmetno višino prednost pred igralci z nižjo dosežno in izmetno višino. Igralec z višjo izmetno višino ima pri metih prek obrambnega igralca prednost, saj ga slednji težje blokira ali mu odvzame žogo na višji izmetni višini kot pri nižji. Višja izmetna višina je torej dodatna prednost, ki jo ima igralec, oziroma je kakovost, ki je pogojena s telesnimi razsežnostmi, funkcionalnimi in motoričnimi sposobnostmi. Igralcu omogoča učinkovitejšo izvedbo meta, posebej pri metih prek obrambnega igralca.

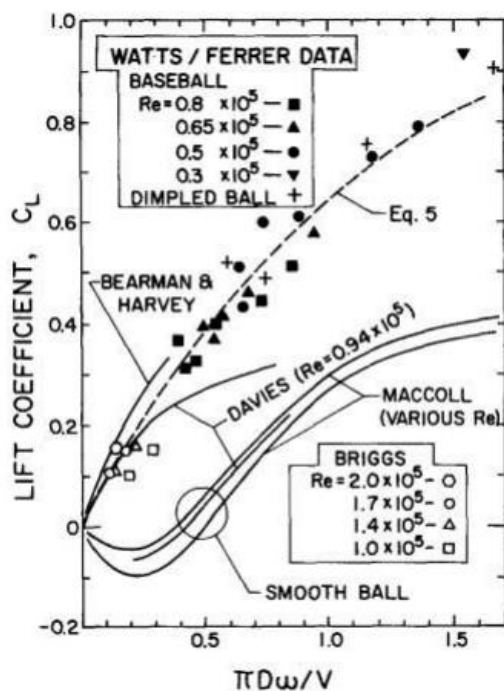
#### **4.4 Hipoteze H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13, H14, H18, H19, H23, H24 in H25**

H7 in H8: Širina in dolžina dlani ne vplivata na rotacijo žoge. Skupaj ob prijemu žoge tvorita oporno površino (Slika 39), ki je pomembna za boljši nadzor in posledično boljšo manipulacijo nad žogo. Večja površina oporne ploskve med dlanjo in žogo zagotavlja žogi večjo stabilnost. Žoga je ob dotiku z dlanjo v ravnotežnem položaju, vse dokler se centralno težišče žoge giba znotraj oporne ploskve. V trenutku, ko centralno težišče žoge preide izven oporne ploskve, ta pade iz dlani. Oporna površina je lahko večja ali manjša, odvisno od razsežnosti dlani in prstov ter od načina držanja žoge. Prsti morajo biti razprti in upognjeni tako, da žogo držimo z blazinicami prstov in da se v nobenem primeru ne dotika dlani. Dobro je da je površina oporne ploskve čim večja, vendar ne prevelika, saj lahko ovira manipulacijo z žogo.



Slika 39: Površina oporne ploskve ob dotiku roke z žogo

Vedenje o rotaciji žoge je pomembno, ker nam hitrost vrtenja žoge lahko pove, ali na žogo deluje še kakšna druga sila kot samo gravitacijska sila. Enačba, s katero lahko izračunamo faktor rotacije, je  $F_L = \frac{1}{2} C_L \rho v^2 A$ , kjer je  $F_L$  – dvižna sila,  $v$  – hitrost žoge,  $A$  – prečna površina žoge = 0,045 m<sup>2</sup>,  $C_L$  – koeficient dviga (povezan s faktorjem rotacije),  $\rho$  – gostota medija – zraka = 1,29 kg/m<sup>3</sup>. Satti (2004) je z raziskavo ugotovil, da če je rotacija žoge počasna ob različni hitrosti žoge, potem  $F_L$  – dvižna sila ni konstantna, in če je hitrost rotacije žoge nizka (ocenjena hitrost vrtenja žoge je bila 1,25 obrata na sekundo) v primerjavi s hitrostjo žoge, lahko razmerje rotacije žoge in hitrosti žoge izračunamo po enačbi  $\frac{\pi D \omega}{u} = 1,3$ , kjer je  $\pi = 3,14$ ,  $\omega$  – kotna hitrost,  $D$  – diameter žoge,  $u$  – hitrost žoge, kar da relativno nizek koeficient  $C_L = 0,3$  Ns/kg<sup>11</sup>, ki je povezan z enačbo  $\frac{\pi D \omega}{u}$ . Omenjena enačba določa koeficient  $C_L$ , s katerim lahko izračunamo silo  $F_L$ . Vrednost  $C_L$  razberemo z grafa (Slika 40), kjer  $\frac{\pi D \omega}{u} = 1,3$  seka krivuljo. Dobimo, da je  $C_L = 0,3$  Ns/kg<sup>11</sup>, s katerim lahko izračunamo  $F_L$ . Če uporabimo enačbo  $F_L = \frac{1}{2} C_L \rho v^2 A$ , potem je izračunani  $F_L = 0,14$  N, kar je 2 % teže, ki je premajhna, da bi bistveno vplivala na gibanje žoge v tako kratkem časovnem intervalu (Satti, 2004).



Slika 40: Koeficient dviga (Kensrud, 2010)

Tako smo mnenja, da na rotacijo žoge vplivajo moč in hitrost upogiba zapestja ter moč prijema žoge. Večino sile za met proizvedejo mišice nog, mišice trupa, ki poleg proizvodnje malo sile skrbijo predvsem za prenos sile med spodnjimi in zgornjimi okončinami, majhen del celotne sile pri metu pa proizvedejo mišice rok. Mišične skupine nog spadajo pod velike mišične skupine, ki lahko proizvedejo veliko energije, mišice rok pa so v primerjavi z mišicami nog manjše in posledično proizvedejo manj energije. Upogibalke zapestja in prstov po mnenju Sattija (2004) proizvedejo malo sile. Pri vpogledu v celotno gibalno akcijo meta lahko vidimo, da je upogib zapestja zadnja gibalna akcija, ki jo izvedemo z upogibalkami zapestja in prstov. Glede na to lahko sklepamo, da z upogibom zapestja pri metu naredimo še zadnji popravek meta in tako žogi dodamo ali odvzamemo silo, ki smo jo predčasno proizvedli. Poleg tega z upogibom zapestja žogi dodamo dodatno rotacijo v smeri nazaj, ki je po mnenju Karalejića in Jakovljevića (2008) pomembna pri metih, ki predčasno udarijo ob obroč ali tablo. Če ima žoga dodatno rotacijo v smeri nazaj, se bo ob morebitnem udarcu ob obroč rotacija žoge nadaljevala ali celo povečala in dvignila žogo v višino nad obroč. S precejšnjo verjetnostjo lahko pričakujemo, da bo žoga pri padanju padla skozi obroč. Pri metu na koš torej želimo dati žogi blago rotacijo v smeri nazaj.

H9 in H23: V Tabeli 18 vidimo, da obstaja statistično značilna povezanost med telesno višino in dosežno višino, zato bomo košarkarsko interpretacijo statistične analize za hipotezi H9 in H23 naredili skupaj. Trditev, da obstaja statistično značilna povezanost med telesno višino in izmetno višino ter vpadnim kotom, smo na podlagi statistične analize zavrnil. Mnenja smo, da na vpadni kot vpliva kombinacija različnih parametrov (oddaljenost od koša, višina izmeta ...), predvsem pa izmetni kot. Če gre



za optimalen met, da je izmet izveden v višini košarkarskega obroča, sta matematično izračunana izmetni in vpadni kot  $45^\circ$ , ker bo tako žoga ob enaki izmetni hitrosti (kot pri večjem ali manjšem izmetnem kotu) letela najdlje – domet žoge bo v tem primeru največji (Supej, 2011). Večina košarkarskih metov je izvedena nižje od košarkarskega obroča. V tem primeru moramo povečati izmetni kot sorazmerno glede na izmetno višino in oddaljenost od koša, kar vidimo v Tabeli 1. Izmetni kot se z oddaljenostjo od koša manjša, prav tako pa se manjša z višanjem izmetne višine (Lin, 2002). Tako lahko zaključimo, da izmetni kot prilagajamo glede na oddaljenost od koša in glede na izmetno višino ter da je vpadni kot posledica izmetnega kota.

H10 in H13: Telesna višina in dosežna višina sta statistično značilno pozitivno povezani z izmetnim časom (Tabela 15), kar pomeni, da višji kot je igralec oziroma iz višje višine kot izvede met, več časa porabi za izvedbo meta. To si lahko razlagamo na več različnih načinov. Prvi način je pri metih, kjer je pot žoge od točke sprejema do točke izmeta minimalna in ni dodatnih poti gibanja v eno ali drugo stran. Višji igralci imajo daljše telesne segmente, zato posledično opravijo daljšo pot, kar pri teoretično enako izvedeni hitrosti meta pri nizkih igralcih pomeni dlje. Poleg tega imajo višji igralci višji izmet, kar povečuje čas, čeprav vemo, da imajo višji igralci tudi višji sprejem žoge. Do razlik v času lahko prihaja, ker višji igralci izvajajo vse gibe počasneje, ker morajo v prostoru in času premikati daljše telesne proporce in ker je usklajevanje gibov med njimi zahtevnejše. Drugi način je pri metih, kjer je pot žoge daljša zaradi dodatnih oziroma odvečnih gibov. To se zgodi, ko igralec po sprejemu žoge le-to spušča, kadar je narejen dodaten gib žoge v smeri dol po sprejemu žoge ter ob izvedbi dodatnih gibov v eno ali drugo stran. Poleg dodatnih omejitev (daljši telesni proporciji zaradi višje telesne višine in počasnejši gibi zaradi otežene medmišične koordinacije zaradi otežene manipulacije in usklajevanja med daljšimi telesnimi segmenti), ki omejujejo višje igralce, si lahko igralci dodatno podaljšajo izvedbo meta zaradi dodatnih oziroma odvečnih gibov pri izvedbi meta. Poleg tega naj dodamo, da lahko pride do daljšega izmetnega časa zaradi zastajanja žoge v kateri koli točki. Zastajanje žoge je, kadar žoga v kateri koli točki ob ali po sprejemu miruje dlje časa. Iz izkušenj lahko trdimo, da najpogosteje prihaja do zastajanja žoge v točki sprejema. Takrat igralec ob sprejemu žoga zastane, počaka na izvedbo košarkarskega meta zaradi koncentracije na met ali katerega koli drugega razloga in šele nato začne gibanje. To se dogaja tako pri nizkih kot tudi visokih igralcih. Do zastajanja lahko pride tudi v položaju žoge nad glavo, saj nekateri igralci takoj po sprejemu žogo dvignejo nad glavo in šele potem preidejo v upogibanje z nogami. Medtem je žoga lahko dlje v položaju za izmet (nad glavo).

Na podlagi statistične analize smo hipotezi H11 in H25, ki pravita, da obstaja statistično značilna negativna povezanost med telesno višino in rotacijo žoge ter da obstaja statistično značilna negativna povezanost med izmetno višino in rotacijo žoge, zavrnil. Predvidevamo, da nižji igralci (branilci) več pozornosti namenjajo

treningu meta za tri točke, saj se v igri večkrat odločajo za ta met. Logično bi bilo pričakovati, da bodo imeli tudi boljšo tehniko meta in s tem optimalnejše kinematične parametre meta na koš, tudi rotacijo žoge. Predvidevali smo, da bodo nižji igralci imeli hitrejšo rotacijo žoge kot višji igralci. Telesna višina in dosežna višina ne moreta vplivati na rotacijo žoge. Predvidevamo, da na rotacijo žoge vplivajo predvsem moč in hitrost upogibalk zapestja ter moč prijema žoge in ne telesna in dosežna višina, kar podrobneje razlagamo že pri hipotezah H7 in H8.

H12: Ugotavljamo, da spremenljivka dosežna višina ni statistično značilno negativno povezana s spremenljivko vpadni kot. Če pogledamo v Tabelo 18, vidimo, da sta dosežna višina in izmetna višina pozitivno povezani, kar lahko trdimo z 99 % zanesljivostjo. Iz Tabele 17 lahko sklepamo, da igralci z višjo dosežno višino izvedejo izmet na višji izmetni višini. Lin (2002) je ugotovil, da se izmetni kot z večanjem izmetne višine manjša, manjši izmetni kot naj bi posledično pomenil manjši vpadni kot. Igralec z višjo izmetno višino lahko žogo izvrže pod manjšim izmetnim kotom kot igralec z nižjo izmetno višino, če ima žoga pri obeh enak vpadni kot, kar se ne sklada z našimi dognanji. Let žoge je tako mogoče opisati po spodnji formuli (Karalejić in Jakovljević, 2008)

$$Y = \frac{-g*x^2}{2*V_0^2*cos^2\theta} + \frac{sin\theta*x}{cos\theta} + h,$$

kjer je  $y$  – let žoge,  $g$  – gravitacijski pospešek;  $x$  – razdalja od obroča do začetka meta pri izmetu;  $\theta$  – kot pri izmetu;  $h$  – višina izmeta in  $V_0$  – začetna hitrost izmeta.

Prav tako pa lahko izračunamo izmetni kot pri najnižji izmetni hitrosti, ki še omogoča, da bomo dosegli zadetek po spodnji formuli (Miller in Bartlett, 1996)

$$\theta = 45^\circ + \frac{1}{2} \phi,$$

kjer je  $\theta$  – kot pri izmetu žoge pri minimalni začetni hitrosti in  $\phi$  – kot med horizontalo in robom obroča.

H14: Dosežna višina ni statistično značilno povezana z rotacijo žoge. Rotacija žoge je po našem mnenju lahko odvisna od moči upogiba in hitrosti upogiba zapestja ter od moči prijema žoge. Lahko pa je odvisna tudi od same tehnike prijema žoge. V Tabeli 18 vidimo, da obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med dosežno višino in telesno težo ( $r = 0,651$ ; sig. = 0,000), telesno višino ( $r = 0,944$ ; sig. = 0,000), širino dlani ( $r = 0,429$ ; sig. = 0,001) in dolžino dlani ( $r = 0,813$ ; sig. = 0,000). Večja kot je ena antropometrična mera (ATT, ATV, ADV, AŠD in ADD), (sorazmerno ali nesorazmerno) večje so tudi druge. Višja dosežna višina, višja telesna višina in večja telesna teža pa ne pomenijo nujno tudi več mišične mase oziroma da so posamezniki

z več mišične mase proizvedli več moči. Tudi če bi višji in težji igralci imeli več mišične mase (bili absolutno močnejši), bi bilo treba preveriti, ali je rotacija žoge res odvisna od moči upogiba in hitrosti upogiba zapestja ter moči prijema žoge, pri čemer bi morali najprej izmeriti moč in hitrost upogiba zapestja ter moč prijema žoge. Teh podatkov nimamo, poleg tega nismo zasledili nobene raziskave s podobno tematiko, zato je to samo domneva, ki bi jo bilo smiselno preveriti.

Tabela 18: Povezanost s Spearmanovim korelacijskim koeficientom za parametre telesna teža, telesna višina, dosežna višina, širina dlani in dolžina dlani

		ATT	ATV	ADV	AŠD	ADD
ATT	Correlation Coefficient	1	,668**	,651**	,506**	,639**
	Sig. (2-tailed)	.	0	0	0	0
	N	52	52	52	52	52
ATV	Correlation Coefficient	,668**	1	,944**	,428**	,749**
	Sig. (2-tailed)	0	.	0	0,002	0
	N	52	52	52	52	52
ADV	Correlation Coefficient	,651**	,944**	1	,429**	,813**
	Sig. (2-tailed)	0	0	.	0,001	0
	N	52	52	52	52	52
AŠD	Correlation Coefficient	,506**	,428**	,429**	1	,479**
	Sig. (2-tailed)	0	0,002	0,001	.	0
	N	52	52	52	52	52
ADD	Correlation Coefficient	,639**	,749**	,813**	,479**	1
	Sig. (2-tailed)	0	0	0	0	.
	N	52	52	52	52	52

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*Legenda:* ATT – telesna višina; ATV – telesna višina; ADV – dosežna višina; AŠD – širina dlani; ADD – dolžina dlani; Correlation Coefficient – Spearmanov korelacijski koeficient; Sig. – statistična značilnost; N – število enot, vzetih v analizo.

H18, H19 in H24: Spremenljivke sprejemna višina, minimalna višina in izmetna višina niso statistično značilno povezane s spremenljivko izmetni čas. Torej posamezne točke, kot so sprejemna višina, minimalna višina in izmetna višina, ob neupoštevanju razlik med temi točkami ne vplivajo na izmetni čas. Žogo lahko namreč sprejmemo relativno visoko in imamo daljši izmetni čas, kot če jo sprejmemo nizko. Ob relativno visoki sprejemni višini lahko žogo spustimo ali zastanemo in s tem izgubimo čas (prednost), ki smo ga pridobili z visokim sprejemom žoge. Ob relativno nizki sprejemni višini lahko nemudoma začnemo dvigovati žogo ter tako ne izgublamo časa. Želena sprejemna višino igralec v igri določi z odprtimi dlanmi v višini med pasom in prsmi. Sprejemna višina v igri pa je odvisna od zmožnosti natančno zadetega cilja – odprtih dlani podajalca, ki lahko poda žogo točno ali pa manj točno, odvisno od njegove sposobnosti natančnosti zadevanja cilja z izvrženim projektilom ter stopnje dejavnosti obrambnega igralca, ki ovira podajo in sprejem žoge. Na čas

izvedbe meta ne vplivajo določene posamezne točke, ampak dolžina poti med točkami ter hitrost opravljene poti. Krajša kot je pot med tremi posameznimi točkami ter hitreje kot je ta pot opravljena, krajši je čas.

Hipoteze H20, H21 in H22 govorijo ravno o razlikah med zgoraj omenjenimi točkami in izmetnem času. Hipotezi H20, ki pravi, da obstaja statistično značilna povezanost med razliko izmetne višine in sprejemne višine ter izmetnim časom, in H21, ki pravi, da obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med razliko izmetne višine in minimalne višine ter izmetnim časom, smo na podlagi statistične analize zavrnil. Hipotezo H22, ki pravi, da obstaja statistično značilna pozitivna povezanost med razliko sprejemne višine in minimalne višine ter izmetnim časom, pa smo delno potrdili. Očitno je, da razlika, dolžina oziroma pot med samimi točkami ne vpliva na izmetni čas. Na podlagi logike in matematike lahko sklepamo, da na izmetni čas vpliva skupek faktorjev, ki jih iz naše statistične analize ne moremo določiti. Na čas poleg dolžine poti vpliva tudi hitrost. Ni pa nujno, da je čas krajši s krajšo potjo. Pot je lahko opravljena različno hitro. Če je opravljena počasi, bo to sorazmerno s hitrostjo podaljšalo čas, kot pa če je opravljena hitro. Hitrost je posledica pospeška, ki ga merimo v metrih na sekundo, ta pa posledica delovanja sil. Večji kot bo pospešek, večja bo končna hitrost in manjši bo čas. Na čas izvedbe meta vpliva tudi zastajanje žoge, kar se po naših izkušnjah najpogosteje dogaja v točki sprejema. Pri zastajanju gre za mirovanje žoge v določeni točki, kar pomeni, da v nekem časovnem obdobju dolžina poti in hitrost žoge ostajata nespremenjeni oziroma 0. Zastajanje se lahko zgodi v kateri koli točki od sprejema do izmeta.

## 5 SKLEP

V današnjem času je za odgovorno in strokovno delo v športu treba združiti teoretično in praktično področje z raziskovalnimi izsledki v aplikativno celoto, s katero naj bi nato strokovnjak s športnega področja vadeče pripeljal do zelenega razvoja in zastavljenih ciljev. V košarki so tako danes na voljo najmodernejše tehnologije in baze podatkov, ki jih tisti, ki to znajo, uporabljajo za taktično pripravo in statistične namene, zelo redko pa za analizo gibanja (Vučković, 2012). Namen športne diagnostike je izmeriti podatke o telesni sestavi, gibalnih sposobnostih športnika, s katerimi lažje in natančneje izdelamo programe individualnega in dopolnilnega treninga ter skupinskega in moštvenega treninga. Najpomembnejši cilji biomehanske in kinematične diagnostike, ki jih lahko razdelimo v več skupin glede usmerjenosti akterja v športu, so vezani na športnika, trenerja in raziskovalca. Cilji, vezani na športnika, so usmerjeni na nadzor osnovnih in specifičnih gibalnih sposobnosti; optimizacijo predvsem tehnične in tudi taktične ter moštvene priprave in s tem izboljšanje tekmovalnega rezultata posameznika, skupine ali moštva; ugotavljanje in analizo napak pri izvajanju gibalne naloge; nadzor motorične in tehnične priprave športnika in preventivo pred poškodbami. Cilji, vezani na trenerja in raziskovalca, so usmerjeni na razvoj športne opreme in rekvizitov, razvoj novih tehnologij za spremljanje tehnične priprave športnikov, razvoj programske opreme in izdelavo merskih protokolov ter prispevek k razvoju športne znanosti in izobraževanju strokovnjakov s športnega področja.

Sodobna košarka in košarkarska pravila stremijo k atraktivnosti z vedno hitrejšo igro in posledično k več napadom in metom na košarkarski tekmi, kar bi se moralo odražati tudi v več doseženih koših in v višjih končnih rezultatih na tekmah. Pa temu ni tako. Razlogi za takšno stanje so zagotovo večplastni. K temu pripomorejo vedno agresivnejše obrambe z veliko kontakti, ki silijo napadalca v to, da mora za dosego koša vložiti vedno večji napor, meti morajo biti izvršeni iz vedno večjih oddaljenosti, z večjim odzivom, gibanja pred metom pa morajo biti vedno bolj dinamična in hitrejša ter učinkovitejša. K temu dodamo še pogostokrat slabo izdelano tehniko meta in posledično nizko stopnjo natančnosti, celo pri košarkarjih na najvišjih ravneh košarkarskih tekmovanj. Zaradi tega ima v sodobni košarki met iz skoka sloves najučinkovitejše in najpogosteje uporabljene košarkarske prvine za dosego koša, hkrati pa ga zaradi kompleksnosti gibalnih vzorcev uvršča med najzahtevnejše oblike meta na koš, ki ga napadalci zaradi številnih faktorjev vpliva izvajajo na različne načine (prirejeno po Vučković, 2012).

Temo eksperimentalne naloge, met na koš iz skoka za 3 točke, smo izbrali, ker se v sodobni košarki igralci praviloma vse pogosteje odločajo za ta met, hkrati pa se povečujeta tudi odstotek zadetih metov in s tem delež točk, ki so dosežene s tem metom (Štrumbelj idr., 2013). Razlog je, da je uspešen met z razdalje vsaj 6,75 m

vreden več, hkrati pa so meti s t. i. polrazdalje in izpod koša praviloma bolj ovirani s strani obrambnih igralcev. Koši iz neposredne bližine se dosejajo pogosteje iz protinapadov in zgodnjih napadov, ko obramba še ni optimalno postavljena in je v fazi postavljanja. Te hitre akcije za doseg lahkih košev pa trenerji preprečujejo oziroma zmanjšujejo njihovo število na minimum z organizirano obrambo, ki se začne pri branjenju prehoda v napad, branjenju protinapada in branjenju hitrega oziroma zgodnjega napada. S postavitvijo organizirane obrambe pa je napadalcem vse težje prihajati do lahkih košev iz neposredne bližine. Za doseg koša iz neposredne bližine v katerem koli delu napada, posebej pri postavljenem napadu, so potrebni usklajeno, dosledno in optimalno gibanje ter hitre in pravilne odločitve vseh 5 napadalcev.

Osnovni cilj raziskovalne naloge je bil kinematična analiza meta iz skoka za 3 točke. Z analizo meta smo ugotavljali spreminjanje osnovnih kinematičnih parametrov meta na koš, vpliv antropometričnih razsežnosti na kinematične parametre ter doslednost kinematičnih parametrov meta na koš glede na antropometrične razsežnosti oziroma glede na tip igralca (igralno mesto).

Pridobivanje podatkov je bilo razdeljeno v 3 skope. Prvi sklop podatkov je bil pridobljen nemudoma na podlagi antropometričnih meritev s pomočjo antropometričnih pripomočkov. Zajemanje teh podatkov je potekal brez večjih težav, prav tako niso bile med raziskavo ugotovljene pomanjkljivosti. Drugi skop podatkov je vezan na pridobitev kinematičnih parametrov meta na koš. Podatki so bili pridobljeni nemudoma s pomočjo programske opreme in t. i. pametne košarkarske žoge. Tretji sklop podatkov je bil vezan na pridobitev kinematičnih parametrov meta na koš s programsko opremo za videoanalizo in modeliranje Tracker (© Douglas Brown). Podatke smo zajeli s pomočjo digitalnega fotoaparata v videoobliki, prenesli na osebni računalnik in prenesli v programsko okolje Tracker (© Douglas Brown), sledili žogi in označevali vsako sliko posebej ter tako pridobili dodatne kinematične parametre meta na koš, ki jih nismo uspeli pridobiti s košarkarsko žogo 94Fifty. Zajemanje teh podatkov je bilo zamudno, prav tako pa smo pri zajemanju naleteli na kar nekaj težav, ki so bile posledica napačne postavitve kamere ter zajemanja videoposnetka ter pomanjkljivo označenega prostora. Pomanjkljivosti in napotki za odpravo pomanjkljivosti:

- napačna izbira kamere z možnostjo zajemanja videa s frekvenco 50 Hz. Priporočamo izbiro kamere z možnostjo zajemanja videa z najmanj 120 Hz, še bolje pa s 300 Hz, kar pomeni, da kamera posname 120 oziroma 300 slik v 1 sekundi;
- neustrezna izbira kamere pride do izraza predvsem pri določanju izmetne višine v programu Tracker (© Douglas Brown). Časovni razmik med eno ali drugo sliko pri kameri z možnostjo zajemanja videoposnetka s 50 Hz je 0,02 sekunde, kar pri izmetu pomeni, da je žoga v eni točki v stiku z roko, v naslednji pa ne več. Zapestje je pri slednji že delno ali v celoti upognjeno.

Zaradi te pomanjkljivosti nismo natančno vedeli, kdaj je narejen izmet – točka izmeta. Odločili smo se, da je izmetna višina v točki, ko se žoga z nobenim delom ne dotika dlani oziroma prstov na roki, tudi če je zapestje popolnoma upognjeno. Za določitev izmetne točke oziroma izmetne višine smo si pomagali z grafom kinetične energije v programu Tracker (© Douglas Brown). Poleg tega pa bi lahko uporabili interpolacijo podatkov;

- kamera ni bila postavljena vedno na stran izmetne roke. Kamero smo postavili na eno ali drugo stran tako, da je bila postavljena pravokotno na izvajanje meta. Ob postavitvi kamere na nasprotno stran od izmetne roke nam je pri sledenju žoge v programu Tracker (© Douglas Brown) oporna roka zakrivala večji del površine žoge, kar nam je onemogočalo natančno sledenje žogi;
- kamera ni bila postavljena na višini obroča;
- popačena slika – ostrina slike. Na nekaterih videih je bila slika popačena, občasno je kakšen tresljaj (odboj ali vodenje žoge blizu kamere, udarec žoge ob stojalo kamere ...) popačil sliko. Težavo se da rešiti tako, da med snemanjem vseskozi spremljaš ostrino slike na kameri;
- nekontrastno ozadje. Čeprav se je sprva zdelo, da so ozadja zelo drugačna od barve žoge, se je pri zajemanju podatkov v programu Tracker (© Douglas Brown) to pokazalo za neresnično. Ozadja v dvoranah so bila barvno zelo podobna košarkarski žogi, kar je motilo sledenje košarkarski žogi v programu Tracker (© Douglas Brown). Priporočamo, da se v podobnih primerih pri zajemanju videa in sledenju določenemu predmetu zadaj postavi enobarvno platno, ki je povsem drugačne barve od barve žoge;
- pomanjkljivosti pri umeritvi prostora. Umeritev prostora je bila narejena natančno, vendar se priporoča, da se v naslednjih podobnih primerih še dodatno umeri prostor. Priporočamo dodatno določitev točke navidezne pravokotne projekcije sredine obroča s tlemi, kar nam dodatno olajša postavitve koordinatnega sistema v programu Tracker (© Douglas Brown);
- težava pri vstavljanju videoposnetkov v program Tracker (© Douglas Brown). Program pretvori še tako kakovosten videoposnetek v format oziroma resolucijo, ki je v programu vnaprej določena. Gre za odprtokodni program, ki je namenjen za pomoč pri poučevanju in ni namenjen za znanstveno obravnavo. Omenjeni program smo izbrali, ker je brezplačen in ker lahko strokovni delavci v športu naredijo povsem korektno analizo ter tako športniku podajo povratno informacijo v kvalitativni obliki na podlagi kvantitativnih rezultatov.

Ugotovili smo, da večina igralcev izvaja met dokaj optimalno gledano z vidika vpadnega kota, da izmetni kot prilagajamo glede na oddaljenost od koša in glede na izmetno višino ter da je vpadni kot najverjetneje posledica več dejavnikov, predvsem izmetnega kota.

Predvidena rotacija žoge v raziskavi je med 130 in 150 obrati na minuto, kar se v našem primeru ni potrdilo, saj je bila večina metov izvedena izven tega območja. Predvidevamo, da je rotacija žoge glede na druge kinematične parametre meta manj pomembna, saj se zaradi nje ne pojavljajo dodatne velike sile, ki bi lahko v veliki meri vplivale na krivuljo leta žoge, predvsem pa na izid. To potrjujejo tudi Erčulj idr. (2014), ki niso ugotovili povezanost oz. vpliv rotacije žoge na uspešnost (natančnost) zadevanja za tri točke.

Ugotovili smo, da je bila večina metov izvedena v vnaprej določenem intervalu izmetnega časa. Fontella (2006) in Fleming (2014) navajata, da najboljši izvajalci metov izvedejo met v tem ugotovljenem intervalu izmetnega časa ali hitreje. Očitno igralci pri metu na koš ne izvajajo odvečnih gibov, predvsem gibov rok pri sprejemu žoge v smeri dol, met izvajajo tekoče, brez nepotrebne zaustavljanja gibanja ter v optimalno visoki nadzorovani hitrosti.

Ugotovili smo, da na čas izvedbe meta ne vplivajo določene posamezne točke, ampak dolžina poti med točkami ter hitrost opravljene poti.

Ugotovili smo, da obstaja statistično značilna povezanost med razliko sprejemne višine in minimalne višine ter izmetnim časom. Sklepamo, da na izmetni čas vpliva skupek faktorjev, ki jih iz naše statistične analize ne moremo določiti.

Ugotovili smo, da kinematični parameter izmetni čas ne more vplivati na uspešnost oziroma izid košarkarskega meta. Prav tako ne moreta na izid košarkarskega meta vplivati samostojna parametra dosežna višina in izmetna višina.

Poleg tega smo ugotovili, da obstaja statistično značilna povezanost med telesno višino in dosežno višino ter izmetnim časom.

Na osnovi naše raziskave je mogoče zatrditi, da je uspešnost meta odvisna od številnih dejavnikov in da uspešnega meta na koš ne moremo determinirati samo z enim, temveč z več dejavniki. Težko govorimo o optimalnem vpadnem kotu, izmetni hitrosti in rotaciji žoge. Ti kinematični parametri so v veliki meri odvisni tudi od nekaterih antropometričnih razsežnosti košarkarja, oddaljenosti meta na koš, v igri pa tudi od nekaterih igralnih situacij (Erčulj idr., 2014).

Iz rezultatov sklepamo, da imajo merjenci že dodobra usvojeno in avtomatizirano gibanje pri metu na koš. Kljub usvojeni tehniki njihova tehnika ni idealna in ima še mnogo pomanjkljivosti. Zato bi bilo smiselno ugotovitve raziskave, še bolj pa sam postopek analize meta vključiti v trening mladih košarkarjev, še posebej v individualni trening. V raziskavi je bila uporabljena oprema, merske metode in postopki, ki so cenovno ugodni in dostopni za vsakogar. Na tržišču se lahko dobi mnogo



naprednejša in natančnejša oprema, ki omogoča natančnejše sledenje biomehanskim parametrom gibanja. Poleg tega tovrstna oprema raziskavo poenostavi in omogoči takojšnjo uporabo rezultatov v praksi. Ta oprema pa je dražja in težje dosegljiva.

Doslednost (konsistentnost) kinematičnih parametrov bi bilo mogoče bolje opazovati in primerjati med vrhunskimi izvajalci metov in povprečnimi izvajalci metov, med igralci z manj in več igralskimi izkušnjami (znanjem) in med različnimi starostnimi kategorijami.

Da bi preverili, ali je rotacija žoge res odvisna od moči upogiba in hitrosti upogiba zapestja ter moči prijema žoge, bi morali najprej izmeriti moč in hitrost upogiba zapestja ter moč prijema žoge. Teh podatkov nimamo, poleg tega nismo zasledili nobene raziskave s podobno tematiko, zato je to samo domneva, ki bi jo bilo smiselno preveriti.

## 6 VIRI

- Button, C., Macleod, M., Sanders, R., Coleman, S. (2003). Examining movement Variability in the Basketball Free-Throw Action at Different Skill Levels. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(3), 257–269.
- Crowley, M. (2011). Monitoring of physical training events. United States Patent Application Publication, US 2012/ 0029666 A1. Pridobljeno iz <http://www.toyinvention.com/toy-patents/pat8540560.pdf>.
- Dobovičnik, L. in Kovač, M. (2013). Ocenjevanje športnih iger. *Zbornik 26. mednarodnega posveta športnih pedagogov Slovenije 1*, 39–50. Pridobljeno iz <http://www.zdsps.si/images/zbornik/26zbornik.pdf>.
- Dežman, B. (2004). *Košarka za mlade igralce in igralke*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Dežman, B. in Erčulj, F. (1997). *Navodila za testiranje morfoloških značilnosti in motoričnih sposobnosti mladih košarkarjev*. Ljubljana: Inštitut za šport. Pridobljeno iz [http://www.kosarka-dezman.com/dokumenti/gradiva/jFFDezman\\_Erculj\\_testiranje\\_navodila.pdf](http://www.kosarka-dezman.com/dokumenti/gradiva/jFFDezman_Erculj_testiranje_navodila.pdf).
- Erčulj, F., Marković, M. in Broader, Ž. (2014). Uporaba tehnologije 94Fifty pri ugotavljanju nekaterih kinematičnih parametrov meta na koš. *Revija Šport*, 62(1/2), 57–62.
- Erčulj, F., Marković, M., Štrumbelj, E. in Jakovljevič, S. (2014). Analiza vpliva kinematičnih parametrov meta na koš s pomočjo »pametne žoge«. *Revija Šport*, 62(3/4), 134–140.
- Erčulj, F. in Supej, M. (2006). Vpliv utrujenosti na natančnost pri metu na koš iz velike razdalje. *Revija Šport*, 54(4), 22–26.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS third edition*. London: SAGE Publications Ltd.
- Fleming, D. (1. 4. 2014). Sports' perfect 0,4 second. ESPN The Magazine. Pridobljeno iz [http://espn.go.com/nba/story/\\_/id/10703246/golden-state-warriors-stephen-curry-reinventing-shooting-espn-magazine](http://espn.go.com/nba/story/_/id/10703246/golden-state-warriors-stephen-curry-reinventing-shooting-espn-magazine).
- Fontella, J. J. (2006). *The Physics of basketball*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins University Press.
- Hamilton, G. R. in Reinschmidt, C. (1997). Optimal trajectory for the basketball free throw. *Jurnal Sports Science*, 15(5), 491–504.
- Hidrian, A. (2010). The basketball set shot. *Kinesiology II.4 – Human movement analysis*. Pridobljeno iz <http://www.scribd.com/doc/26028188/Human-Movement-Analysis-Basketball-Set-Shot>.
- Hudson, J. L. (1982). A Biomechanical Analysis by Skill Level of Free Throw Shooting in Basketball. *International Symposium of Biomechanics in Sports*, 95–102.
- Hudson, J. L. (1985a). Prediction of Basketball Skill Using Biomechanical Variables. *Research Quarterly For Exercise and Sport*, 56(2), 115–121.

- Hudson, J. L. (1985b). Shooting Techniques for Small Players. *Athletic Journal*, 22–24.
- Jovanović-Golubović, D. in Jovanović, I. (2003). *Antropološke osnove košarke*. Niš: Univerzitet u Nišu, Fakultet fizičke kulture.
- Justin, I., Strojnik, V., Šarabon, N. (2006). Vpliv povečanja maksimalne moči iztegovalkomolca na sposobnost natančnega zadevanja pri metu pikada in metu za tri točke v košarki. *Šport*, 2, 51–55.
- Karalejić, M. In Jakovljević, S. (2008). *Teorija i metodika košarke*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja Beograd.
- Kensrud, J. R. (2010). *Determining aerodynamic properties of sports balls in situ*. Washington: Washington State University. Pridobljeno iz <http://baseball.physics.illinois.edu/KensrudThesis.pdf>.
- Knudson, (1993) v Okazaki, V. H. A., Okazaki, F. H. A., Lima, E. S. in Kopp, N. (2008). Basketball shoot and players height. *The FIEP Bulletin*, 78, 627–630. Pridobljeno iz [https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&es\\_th=1&ie=UTF-8#q=Basketball%20Shoot%20and%20Players%20Height](https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&es_th=1&ie=UTF-8#q=Basketball%20Shoot%20and%20Players%20Height).
- Knudson, (1996) v Okazaki, V. H. A., Okazaki, F. H. A., Lima, E. S. in Kopp, N. (2008). Basketball shoot and players height. *The FIEP Bulletin*, 78, 627–630. Pridobljeno iz [https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&es\\_th=1&ie=UTF-8#q=Basketball%20Shoot%20and%20Players%20Height](https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&es_th=1&ie=UTF-8#q=Basketball%20Shoot%20and%20Players%20Height).
- Lin, K. F. (2002). The Optimal Arc Angles for Shooting a Basketball. Pridobljeno iz <http://www.lightingsciences.ca/pdf/BNEWSEM3.PDF>.
- Markovič, M., Supej, M. in Erčulj, F. (2013). Uporaba programa tracker za kinematično analizo gibanja športnikov. *Revija Šport*, 61(1/2), 29–36.
- Mehanika*. (2014). Pridobljeni iz <http://studentski.net/gradiva/ulj/fmf/fi1/fizika-1.html>.
- Miller, S. in Bartlett, R. (1993). The effects of increased shooting distance in the basketball jump shot. *Journal of sport Science*, 11, 185–293.
- Miller, S. in Bartlett, R. (1996). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of sport Sciences*, 14, 243–253.
- Official rules of the national basketball association 2013–2014*. (27. 9. 2014). NBA. Pridobljeno iz <http://mediacentral.nba.com/media/mediacentral/Official-NBA-Rule-Book.pdf>.
- Okazaki, V. H. A., Rodacki, A. L. F., Dezan, V. H. in Sarraf, F. A. (2006) v Okazaki, V. H. A., Okazaki, F. H. A., Lima, E. S. in Kopp, N. (2008). Basketball shoot and players height. *The FIEP Bulletin*, 78, 627–630. Pridobljeno iz [https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&es\\_th=1&ie=UTF-8#q=Basketball%20Shoot%20and%20Players%20Height](https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&es_th=1&ie=UTF-8#q=Basketball%20Shoot%20and%20Players%20Height).

- Okazaki, V. H. A., Okazaki, F. H. A., Lima, E. S. in Kopp, N. (2008). Basketball shoot and players height. *The FIEP Bulletin*, 78, 627–630. Pridobljeno iz <https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&es th=1&ie=UTF-8#q=Basketball%20Shoot%20and%20Players%20Height>.
- Overview of Video Modeling. (23. 9. 2014). The National Professional Development Center on Autism Spectrum Disorders. Pridobljeno iz <http://autismpdc.fpg.unc.edu/content/video-modeling>.
- Palubinskas, E. (2004). The jump shot. *FIBA assist magazine*, 7, 6–11.
- Podmenik, N. (2010). *Vpliv uvedbe manjše in lažje žoge na natančnost meta na koš pri košarkaricah* (Diplomsko delo). Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Podmenik, N., Supej, M., Erčulj, F. (2011). Kako se tehnika meta na koš spreminja glede na oddaljenost od koša. *Šport*, 59(3), 179–184.
- Rojas, F. M., Cepero, M., Onã, A. in Gutierrez, M. (2000). Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*, 43(10), 1651–1660.
- Satti, S. (2004). The Perfect Basketball Shot. Pridobljeno iz <http://coachjacksonspages.com/drills/Baschet.pdf>.
- Schmidt, R. A., Zelaznik, H. N. in Frank, J. S. (1978). Information processing in motor control and learning. *Academic Press*, 183–203.
- Strojnik, V. in Šarabon, N. (2002). Prediction of squat jump dynamics from differential strength tests. V *Kinesiology* (709–712). Zagreb: Faculty of kinesiology, University of Zagreb.
- Supej, M. (2011). *Biomehanika 1 – učbenik za študente Fakulteta za šport*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport. Pridobljeno iz <http://www.fsp.uni-lj.si/COBISS/monografije/SupejBiomehanika1.pdf>.
- Štrumbelj, E., Vračar, P., Robnik-Šikonja, M. Dežman, B. in Erčulj, F. (2011). Statistična analiza predosti domačega igrišča in vplivov spremembe pravil v 1. A. in 1. B slovenski moški košarkarski ligi. *Revija Šport*, 59(3/4), 102–106. Pridobljeno iz <http://www.fsp.uni-lj.si/COBISS/Monografije/Dezman Struktura kosarkarske.pdf>.
- Štrumbelj, E., Vračar, P., Robnik-Šikonja, M. Dežman, B. in Erčulj, F. (2013). A Decade of Euroleague Basketball: an Analysis of Trends and Recent Rule Change Effects. *Journal of Human Kinetics*, 38, 183–189. Pridobljeno iz <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3827757/>.
- Tang, W. T. in Shung, H. M. (2005). Relationship between isokinetic strength and shooting accuracy at different shooting ranges in Taiwanese elite high school basketball players. *Isokinetics and Excercise Science*, 13, 169–174.
- Teixeira, L. A. (2000). Sobre a Generalidade de Estratégias de Controle Sensório Motor. *Revista Paulista de Educação Física*, 3, 89–96.

- Tufegdžić, T. (1983). *Analiza meta na koš* (Diplomsko delo). Univerza Edvarda Kardelja, Fakulteta za telesno kulturo, Ljubljana.
- Uradna košarkarska pravila 2014*. (27. 9. 2014). KZS. Pridobljeno iz [http://www.kzs.si/fileadmin/user\\_upload/dokumenti3/Tekmovalni\\_sistemi/19\\_8\\_2014\\_Pravila\\_2014\\_KZS.pdf](http://www.kzs.si/fileadmin/user_upload/dokumenti3/Tekmovalni_sistemi/19_8_2014_Pravila_2014_KZS.pdf).
- Vučković, A. (2012). *Biomehanska analiza meta is skoka v košarki* (Diplomsko delo). Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Ljubljana. Pridobljeno iz <http://www.fsp.uni-lj.si/cobiss/diplome/Diploma22052900VuckovicAleksander.pdf>.
- Zatsiorsky, V. M. (2000). *Biomechanics in sport: performance enhancement and injury prevention*. Oxford: International Olympic Committee. Pridobljeno iz [https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDYQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FAndrei\\_Vorontsov%2Fpublication%2F229746875\\_Resistive\\_Forces\\_in\\_Swimming%2Flinks%2F00b7d52d7b6cb226ef000000.pdf&ei=9b\\_vM2zHsuAPIyogZgG&usq=AFQjCNGKCAP5eD1CMZwF0qeGQ6fOqgZpRQ&sig2=g6LAViR\\_dJdKkKH3dNuSPq&bvm=bv.86956481,d.ZWU](https://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0CDYQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FAndrei_Vorontsov%2Fpublication%2F229746875_Resistive_Forces_in_Swimming%2Flinks%2F00b7d52d7b6cb226ef000000.pdf&ei=9b_vM2zHsuAPIyogZgG&usq=AFQjCNGKCAP5eD1CMZwF0qeGQ6fOqgZpRQ&sig2=g6LAViR_dJdKkKH3dNuSPq&bvm=bv.86956481,d.ZWU).
- 2014 official basketball rules*. (22. 10. 2014). FIBA. Pridobljeno iz [http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/BasketballEquipment2014\\_Final\\_V1\\_withCovers\\_LOW.pdf](http://www.fiba.com/downloads/Rules/2014/BasketballEquipment2014_Final_V1_withCovers_LOW.pdf).

## Wikipedija

- Mednarodna košarkarska zveza*. (2014). Wikipedija. Prosta enciklopedija. Pridobljeno iz [http://sl.wikipedia.org/wiki/Mednarodna\\_ko%C5%A1arkarska\\_zveza](http://sl.wikipedia.org/wiki/Mednarodna_ko%C5%A1arkarska_zveza).
- NBA*. (2014). Wikipedija. Prosta enciklopedija. Pridobljeni iz <http://sl.wikipedia.org/wiki/NBA>.
- National Collegiate Athletic Association*. (2015). Wikipedija. Prosta enciklopedija. Pridobljeno iz [http://en.wikipedia.org/wiki/National\\_Collegiate\\_Athletic\\_Association](http://en.wikipedia.org/wiki/National_Collegiate_Athletic_Association).
- Newtonovi zakoni gibanja*. (2014). Wikipedia. Prosta enciklopedija. Pridobljeno iz [http://sl.wikipedia.org/wiki/Newtonovi\\_zakoni\\_gibanja](http://sl.wikipedia.org/wiki/Newtonovi_zakoni_gibanja).
- Programski jezik java*. (2014). Wikipedija. Prosta enciklopedija. Pridobljeno iz [http://sl.wikipedia.org/wiki/Programski\\_jezik\\_java](http://sl.wikipedia.org/wiki/Programski_jezik_java).

## Programska oprema

- Brown, D. (2014). *Tracker* [Računalniški program]. Pridobljeno iz <https://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>.

## Slikovno gradivo

Anthropometer set. (22. 9. 2014). Mentone Education Center. Pridobljeno iz <https://mentone-educational.com.au/product/Harpenden-Anthropometer-Set--PE086>.

Anthropometry (26. 9. 2014). Anthropometry. Pridobljeno iz <http://apk.lab.uui.ac.id/PSKE/Modul/Antropometri%20IP.pdf>.

Sensor in 94Fifty ball. (22. 9. 2014). Damngeeky. Pridobljeno iz <http://www.damngeeky.com/2013/03/02/9292/smart-basketball-with-motion-sensors-to-improve-your-skills.html>.

Steve Nash in Deron Williams. (22. 8. 2012). PicturesDeport. Pridobljeno iz <http://www.picturesdepot.com/basketball/5063/deron+williams+jump+shot.html>

94Fifty Basketball. (23. 9. 2014). iTunes Preview. Pridobljeno iz <https://itunes.apple.com/us/app/94fifty-basketball/id724955707?mt=8>.

94Fifty smart sensor basketball. (22. 9. 2014). Fire Wire Pop Culture Blog. Pridobljeno iz <http://firewireblog.com/2013/11/20/94fifty-smart-sensor-basketball/>.

## 7 PRILOGE

Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	
Ime in priimek:		Letnik:		IGM:	
Klub:		REP:	DA NE	Stož:	
ATT:	ATV:	ADV:	ADD:	AŠD:	

Slika 41: Obrazec za pobiranje osebnih podatkov, osnovnih košarkarskih informacij in antropometričnih mer za celotno košarkarsko ekipo

Ime in priimek:					
Klub:					
		3MES1		3MES2	
	<i>IC</i>	<i>VK</i>	<i>KOŠ</i>	<i>ROT</i>	<i>KOŠ</i>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
SK					

Slika 42: Obrazec za pobiranje kinematičnih parametrov meta na koš



Tabela 19: Normalnost porazdelitve parametrov po igralnih mestih

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
igralno mesto		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<b>Branilci</b>	ATT	0,135	12	,200*	0,983	12	0,993
	ATV	0,125	12	,200*	0,967	12	0,874
	ADV	0,231	12	0,076	0,938	12	0,467
	AŠD	0,182	12	,200*	0,929	12	0,365
	ADD	0,162	12	,200*	0,952	12	0,668
	IČ	0,146	12	,200*	0,938	12	0,469
	IV	0,15	12	,200*	0,902	12	0,168
	IV	0,183	12	,200*	0,872	12	0,069
	MV	0,125	12	,200*	0,983	12	0,992
	MV	0,225	12	0,095	0,931	12	0,392
	RŽ	0,155	12	,200*	0,965	12	0,855
	SV	0,257	12	0,027	0,849	12	0,035
	SV	0,159	12	,200*	0,941	12	0,517
	VK	0,196	12	,200*	0,914	12	0,242
	<b>Drugo</b>	ATT	0,108	19	,200*	0,978	19
ATV		0,183	19	0,094	0,919	19	0,108
ADV		0,278	19	0	0,864	19	0,011
AŠD		0,163	19	,200*	0,944	19	0,312
ADD		0,112	19	,200*	0,976	19	0,884
IČ		0,125	19	,200*	0,982	19	0,963
IV		0,141	19	,200*	0,949	19	0,377
IV		0,119	19	,200*	0,96	19	0,567
MV		0,082	19	,200*	0,992	19	1
MV		0,094	19	,200*	0,979	19	0,924
RŽ		0,095	19	,200*	0,981	19	0,956
SV		0,203	19	0,037	0,957	19	0,517
SV		0,142	19	,200*	0,964	19	0,647
VK		0,13	19	,200*	0,943	19	0,297

a. Lilliefors Significance Correction.

\*. This is a lower bound of the true significance.

**LEGENDA:** ATT – telesna teža; ATV – telesna višina; ADV – dosežna višina; AŠD – širina dlani; ADD – dolžina dlani; IČ – izmetni čas; IV – izmetna višina; MV – minimalna višina; RŽ – rotacija žoge; SV – sprejemna višina; VK – vpadni kot; Test of Normality – test normalnosti porazdelitve parametrov; Statistic – statistična vrednost; df – stopnje prostosti; Sig. – statistična značilnost.

Tabela 20: Normalnost porazdelitve parametrov

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ATT	0,08	31	,200*	0,985	31	0,939
ATV	0,146	31	0,089	0,954	31	0,202
<b>ADV</b>	<b>0,18</b>	<b>31</b>	<b>0,012</b>	<b>0,929</b>	<b>31</b>	<b>0,042</b>
AŠD	0,115	31	,200*	0,968	31	0,469
ADD	0,094	31	,200*	0,983	31	0,9
IČ	0,066	31	,200*	0,989	31	0,984
IV	0,083	31	,200*	0,971	31	0,552
IV	0,071	31	,200*	0,973	31	0,596
MV	0,063	31	,200*	0,993	31	0,999
MV	0,121	31	,200*	0,984	31	0,903
RŽ	0,08	31	,200*	0,987	31	0,958
SV	0,105	31	,200*	0,959	31	0,271
SV	0,103	31	,200*	0,976	31	0,705
VK	0,122	31	,200*	0,959	31	0,281

a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

**LEGENDA:** ATT – telesna teža; ATV – telesna višina; ADV – dosežna višina; AŠD – širina dlani; ADD – dolžina dlani; IČ – izmetni čas; IV – izmetna višina; MV – minimalna višina; RŽ – rotacija žoge; SV – sprejemna višina; VK – vpadni kot; Test of Normality – test normalnosti porazdelitve parametrov; Statistic – statistična vrednost; df – stopnje prostosti; Sig. – statistična značilnost.