

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Športno treniranje
Kondicijsko treniranje

BIOMEHANSKA ANALIZA META IZ SKOKA V KOŠARKI

DIPLOMSKO DELO

MENTOR
izr. prof. dr. Matej Supej

RECENZENT
izr. prof. dr. Frane Erčulj

KONZULTANT
doc. dr. Goran Vučković

AVTOR
Aleksander Vučković

Ljubljana, 2012

Zahvala

Besede niso dovolj...pa vendarle...od srca se zahvaljujem mami Zdenki, bratu Robertu, stari mami Ivanka in očetu Ratku, ki me od začetka mojega športnega udejstvovanja spodbujajo in podpirajo, se z mano veselijo in tudi žalostijo...vem, da jim z mano ni lahko...HVALA JIM ZA VSE!!!

Preminulemu prof. Aleksandru Nikolić bom vedno hvaležen za privilegij, ki ga je zame predstavljalo najino druženje, ko mi je z veseljem posredoval svoje nauke in poglede na šport, košarko...

Za pomoč in spodbudo pri nastajanju diplomskega dela se najiskreneeje zahvaljujem mentorju dr.Mateju Supeju, recenzentu dr.Franetu Erčulju in konzultantu dr.Goranu Vučkoviću. Tako njim, kot tudi dr.Branetu Dežmanu, dr.Mirjam Lasan, dr.Vojku Strojniku in nasploh vsem profesorjem Fakultete za šport v Ljubljani, pa gre moja zahvala, za njihovo nesebično posredovano znanje, vložen trud, doslednost in nasvete, ki se odražajo tudi v moji športno – košarkarski filozofiji in strokovnem udejstvovanju.

KLJUČNE BESEDE: biomehanika, 2D kinematska analiza, košarka, met iz skoka, blokada

BIOMEHANSKA ANALIZA META IZ SKOKA V KOŠARKI

Aleksander Vučković

IZVLEČEK

Diplomsko delo združuje praktični in teoretični področji z raziskovalno dejavnostjo v delo, ki je aplikativno pri strokovnem delu v košarki in v drugih športih. Strokovni kadri naj svojega dela v športu ne bi več bazirali samo na občutkih in predvidevanjih, temveč na modernih tehnologijah, poznavanju teoretičnih modelov in raziskovalnih ugotovitev.

Razlog za takšno diplomsko delo so spremembe v košarki, ki sem jim bil priča pri delovanju v vlogi košarkarskega trenerja. Sodobna košarkarska pravila omogočajo in spodbujajo vedno hitrejšo igro z velikim številom atraktivnih napadov, kar pa se ne odraža v višjih rezultatih na tekmah. Takšno stanje je posledica številnih dejavnikov, sam pa sem se osredotočil na velikokrat slabo izdelano tehniko meta in zato nizko stopnjo preciznosti celo pri najbolj cenjenih košarkarjih. Odločilni vpliv pri odločitvi za biomehansko analizo meta iz skoka pa so imeli njegova učinkovitost in pogostost uporabe na tekmah ter kompleksnost gibalnih vzorcev in posledična zahtevnost izvedbe. V raziskavi je bila opravljena 2D biomehanska analiza meta iz skoka po predhodnem gibanju v situacijah brez in proti različno visoki obrambi. Eksperimentalne situacije so bile oblikovane tako, da so kar najbolje posnemale tekmovalne napadalne akcije. V raziskavi je sodelovalo 5 preizkušancev, ki so skupaj izvedli 48 ponovitev treh različnih eksperimentalnih situacij, ki so bile posnete z dvema kamerama. Posnetki so bili preneseni v računalnik, kjer je bila opravljena sinhronizacija, digitalizacija, interpolacija in ponovna sinhronizacija podatkov vseh posnetkov na trenutek izmeta žoge. Sledili so izračuni parametrov gibanja po fazah izvedbe meta, ki je bil razdeljen na fazo zaleta, zaviranja, pospeševanja, let in doskok. Nadalje je bila opravljena statistična analiza gibanja z vidika časov, hitrosti, položajev in kotov v sklepih. Na koncu pa sta bili izvedeni tudi analizi uspešnosti zadevanja in blokiranja meta.

Med eksperimentalnimi situacijami so bile ugotovljene razlike pri izvedbi posameznih faz, pri trendih spreminjanja posameznega parametra gibanja, pri primerljivosti leve in desne strani telesa ter pri medsebojni povezanosti posameznih parametrov gibanja. Izsledki raziskave kažejo, da imajo preizkušanci dobra avtomatizirano in medsebojno dokaj primerljivo tehniko izvedbe meta, ki pa se razlikuje pri izvedbi v situacijah brez in z obrambo, vendar pa je pri morebitnem posploševanju izsledkov raziskave, zaradi dokaj majhnega števila preizkušancev in ponovitev, potrebna določena mera previdnosti.

KEY WORDS: biomechanics, 2D kinematic analysis, basketball, jump shot, blocking

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF BASKETBALL JUMP SHOT

Aleksander Vučković

ABSTRACT

Theoretical, practical and research areas were combined into thesis which has been intended for professional work in basketball and other sports. Sport experts should not based their work in sport only on feelings and projections, but rather on modern technologies, knowledge of theoretical models and research findings.

The reason for this study has been changes in basketball which I witnessed as a basketball coach. Modern baseball regulations allow and encourage increasingly faster game with increasing number of attractive offenses but which are not reflected in the higher final score of the games. Many factors could be held on for this situation, but I focused on the often poorly designed shooting-technique and therefore a low precision even in the best reputed basketball players. The decision for the biomechanical analysis of jump shot had been based manly on its effectiveness and frequency of use in games and its complex movement patterns and the consequent difficulty of execution as well. 2D Biomechanical analysis of jump shot was carried out in three different situations - without and against two defensive players with different height. Experimental situations were designed to be the best possible replica of the game offense. The study included 5 subjects, who together performed 48 repetitions of three different experimental situations, which were shot with two cameras. Recordings were transferred to a computer where it is carried out dubbing, digitization, interpolation and re-synchronization of all recordings on the moment when ball leaved offensive player's fingers. After that calculation of motion parameters were made for each stage of jump shot, which was divided into run available, braking, acceleration, flight and landing. Afterwards, the statistical analysis was carried out in terms of times, speeds, positions and joint angles. At the end analyses of shooting and blocking success were carried out as well.

Differences between the experimental situations were observed in the implementation of individual stages, the trends of individual motion parameter changes, the comparability of the left and right side of the body and the interconnectedness of individual motion parameters. The survey showed that jump shot technique of the subjects is almost automated and fairly comparable amongst them, but that technique differs in the implementation of the situations with and without defense. In the event of generalizing the research results a certain degree of caution is advisable due to relatively small number of subject and experimental repetitions.

KAZALO

1.0. UVOD	8
1.1. PROBLEM.....	10
1.2. CILJI	11
1.3. HIPOTEZE	12
2.0. METODE DELA	13
2.1. EKSPERIMENTALNA SITUACIJA	13
2.2. PREIZKUŠANCI.....	13
2.3. PRIPOMOČKI.....	14
2.4. POSTOPEK ZAJEMANJA PODATKOV	15
2.4.1. Izdelava raziskovalnega načrta	15
2.4.2. Priprava prostora	15
2.4.3. Postavitev kamer.....	16
2.4.4. Umeritev prostora.....	16
2.4.5. Priprava košarkarjev.....	17
2.4.6. Priprava na izvedbo eksperimentalnih nalog	18
2.4.7. Priprava košarkarjev pred izvedbo eksperimentalnih nalog	18
2.4.8. Izvedba eksperimentalnih nalog	18
2.4.9. Snemanje.....	19
2.4.10. Prenos podatkov – posnetkov v računalnik	19
2.5. RAZDELITEV META IZ SKOKA PO PREDHODNEM GIBANJU NA FAZE	20
2.5.1. Faza zaleta (prehod v gibanje).....	20
2.5.2. Faza zaviranja	21
2.5.3. Faza pospeševanja in izvedbe odrida	22
2.5.4. Faza leta (izvedba meta).....	22
2.5.5. Doskok	23
2.6. OBDELAVA PODATKOV	23
2.6.1. Časovna uskladitev – sinhronizacija video posnetkov.....	23
2.6.2. Digitalizacija – vnos točk	23
2.6.3. Uvoz podatkov	25
2.6.4. Preračun merilnih skal (pika \Leftrightarrow dolžinske mere)	25
2.6.5. Preračun koordinatnega središča in merilnih enot (pika \Leftrightarrow dolžinske mere).....	27
2.6.6. Združevanje podatkov DV mini kamer.....	28
2.6.7. Stopnja skladnosti podatkov	28
2.6.8. Napake in odstopanja	30
2.6.9. Interpolacija iz 25 na 100 Hz	31
2.6.10. Sinhronizacija vseh posnetkov - izračun časa 0	32
2.7. CENTRALNO TEŽIŠČE TELESA NAPADALCA	33
2.8. KOTI V SKLEPIH	35
2.9. HITROST NAPADALCA.....	36
2.9.1. Filtriranje hitrosti napadalca	37
2.10. HITROST ŽOGE	37
2.10.1. Filtriranje hitrosti žoge	37
2.11. ODRIVNI KOT.....	38
2.12. VZLETNI KOT ŽOGE.....	38
2.13. NAGIB TRUPA	39
2.14. USMERJENOST POGLEDA.....	39
2.15. MAKSIMALNA IN MINIMALNA VERTIKALNA ODDALJENOST ŽOGE	40
2.16. ODDALJENOST ŽOGE OD CENTRALNEGA TEŽIŠČA TELESA.....	40
2.17. PRVI KORAK (IZKORAK) IN LET PRI ZALETU	40
2.18. HORIZONTALNA ODDALJENOST CENTRALNEGA TEŽIŠČA TELESA OD SREDIŠČA OPORE PLOSKVE.....	42
2.19. SPREMEMBA VERTIKALNEGA POLOŽAJA ŽOGE.....	42
2.20. VERTIKALNA IN HORIZONTALNA SPREMEMBA POLOŽAJA CENTRALNEGA TEŽIŠČA TELESA	43
2.21. ODDALJENOST ŽOGE OD TEMENA PRED IZMETOM	43
2.22. POVPREČNA HITROST CENTRALNEGA TEŽIŠČA TELESA	44
2.23. POVPREČNE HITROST ŽOGE.....	44
2.24. CENTRALNO TEŽIŠČE TELESA OBRAMBNEGA IGRALCA	44
2.25. IZRAČUN ODDALJENOSTI NAPADALCA OD OBRAMBNEGA IGRALCA	45

2.26. BLOKADA META	46
2.26.1. Časovna odvisnost blokade ($t \neq \text{konst.}; x = \text{konst.}; y = \text{konst.}$).....	48
2.26.2. Horizontalna odvisnost blokade ($x \neq \text{konst.}; y = \text{konst.}; t = \text{konst.}$).....	48
2.26.3. Vertikalna odvisnost blokade ($y \neq \text{konst.}; x = \text{konst.}; t = \text{konst.}$).....	50
2.27. USPEŠNOST ZADEVANJA	51
2.28. STATISTIČNA ANALIZA	51
3.0. REZULTATI Z RAZPRAVO	52
3.1. ČASOVNA OPREDELITEV	52
3.2. FAZE META IZ SKOKA PO PREDHODNEM GIBANJU	53
3.2.1. Faza zaleta.....	53
3.2.2. Faza zaviranja.....	57
3.2.3. Pospeševanje in izvedba odriva.....	61
3.2.4. Oddaljenost obrambnega igralca.....	64
3.2.5. Faza leta.....	65
3.2.6. Doskok.....	74
3.2.7. Uspešnost zadevanja.....	76
3.2.8. Blokada meta.....	77
3.3. ANALIZA CELOSTNE IZVEDBE META IZ SKOKA PO PREDHODNEM GIBANJU.....	79
3.3.1. Višina centralnega težišča telesa.....	80
3.3.2. Hitrost gibanja napadalca.....	81
3.3.3. Horizontalna oddaljenost težišča od središča oporne ploskve	83
3.3.4. Hitrost gibanja žoge	84
3.3.5. Oddaljenost žoge od napadalca.....	85
3.3.6. Vertikalna oddaljenost žoge od tal	88
3.3.7. Koti v sklepih	89
4.0. SKLEP.....	95
5.0. VIRI.....	103

1.0. UVOD

V svetu današnjega vrhunškega športa se strokovnjaki pri svojem delu ne morejo več zanašati samo in zgolj na izkušnje, občutke, opazanja ali predvidevanja. Vse te lastnosti so seveda tudi dandanes še vedno potrebne in pomembne, ker velikokrat prav te še vedno razlikujejo dobre, zelo dobre ali celo odlične od tistih res vrhunskih, zmagovalnih ("šampionskih") strokovnjakov določene športne zvrsti. Poleg navedenih lastnosti pa je danes potrebno za odgovorno in strokovno delu v športu le tega bazirati na strokovni izobraženosti, teamskem pristopu, interdisciplinarnosti, poznavanju in upoštevanju teoretičnih modelov, raziskovalnih izsledkov in ugotovitev ter tudi na uporabi modernih tehnologij.

Košarka se razvija, tako kot ves šport, sočasno z bliskovitim multidisciplinarnim razvojem človeštva in tehnologije. Še pred desetletjem ali dvema si je bilo tako rekoč skoraj nemogoče predstavljati, da bi lahko za skoraj vsako moštvo in za skoraj vsakega posameznega košarkarja, pridobivali natančne statistične podatke in številne ostale informacije ter celo video posnetke in to skoraj v realnem času. Strokovnjaki so bili prepuščeni svoji iznajdljivosti in verodostojnosti zapisov različnih oglednikov oziroma informacijam, do katerih so prihajali na takšen ali drugačen način preko zvez in poznanstev. Danes pa je mogoče pridobiti video posnetek skoraj vsake tekme, mogoče je spremljati uradne statistične in druge podatke o košarkarju in njegovi preteklosti ter tako slediti njegovemu razvoju in si na osnovi tega tudi ustvariti sliko o njegovem nadaljnjem potencialu. Vse te informacije, ki so na razpolago v današnjem času, so lahko odličen vir za številne analize. Lahko jih uporabimo pri taktični pripravi na tekme, pri analiziranju gibanja, za odkrivanje in popravljanje napak, za izboljšanje vizualne predstave in še v številne druge namene. Uporaba številnih razpoložljivih informacij je v košarki splošno razširjena predvsem pri taktični pripravi in v statistične namene, veliko redkeje oziroma skoraj nikoli pa za analizo gibanja.

Košarka je kompleksna situacijska športna igra z izmenjujočima se fazama napada in obrambe, za katero so značilna ciklična in aciklična gibanja brez in z žogo. Igralna uspešnost v košarki sestoji iz uspešnosti igranja napada in obrambe ter zavisí od številnih dejavnikov, kot so konativne lastnosti, kognitivne sposobnosti, motorične sposobnosti, morfološke razsežnosti, tehnično – taktično znanje in kondicijska priprava.

Sodobna košarka je vedno bolj obrambno naravnana, njen razvoj pa poteka v smeri, ki za model uporablja "atletski" tip košarkarja z dominantnim vplivom kombinacije moči, hitrosti in koordinacije. Večja hitrost in dinamičnost moderne košarke, ter skrajšanje napada s 30 na 24 sekund, se odražajo v hitrejši igri in povprečno večjem številu napadov in metov na košarkarski tekmi, kar bi se posledično moralo odražati tudi v povprečno višjih končnih rezultatih tekem. Vendar temu ni tako. Vzroke je moč iskati v agresivnejših obrambah z več kontakta, v atletskem tipu košarkarjev, katerih trening se zelo razlikuje od treninga v preteklostih in pa tudi v spremembi same košarkarske filozofije. V preteklosti je veljalo, da je potrebno doseči koš več od nasprotnika, danes pa je vse pogosteje v veljavi moto, da je potrebno prejeti koš manj od nasprotnika.

Hay (1994) je opredelil met na koš v košarki kot osnovno metodo za doseganje točk (košev) in kot najpogosteje uporabljano tehnično prvino košarkarske igre. Navkljub temu pa lahko danes tudi na najvišjih ravneh košarkarskih tekmovanj pogostokrat vidimo košarkarje, ki imajo ob npr. izredni hitrosti in eksplozivnosti, zelo slabo izdelano tehniko meta in posledično izrazito nizko stopnjo preciznosti. Dokaj pogost je tako celo pojav, da košarkar pri izvajanju prostega meta zgreši cel koš, pa čeprav gre za izvedbo meta iz mesta v skoraj standardiziranih pogojih.

V preteklosti je bil košarkar lahko uspešen npr. tudi z metom s tal dokaj blizu koša. To se je spremenilo zaradi spremembe košarkarskih pravil in zaradi že navedenih smernic razvoja sodobne košarke. Danes mora košarkar zato, da bo dosegel koš iz igre, vložiti vedno večji napor, ker so v sodobni košarki meti izvršeni iz vedno večjih oddaljenosti od koša, pripravljalna gibanja pred metom morajo biti vedno bolj dinamična in hitrejša ter odziv višji. Zaradi navedenega je v sodobni košarki met iz skoka ena izmed najučinkovitejših in zelo pogosto uporabljenih košarkarskih prvin, ki ob optimalni izvedbi košarkarju omogoča doseganje koša.

Hess (1980) opisuje met iz skoka kot najpomembnejšega izmed metov. Rojas idr. (2000) navajajo statistične podatke iz španske košarkarske ACB lige, kjer je met iz skoka ena izmed najpogosteje uspešno uporabljenih tehnik meta, s katero je bilo v letu 1997 doseženih kar 41% vseh točk. Okazaki, Okazaki, Lima in Kopp (2008) opisujejo met na koš kot najpomembnejši tehnični element v košarki, ki ga je najtežje učiti zato, ker številni faktorji vplivajo na njegovo izvedbo.

Met iz skoka je zaradi kompleksnosti gibalnih vzorcev verjetno najzahtevnejša oblika meta na koš, katere učenje pravilne izvedbe in učinkovite uporabe zahteva veliko časa, dovolj predznanja v smislu obvladanja drugih tehnik meta ter zadovoljive ravni motoričnih sposobnosti. Rekreativni košarkarji, začetnik in otroci večinoma ne zadostijo kateremu izmed navedenih potrebnih pogojev za izvedbo meta iz skoka, zato je zanje ta košarkarska prvina preveč zahtevna oziroma je potrebna postopnost pri njenem učenju in uporabi. Športni in tako tudi košarkarski trenerji pa pri svojem delu kot model določene prvine (npr. met iz skoka) pogosto uporabijo vrhunskega – profesionalnega športnika, katerega izvedbo nato skušajo aplicirati na športnika s katerim delajo. Običajno imajo najboljši profesionalni športniki zelo dobro oziroma kar najboljšo tehniko izvedbe določene prvine, vendar pa jih pri tem ne gre posnemati ali v reducirani ("pomanjšani") obliki celo prenašati na delo z otroci ali povprečnimi športniki. Vrhunski športniki namreč izvajajo določeno prvino v povsem svojem stilu, ki je prilagojen njihovim individualnim značilnostim, ki se običajno zelo razlikujejo od značilnosti začetnikov in otrok. Na osnovi številnih faktorjev vpliva in individualnih razlik med košarkarji je mogoče zaključiti, da med košarkarji verjetno prihaja do precejšnjih razlik pri izvedbi tako kompleksne prvine kot je met iz skoka.

Kompleksnost meta v košarki in tako še posebno meta iz skoka, situacije v katerih se med igro izvaja in faktorji, ki na izvedbo vplivajo, zahtevajo obravnavo iz več vidikov:

- vrsta meta ("standarden" met, met preko glave, polaganje),
- vidik dinamičnosti (statično, v ali po gibanju),
- predhodna tehnična prvina (vodenje, lovljenje, varanje),
- orientiranost oziroma usmerjenost telesa,
- višina izmeta,
- oddaljenosti od koša,
- z ali brez nasprotnika (obrambe).

Preučevanje meta je bilo v študijah različnih avtorjev obravnavano iz različnih zornih kotov:

1. VRSTA META
Brancazio (1981) in Hay (1994) sta raziskovala vpliv osnovnih tehnik meta.
2. ODDALJENOST OD KOŠA
Diehl, Tant, Emmons in Osborn (1993), Elliott(1992), Miller in Bartlet (1996), Walters, Hudson in Bird (1990) so preučevali met z vidika oddaljenosti od koša.
3. VIDNO POLJE
Oudejans, Langenberg in Hutter (2002) in Ripoll, Bard in Paillard (1986) so preučevali kakšen vpliv vidnega polja na met.
4. OPREMA (VELIKOST IN TEŽA ŽOGE)
Okazaki in Rodacki (2005) in Satern (1993) so raziskovali vpliv velikosti in teže košarkarske žoge na izvedbo meta.
5. SPOL
Elliott in White (1989) in Satern (1993) so raziskovali vpliv spola na koordinacijske (gibalne) vzorce pri metu na koš.
6. TELESNA VIŠINA KOŠARKARJA
Okazaki idr. (2008) so raziskovali kinematiko meta različno visokih košarkarjev.
7. KAKOVOST KOŠARKARJA
Hudson (1985) in Button, Macleod, Sanders in Coleman (2003) so raziskovali izvedbo meta v odvisnosti od izkušenosti oziroma ravni znanja (usposobljenosti).
8. NASPROTNIK (OBRAMBA)
Rojas idr. (2000) so raziskovali kakšen vpliv ima nasprotnik (obramba) na izvedbo meta.

1.1. Problem

Košarkar lahko pride na tekmi do posesti žoge na več načinov. Žogo lahko ulovi po sodniškemu metu ali po metu na koš, lahko prestreže nasprotnikovo podajo, lahko jo izbije oziroma odvzame nasprotniku, ko jo ta vodi ali drži v rokah, lahko mu jo poda soigralec ali pa mu jo vroči sodnik po nasprotnikovem prekršku ali napaki. Izmed navedenih situacij pa igralec v fazi napada najpogosteje oziroma največkrat prejme žogo po podaji soigralca in nato izvede katero izmed napadalnih akcij – vrže na koš, preide v vodenje ali poda žogo naprej soigralcu.

Košarkarska pravila so tisti omejitveni dejavnik, ki določa in usmerja razvoj in potek košarkarske igre oziroma tekme. Upošteva je košarkarska pravila lahko igralec z žogo v fazi napada spreminja svoj položaj v prostoru na mestu s pivotiranjem (sprememba položaja enega stopala – pivotnega stopala), v gibanju (sprememba položaja obeh stopal) brez vodenja žoge (dvokorak za met ali podajanje), v gibanju z vodenjem žoge ali z oddajo žoge v zraku (podaja, met) pred ponovnim kontaktom stopal s tlemi.

Košarka je situacijska športna igra visoke dinamičnosti z neposrednim stikom dveh moštev, zato se je nemogoče povsem izogniti situacijam, ko obrambni igralec ne uspe dovolj dobro kriti napadalca oziroma, ko obrambni igralec in celotna obramba zamujata in zato napadalec ostane za trenutek neoviran – nepokrit. Takšnih situacij si napadalno moštvo želi in je to tehnično – taktičen smisel košarkarskega napada in

zamisel vsakega trenerja, medtem ko se obrambno moštvo temu skuša čim bolj izogibati. Moštva in trenerji skušajo takšne situacije reševati na različne načine. Nekateri se pri tem poslužujejo enostavnih prevzemanj, kompleksnejših prevzemanj na strani pomoči in rotaciji dela ali celotnega moštva (peterke) na igrišču. Ne glede na to ali obrambno moštvo igra osebno, katero izmed conskih obramb ali pa mogoče kombinirano obrambo, pa lahko napadalno moštvo ob primernem izboru in izvedbi napadalnih akcij doseže tako imenovani višek v napadu oziroma situacijo, ko napadalec za trenutek ostane nepokrit. V kolikor napadalec nadalje pravilno in pravočasno reagira, je v nadaljevanju obramba zelo ranljiva. Poruši se osnovna strategija branjenja obrambnega moštva, ki se mora zato povsem prilagoditi napadalnemu moštvu z uporabo katere od nadomestnih obrambnih strategij oziroma z rešitvijo (prevzemanja, rotacije), ki običajno v nadaljevanju privede do še ugodnejših situacij za napadalno moštvo (nižji obrambni igralec pokriva višjega napadalca, počasnejši obrambni igralec pokriva hitrejšega napadalca, prostorsko slaba razporeditev obrambnih igralcev, ...) in do dokončne kapitulacije obrambe oziroma do zadetka napadalnega moštva.

Dosedanje navedbe so bile v kar največji možni meri upoštevane pri izbiri eksperimentalne situacije. Navkljub vsemu pa je bil odločilni dejavnik izbora ta, da izbrana situacija kar najbolje ponazarja realno igralno situacijo, ko zaradi poprej uspešno izvedenih napadalnih dejavnosti svojega moštva ostane napadalec za trenutek nepokrit. V nadaljevanju pa o poprej uspešno ali neuspešno izvedenih moštvenih napadalnih akcijah ne bo več govora, ker te niso predmet same raziskave. Osnovni namen raziskave je analiza nadaljevanja napadalčeve akcije in to od trenutka, ko ima oziroma prejme žogo v svojo posest, do trenutka, ko s košem skuša kaznovati obrambo.

1.2. Cilji

Met iz skoka se zaradi visoke dinamičnosti sodobne košarke skoraj nikoli ne izvaja brez raznih predhodnih gibanj. Pri tem gre za gibanja brez žoge (odkrivanja, vtekanja, izhodi iz blokad, ...) ali z žogo (vodenje, preigravanje). Tako je mogoče že z natančnejšim opazovanjem zaznati, da se košarkarji razlikujejo tako pri izvedbi predhodnih gibanj, kot tudi pri sami izvedbi in učinkovitosti meta iz skoka. Že uvodoma pa je bilo navedeno, da dandanes opazovanje in občutki niso dovolj za resno in odgovorno strokovno delo, zato je bil izreden pomen meta iz skoka v sodobni košarki, v kombinaciji z uporabo modernih tehnologij, vodilo za pridobivanje relevantnih biomehanskih podatkov te košarkarske prvine.

Iz problema in predmeta dela so bili nadalje izpeljani raziskovalni cilji:

1. Ali napadalci izvajajo met iz skoka po predhodnem gibanju na podoben način in ali je razviden podoben biomehanski vzorec gibanja?
2. Kako napadalci izvajajo met iz skoka po predhodnem gibanju iz vidika položajev žoge, položajev telesnih segmentov, kotov v telesnih sklepih, višine CTT, časovne usklajenosti posameznih gibov in hitrosti gibanja?
3. Ali imajo posamezne kinematske spremenljivke različen vpliv na izvedbo in ali je zato moč govoriti o različnih vrstah meta iz skoka po predhodnem gibanju?
4. Ali je mogoče iz biomehanskega gledišča izvedbo meta iz skoka po predhodnem gibanju razdeliti na posamezne faze?

5. Ali napadalci izvržejo žogo pod enakim vzletnim kotom in z enako začetno hitrostjo ne glede na igralno situacijo?
6. Ali imajo napadalci avtomatizirano gibanje izvajanja te košarkarske prvine iz vidika opazovanih kinematskih spremenljivk?
7. Ali skupni košarkarski trening privede do podobnega izvajanja košarkarske prvine iz vidika opazovanih kinematskih spremenljivk?
8. Ali oziroma kako vpliva stresnost igralne situacije oziroma gibanje obrambnega igralca na izvedbo meta iz skoka po predhodnem gibanju?
9. Ali je za uspešno blokiranje meta v okviru uradnih košarkarskih pravil pomembnejša dosežna višina ali časovna natančnost ("timing") obrambnega igralca?

Na postavljene cilje bo študija odgovorila z natančnim biomehanskim (kinematskim) popisom napadalčevega gibanja z vidika položajev, časov, hitrosti, višin, trajektorji gibanja in kotov v sklepih pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju.

1.3. Hipoteze

- H₀₁** Pri metu iz skoka po predhodnem gibanju se zalet, v situacijah brez obrambe, proti enako visokemu in proti višjemu obrambnemu igralcu, ne razlikuje glede časovnega poteka, položajev, kotov in hitrosti.
- H₀₂** Pri metu iz skoka po predhodnem gibanju se faza zaviranja in priprave odriva, v situacijah brez obrambe, proti enako visokemu in proti višjemu obrambnemu igralcu, ne razlikuje glede časovnega poteka, položajev, kotov in hitrosti.
- H₀₃** Pri metu iz skoka po predhodnem gibanju se faza pospeševanja in izvedbe odriva, v situacijah brez obrambe, proti enako visokemu in proti višjemu obrambnemu igralcu ne razlikuje glede časovnega poteka, položajev, kotov in hitrosti.
- H₀₄** V situacijah proti obrambnemu igralcu sta odzivni kot in odzivna hitrost neodvisni od horizontalne oddaljenosti obrambnega igralca v trenutku odskoka.
- H₀₅** Pri metu iz skoka po predhodnem gibanju se faza leta, v situacijah brez obrambe, proti enako visokemu in proti višjemu obrambnemu igralcu, ne razlikuje glede časovnega poteka, položajev, kotov in hitrosti.
- H₀₆** Pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju, v situacijah brez obrambe, proti enako visokemu in proti veliko višjemu obrambnemu igralcu, ni razlik v vertikalni spremembi košarkarjevega položaja in kota v kolenih med njegovima najnižjima položajema v fazi zaviranja in priprave odriva in pri doskoku in v horizontalni spremembi košarkarjevega položaja med položajema pri odrivu in doskoku.
- H₀₇** Pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju ni razlike v odstotku zadetih metov v situacijah brez obrambe, proti enako visokemu in proti višjemu obrambnemu igralcu.
- H₀₈** Uspešnost blokiranja meta je neodvisna od pravočasnosti, dosežne višine in horizontalne oddaljenosti obrambnega igralca od napadalca.

2.0. METODE DE LA

2.1. Eksperimentalna situacija

Eksperimentalna situacija je bila izbrana oziroma oblikovana tako, da je posnemala tekmovalno napadalno akcijo. Napadalec je prešel v frontalno gibanje v globino namišljene obrambe, s čimer se je izognil namišljenemu obrambnemu igralcu, ki se mu je približeval lateralno (običajno branilec ali krilni igralec). V višini črte prostega meta se je napadalec zaustavil v met iz skoka, s čimer se je skušal izogniti posredovanju obrambnega igralca, ki se mu je približeval frontalno (običajno center, krilni center ali krilni igralec).

Eksperimentalna situacija je bila strukturirana od trenutka, ko je imel napadalec žogo v svoji posesti na sredinskem branilskem položaju (izza črte 6,25 m), od koder je prehajal v gibanje s prodorom v globino nasprotnikove obrambe. Tovrstne napadalne akcije so značilne za branilce proti vsem vrstam obramb, zato so bili v raziskavi sodelujoči košarkarji izbrani iz branilskih vrst. Predpostavka uspešnega in pravočasnega frontalnega gibanja napadalca je v eksperimentalni situaciji izničila potrebo po poprej navedenem lateralno približujočem obrambnem igralcu. Nadaljevanje akcije je temeljilo na predpostavki različne uspešnosti napadalčevega začetnega gibanja oziroma na tem, da se je obramba različno uspešno odzivala na nasprotnikove predhodne napadalne akcije. Navedeno je bila osnova za izdelavo treh scenarijev nadaljevanja napadalčeve akcije:

1. Obramba je bila razbita; napadalec je metal na koš povsem neoviran.
2. V obrambi je prišlo do prevzemanja; napadalca je pri metu oviral približno enako visok obrambni igralec (branilca prevzame in ovira drugi branilec ali nizko krilo).
3. V obrambi je prišlo do prevzemanja; napadalca je pri metu oviral višji obrambni igralec (branilca prevzame in ovira center, krilni center ali visoko krilo).

2.2. Preizkušanci

Raziskava je bila izvedena v sodelovanju z igralci mladinskega moštva KD Postojna. Na prostovoljno sodelovanje je bilo pripravljeno celotno moštvo, nakar je bilo za sodelovanje v raziskavi izbranih 5 košarkarjev. Izbor ni bil izvršen naključno, ampak z upoštevanjem strukture eksperimentalne situacije in njenega namena, da v kar največji možni meri ponazarja realno igralno situacijo značilno za igro košarkarjev na igralnem mestu branilca. Osnovni kriterij izbora je bilo igralno mesto branilca. Iz razpoložljivega nabora branilcev je bil nadaljnji kriterij izbora čim večja morfološka podobnost in košarkarska izkušnost (košarkarski staž). Z upoštevanjem navedenih kriterijev so bili izbrani štirje branilci in višji krilni košarkar. Pri izboru visokega košarkarja so bili kriteriji izbora čim višja telesna višina in posledično dosežna višina in dober občutek za blokiranje meta. Izbrani krilni košarkar je v zadnjih dveh sezonah v 1. slovenski košarkarski ligi za mladince povprečno blokiral 2,21 meta/tekmo.

V raziskavi so branilci izvajali tako napadalne eksperimentalne naloge, kot tudi dodatne obrambne naloge, medtem ko je krilni košarkar izvajal le obrambne naloge.

Vsi preizkušanci so bili desničarji, branilci so bili visoki $184 \text{ cm} \pm 0,5 \text{ cm}$ in teški $73 \text{ kg} \pm 1,0 \text{ kg}$. Krilni košarkar je bil visok 202 cm in težak 89 kg . Igralci skupaj trenirajo 10 let $\pm 1,0$ leto.

2.3. Pripomočki

Pripomočki in tehnična oprema uporabljeni v raziskavi:

1. Košarkarska žoga SPALDING TF-1000 (Russell Corp., Alexander City, AL, ZDA)
2. Digitalna video mini kamera JVC GR-D 30E s priborom (JVC KENWOOD Corp., Yokohama, Japonska)
3. Digitalna video mini kamera SONY DCR-TRV 14E s priborom (Sony Corp., Tokio, Japonska)
4. Prenosni računalnik HP Pavilion zv6180 (Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, ZDA)
5. Računalniška programska oprema:
 - a) Pinnacle Studio 9 (Avid Technology, Inc., Burlington, MA, USA)
 - b) VirtualDubMod (<http://sourceforge.net/projects/virtualdubmod/files>)
 - c) AviMes 2 (ISC s.p., Kranjska Gora, Slovenija)
 - d) Microsoft Office 10 (Microsoft Corp., Redmond, WA, ZDA)
 - e) MATLAB R2007a (The MathWorks, Inc., Natick, MA, ZDA)
 - f) IBM SPSS Statistics 19 (International Business Machines Corp., Armonk, NY, ZDA)
6. Stojali za digitalni video kameri
7. Stojali za skok v višino
8. Atletska štartna klapa
9. Lepilni trakovi različnih barv
10. Merilni trakovi

Pri pripravi prostora za izvedbo eksperimentalnih nalog so bili uporabljeni stojali za skok v višino, merilni trakovi in lepilni trakovi različnih barv. Lepilni trakovi so bili uporabljeni tudi pri pripravi košarkarja oziroma pri označevanju za nadaljevanje raziskave relevantnih točk (sklepov) pri košarkarju.

Za snemanje eksperimentalnih situacij sta bili uporabljeni 25 Hz digitalni video mini kameri JVC GR-D 30E in SONY DCR-TRV 14E ter dve zelo stabilni stojali za digitalni video kameri. Zaradi natančnejše in enostavnejše nadaljnje obdelave posnetega video materiala je bila kot sprožilec (časovna sinhronizacija) uporabljena atletska štartna klapa.

Košarkarji so v eksperimentalnih situacijah uporabljali košarkarsko žogo, ki jo redno košarkarji uporabljajo pri vadbi in na tekmah. To je s strani FIBA odobrena košarkarska žoga SPALDING TF-1000, velikosti 7, z obsegom 780 mm in premerom 248,28 mm.

V športni dvorani posneti video material je bil prenesen v računalnik s pripadajočo strojno in programsko opremo, kjer je bil za potrebe raziskave nadalje obdelovan.

2.4. Postopek zajemanja podatkov

2.4.1. Izdelava raziskovalnega načrta

V poglavju 1.0 Uvod je bila natančno razložena eksperimentalna situacija s postavljenimi cilji, ki pa jo je bilo potrebno udejanjiti in izvesti na način, da je bilo mogoče slediti in doseči raziskovalne cilje in rezultate, ki so potrdili ali ovrgli zastavljene hipoteze. V ta namen je bil izdelan in nato izveden eksperimentalni načrt, ki bo boljše predstavljen v nadaljevanju.

Najprej se je bilo potrebno odločiti za način dela oziroma določiti metodologijo dela. Pri odločitvi za dvo dimenzionalno (2D) tehniko zajemanja podatkov in posledično za 2D analiziranje gibanja so bili upoštevani zastavljeni raziskovalni cilji, sama narava košarkarskega meta in eksperimentalne naloge ter tudi dosedanje raziskave s tega področja. Button idr. (2003); Knudson (1993); Okazaki in Roadcki (2005) namreč ugotavljajo, da je met v košarki izveden pretežno v eni ravnini (sagitalni) in zato zadostuje 2D analiza gibanja.

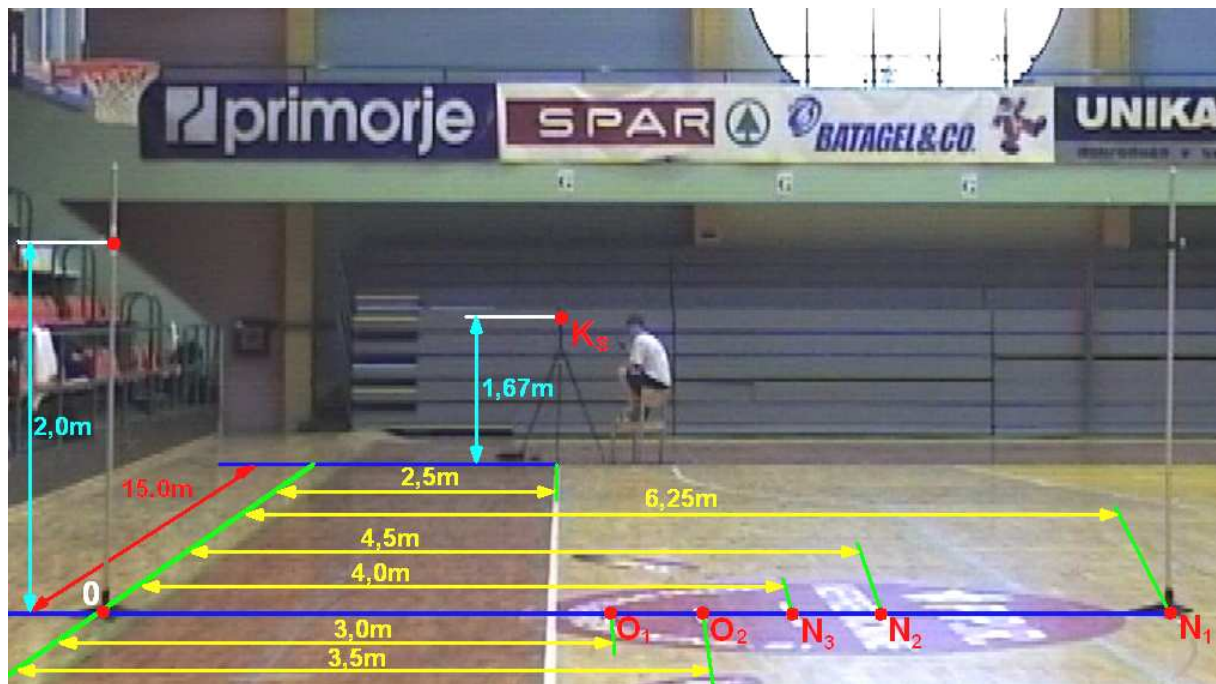
2.4.2. Priprava prostora

Pred izvedbo eksperimentalnih nalog je bil najprej potrebno pripraviti prostor na košarkarskem igrišču v športni dvorani. Eksperimentalne naloge so bile izvedene na košarkarskem igrišču, ki ima še vedno začrtane "stare" črte polja omejitve, ki so bile v uporabi do košarkarske sezone 2009/2010. Tako je bilo polje omejitve treh sekund še vedno trapez in črta meta za tri točke na oddaljenosti 6,25m od koša. Razlike med "starimi" in "novimi" črtami košarkarskega igrišča niso imele nikakršne povezave ali vpliva na raziskavo, zato jim ne bo namenjena nadaljnja pozornost.

Vse dodatne oznake na parketu, potrebne za izvedbo eksperimenta, so bile izvedene z uporabo lepilnega traku. Najprej je bila označena tlorisna projekcija središča obroča koša na tleh, ki je bila v nadaljevanju priprav uporabljena kot referenca oziroma izhodišče pri vseh meritvah in za vse preostale oznake v prostoru. Tlorisna projekcija središča obroča koša na tleh je bila kot referenčna točka uporabljena tudi pri vseh nadaljnjih raziskovalnih postopkih in izračunih zato je v nadaljnjem tekstu poimenovana kot izhodišče. Tlorisna projekcija obroča in vse preostale mere oziroma označbe so se nahajale na srednjici, ki razpolavlja na parketu zarisani trapez in ki je bila odmerjena od obstoječih črt na parketu košarkarskega igrišča. Nadalje je bilo označenih še pet dodatnih črt, ki so bile neposredno povezane z eksperimentalnimi nalogami in ki so razvidne na Sliki 1. Črta (O_1), ki je bila od izhodišča oddaljena 3,0 m je označevala mesto, kjer je obrambni igralec začel s svojim gibanjem, medtem ko je črta (O_2) 3,5 m od izhodišča označevala mesto na katerem se je obrambni igralec odpravil oziroma skušal blokirati met napadalca. Odrivno mesto (N_3), kjer je napadalec izvajal met iz skoka se je nahajala 4,0 m od izhodišča. Črta (N_2) 4,5 m od izhodišča je označevala tisto mesto, ki je služilo obrambnemu igralcu kot orientacija oziroma štartni signal za začetek njegovega gibanja. Obrambni igralec je začel s svojim gibanjem, ko je bil napadalec na črti oziroma ko je prehajal preko te črte. Izhodiščno mesto napadalca pa je označevala črta (N_1) oddaljena 6,25 m od izhodišča.

2.4.3. Postavitev kamer

Prostor, ki sta ga kameri morali pokriti pri izvajanju eksperimentalnih nalog je narekoval to, kako bosta kameri postavljeni v prostoru. Kameri sta bili na identičnih stojalih postavljeni v prostor tako, da sta zajeli celotno izvedbo eksperimentalnih nalog ne da bi se ob tem kakorkoli premikali (obračali). Kameri sta bili postavljeni pravokotno na ravnino izvajanja eksperimentalnih nalog tako, da sta zagotavljali horizontalno pokritost prostora od izhodiščnega mesta napadalca (N_1) do zadnjega roba košarkarske table in vertikalno pokritost prostora od tal pa skoraj do stropa dvorane. Na ta način so bile eksperimentalne naloge zagotovo posnete tako z vidika vseh košarkarjevih gibanj, kot tudi z vidika gibanja in leta žoge do trenutka, ko ta prileti ali se odbije od koša.



Slika 1: Priprava prostora.

LEGENDA: 0...izhodišče; K_S ...leča kamere SONY; O_1 ...izhodiščno mesto obrambnega igralca; O_2 ...odrivno mesto obrambnega igralca; N_1 ...izhodiščno mesto napadalca; N_2 ...točka za začetek gibanja obrambnega igralca; N_3 ...odrivno mesto napadalca - mesto izvedbe meta iz skoka

Gledano iz napadalčevega zornega kota sta bili kameri postavljeni v njegovi sagitalni ravnini tako, da je bila JVC kamera na njegovi levi, SONY kamera pa na desni strani. Kameri sta bili druga od druge oddaljeni 30 m oziroma kot je razvidno iz Slike 1 na razdalji 15 m od srednjice, 2,5 m od tlorisne projekcije središča obroča koša na tleh in na višini 1,67 m od tal.

2.4.4. Umeritev prostora

Umeritev prostora je bila potrebna zaradi nadaljnje obdelave posnetega video materiala oziroma pri pretvorbi digitalnih mer (pika) na video posnetkih v dolžinske mere (dimenzije).

Umeritev prostora je bila izvršena z dvema stojaloma za skok v višino, ki imata gravirano natančno merilno skalo in ki sta bili zaradi boljše kontrastne vidljivosti na video posnetku na potrebnih višinah dodatno obarvani z lepilnim trakom v črno–belo. Stojali sta bili postavljeni na višino natanko 2,0 m, s čimer je bila za nadaljevanje raziskovalnih postopkov natančno opredeljena vertikalna (y) dimenzija.

Stojali sta bili postavljeni v prostor tako, da je bilo prvo stojalo pod obročem na tlorisni projekciji središča obroča na tleh (Slika 1; točka 0), drugo stojalo pa je bilo postavljeno na napadalčevo izhodiščno mesto (Slika 1; točka N₁). Razdalja med stojaloma je v nadaljevanju opredeljevala horizontalno (x) dimenzijo in je znašala 6,25 m.

2.4.5. Priprava košarkarjev

Pred začetkom izvajanja in snemanja eksperimentalnih nalog je bilo potrebno košarkarje pravilno opremiti oziroma za raziskavo relevantne telesne sklepe markirati in narediti čim bolj kontrastno izstopajoče zato, da so bili pri nadaljnji obdelavi video posnetkov kar najboljše vidni. Markirane oziroma izbrane točke so bile določene v eksperimentalnem načrtu glede na raziskovalne cilje in z upoštevanjem navodil in antropometričnih podatkov kot jih podaja Winter (2009). Markiranje oziroma kontrastnost relevantnih točk je bila izvedena z lepilnimi trakovi, s kvadratnimi trakci različnih barv velikosti 25 x 25 mm. Različne barve kvadratkov so bile uporabljene zato, ker so bili košarkarji v obutvi in oblačilih različnih barv. Tovrstno markiranje pa se ni najbolje obneslo, ker obutev in oblačila niso bile samo raznobarna, ampak so bila oblačila tudi različno oprijeta in so se zato pri izvedbi eksperimentalne naloge gubala in premikala. Zaradi navedenega sta bila pri nadaljnji obdelavi video posnetkov potrebna zbranost in veliko ročnega dela za razbiranje in označevanje markerjev.

Težave so nastopile že med markiranjem, ko je bilo potrebno spremeniti prvotni načrt, da se komolec, zapestje in prste roke (kazalec) oblepi z lepilnim trakom v obliki obroča. Pri tovrstnem markiranju so se košarkarji pritoževali nad nelagodjem in občutkom omejenosti oziroma utesnjenosti. Takšno že vnaprej izraženo nelagodje in nesproščenost bi lahko negativno vplivali na izvedbo eksperimentalnih nalog, zato se je tudi te točke markiralo z lepilnimi trakci 25 x 25 mm.

Že v fazi izdelave raziskovalnega načrta sta se uho in teme napadalca izkazala kot izredno težavna za markiranje. Kljub poizkusu uporabe uhan in naglavnega traku se navedena pripomočka nista izkazala kot uporabna. Tako se na poizkusnih video posnetkih z razdalje 10 m uporabljenega uhana zaradi majhnosti ni dalo razbrati, medtem ko naglavni trak ni nič kaj bolje definiral temena. Od takšnega markiranja se je zato takoj odstopilo in so bili tako ti dve telesni točki, kot tudi središče žoge, pri nadaljnji obdelavi posnetkov digitalizirani (označeni) brez poprejšnjega markiranja.

Težave pri markiranju so posledično prispevale k temu, da so bili nadaljnji postopki obdelave posnetega video materiala zelo zamudni in so pri obdelavi zahtevali visoko mero zbranosti.

2.4.6. Priprava na izvedbo eksperimentalnih nalog

Košarkarjem so bile pred samo izvedbo eksperimentalne naloge natančno razložene. Branilec in tudi krilnemu igralcu, pa čeprav je v raziskavi opravljal le obrambno vlogo, sta bila natančno opisani in demonstrirani tako napadalna, kot tudi obrambna eksperimentalna vloga.

Podana navodila (oznake položajev so razvidne na Sliki 1):

a) **NAPADALEC**

Žogo je imel v svoji posesti v začetnem položaju izza črte N_1 . Po umiku sinhronizatorja s štartno klapo je začel z napadalno akcijo tako, da je prešel v premočrtno gibanje z vodenjem žoge do črte N_3 , kjer je izvedel met iz skoka.

b) **OBRAMBNI IGRALEC**

Stal je v začetnem položaju za črto O_1 in začel z gibanjem v trenutku, ko je napadalec stopil preko črte N_2 . Z gibanjem je nadaljeval proti črt O_2 , kjer je skušal ovirati in blokirati napadalčev met. Žoge napadalcu ni smel izbijati iz rok, ampak je moral poizkusiti blokirati met skladno s košarkarskimi pravili od trenutka, ko žoga zapusti napadalčevo roko, pa do najvišje točke njenega leta. Žogo je moral skušati blokirati tako, da je imel v skoku obe roki vzročeni in usmerjeni proti žogi.

Ne povsem eksplicitna navodila so bila košarkarjem namenoma podana zato, da bi bilo s tem omogočeno kar najbolj realno zasledovanje opazovanih biomehanskih spremenljivk ob hkratni možnosti opazovanja tudi preostalih košarkarjevih gibanj, na katera niso bili posebej opozorjeni in na katera zaradi tega niso bili posebej pozorni. Košarkarji tako niso dobili eksaktnih navodil npr. glede začetnega položaja (kakšen položaj naj zavzamejo, kam usmerijo pogled, ...), glede prehoda v gibanje (na kakšen način naj prehajajo v vodenje, s katero roko, ...), kako naj se zaustavijo (sonožno, paralelno, ...), kako hitro naj izvedejo gibanje, kako naj skočijo ali kako in s katero roko naj blokirajo napadalčev met.

2.4.7. Priprava košarkarjev pred izvedbo eksperimentalnih nalog

Pred začetkom snemanj eksperimentalnih nalog so imeli košarkarji na voljo 10 minut za samostojno ogrevanje z žogo in dodatnih 7 minut za raztezne vaje. Po razteznih vajah so imeli na voljo 3 minute za samostojno izvedbo aktivacijskih gibanj in intenzivnejših gibanj z žogo. Po zaključenem pripravljalnem delu je imel vsak košarkar na voljo po 5 poizkusov napadalnega in obrambnega eksperimentalnega gibanja.

2.4.8. Izvedba eksperimentalnih nalog

Eksperimentalne naloge so bile izvedene v treh delih oziroma na tri načine:

- a) Napadalec (branilec) je izvedel napadalno akcijo brez obrambnega igralca.
- b) Napadalec (branilec) je izvedel napadalno akcijo proti enako visokemu obrambnemu igralcu (branilcu).
- c) Napadalec (branilec) je izvedel napadalno akcijo proti višjemu obrambnemu igralcu (krilni igralec).

V vsaki izmed treh eksperimentalnih nalog (situacij) je bil vsak branilec po štiri krat v vlogi napadalca tako, da je vsak izvedel po dvanajst metov. Skupaj je bilo tako posnetih 48 metov. Vsak branilec je bil štiri krat tudi v vlogi obrambnega igralca, medtem ko je bil krilni igralec šestnajst krat v vlogi obrambnega igralca.

Branilci so najprej opravili prvi del eksperimentalnih nalog tako, da so izmenjujoč se izvedli vsak po štiri mete. V drugem delu eksperimentalnih nalog so se branilci izmenjavali tako, da je bil vsak izmed branilcev štirikrat v obrambni in v napadalni vlogi. Za ta del eksperimentalnih nalog so bili branilci z žrebom razdeljeni v pare zato, da bi se obrambni igralec lahko kar najbolje prilagodil na napadalčevo gibanje kar bi mu morebiti lahko omogočalo boljše možnosti za uspešno blokado meta. Izmenjujoč se so branilci v tretjem delu eksperimentalnih nalog opravili vsak še po štiri mete proti višjemu obrambnemu igralcu.

2.4.9. Snemanje

- ↪ Snemanje je bilo izvršeno v 2D tehniki z dvema 25 Hz DV mini kamerama.
- ↪ Z vsako kamero je upravljal en pomočnik s pomočjo daljinskega upravljalnika zato, da ni prihajalo do tresljajev kamer. Posamezni kadri so bili med seboj ločeni z uporabo "stand by" funkcije tako, da sta bili kameri zagnani šele nekaj trenutkov preden je bil podan znak za sinhronizacijo.
- ↪ Sinhronizacija kamer je bila izvršena s pomočjo atletske štartne klape, ki je bila dodatno obarvana z lepilnim trakom v rjavo–belo barvo, kar je omogočilo boljšo kontrastno vidljivost na video posnetku,
- ↪ Napadalec je začel z akcijo po umiku sinhronizatorja kamer.
- ↪ Kameri sta bili zaustavljeni potem, ko je žoga po metu padla na tla. Na ta način so bili posamezni kadri video posnetkov samodejno ločeni, kar je olajšalo nadaljnjo obdelavo.

2.4.10. Prenos podatkov – posnetkov v računalnik

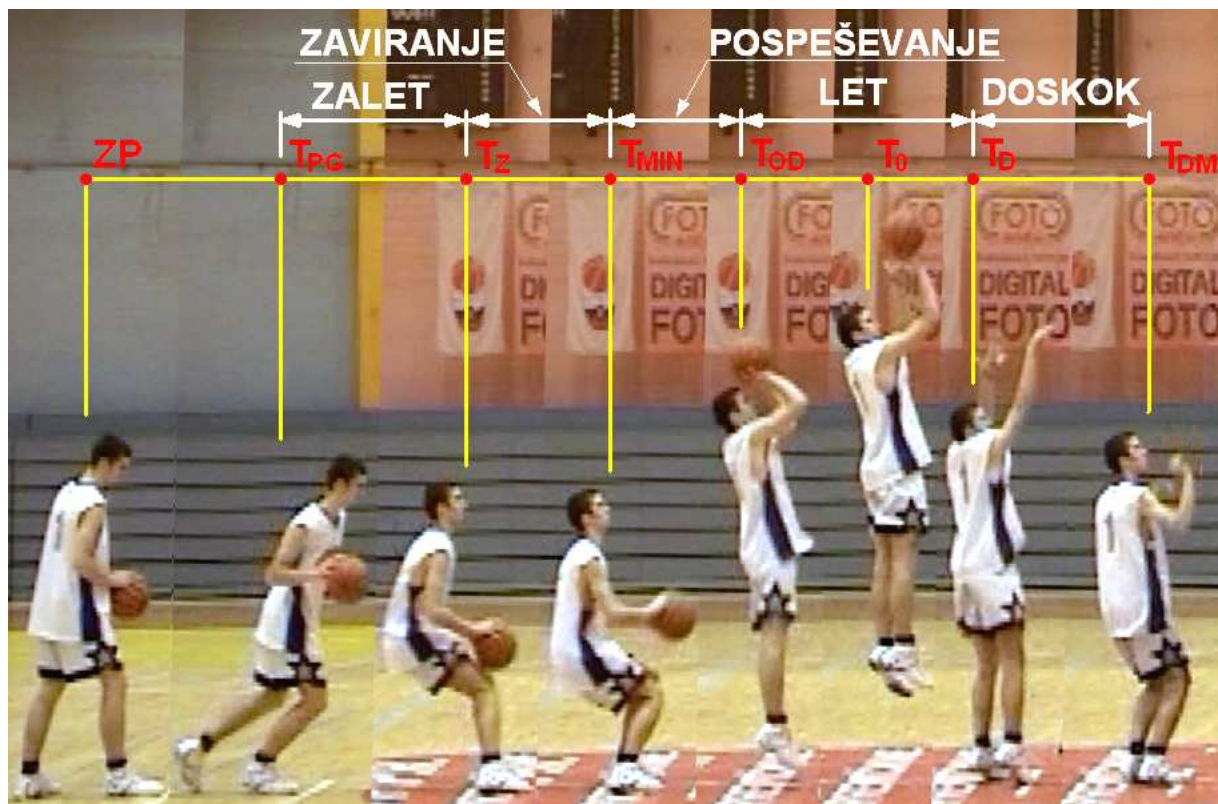
Posnet video material je bil iz DV mini kamer prenesen v računalnik preko IEEE 1394 prenosa in programskega paketa Pinnacle Studio version 9. Material je bil shranjen v AVI formatu z uporabo kodeka indeo–video 5.10.

2.5. Razdelitev meta iz skoka po predhodnem gibanju na faze

Kot je razvidno iz Slike 2 je bilo gibanje pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju razdeljeno na posamezne značilne odseke – faze. Faze so bile nadalje opredeljene s posameznimi značilnimi točkami (trenutki) med in v fazah samih.

Faze meta iz skoka po predhodnem gibanju:

1. FAZA ZALETA (prehod v gibanje)
2. FAZA ZAVIRANJA
3. FAZA POSPEŠEVANJA IN IZVEDBE ODRIVA
4. FAZA LETA (izvedba meta)
5. DOSKOK



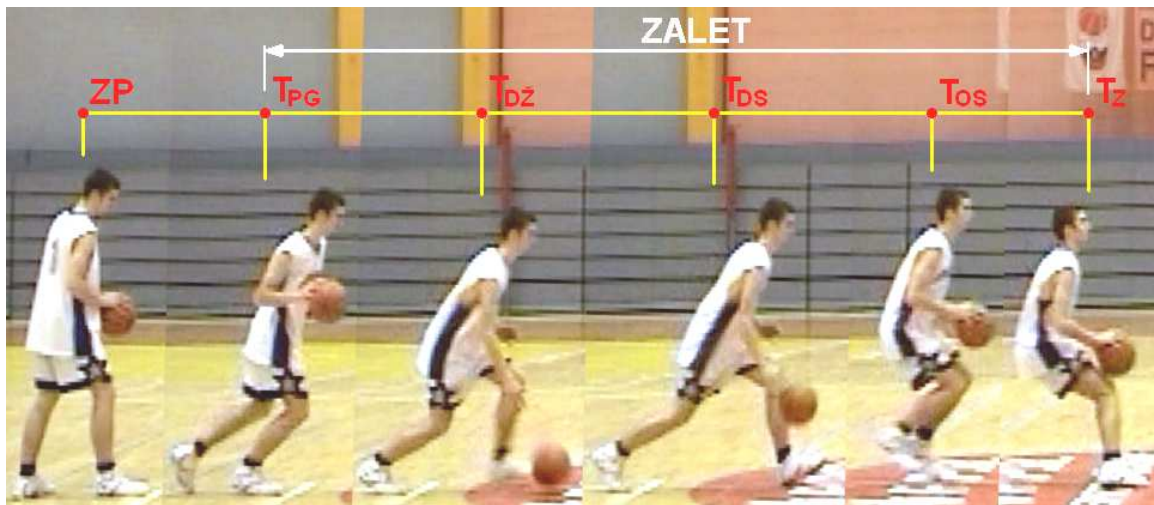
Slika 2: Faze pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

LEGENDA: ZP...začetni položaj; T_{PG}...točka prehoda v gibanje; T_Z...točka prvega dotika enega ali obeh stopal s podlago na odrivnem mestu; T_{MIN}...točka minimalne vertikalne višine CTT napadalca; T_{OD}...točka odriva, ko obe stopali zapustita podlago; T₀...točka 0, ko žoga zapusti napadalčevo roko; T_D...točka doskoka, ko eno ali obe stopali dotakneta podlago; T_{DM}...točka minimalne višine CTT pri amortizaciji doskoka

2.5.1. Faza zaleta (prehod v gibanje)

V kontekstu košarkarske igre in eksperimentalnih nalog je faza zaleta velikokrat ključnega pomena za nadaljevanje napadalne akcije in za uspešno doseganja koša. Eksperimentalne naloge so bile zasnovane tako, da je napadalec izkoristil trenutek, ko je prihajalo do prerazporeditev v nasprotnikovi obrambi zaradi predpostavljenih predhodnih uspešnih moštvenih napadalnih akcij. Napadalec je imel zato žogo v svoji

posesti in se je s svojim pravočasnim frontalnim gibanjem v globino skušal izogniti lateralno približujočim se obrambnim igralcem.



Slika 3: Faza zaleta.

LEGENDA: ZP...začetni položaj; T_{PG}...točka prehoda v gibanje; T_{Dž}...točka dotika oboda žoge s podlago; T_{DS}...točka dotika stopala izkoračne noge s podlago; T_{OS}...točka, ko stopalo izkoračne noge zapusti podlago; T_Z...točka prvega dotika enega ali obeh stopal s podlago na odzivnem mestu

Začetek faze zaleta je predstavljala točka (T_{PG}), ko je napadalec prehajal iz začetnega položaja (ZP) in statične napadalne preže v gibanje oziroma, ko je prvo stopalo zapustilo podlago. Faza zaleta naj bi bila čim krajša in torej izvedena kar najhitreje, vendar še vedno v okviru košarkarskih pravil, ki v bistvu predstavljajo omejitven faktor, ker napadalec ne sme premakniti obeh nog z žogo v rokah, ampak mora žogo pred tem odbiti od tal. Faza zaleta se zaključi s prvim kontaktom enega ali obeh stopal s podlago ob prihodu napadalca na odzivno mesto (T_Z).

V fazi zaleta so pomembne še:

- točka, ko žoga dotakne podlago (T_{Dž})
- točka, ko stopalo izkoračene noge dotakne podlago (T_{DS})
- točka, ko stopalo izkoračene noge zapusti podlago (T_{OS})

2.5.2. Faza zaviranja

Faza zaviranja se začne s prvim kontaktom enega ali obeh stopal s tlemi ob prihodu napadalca na odzivno mesto (T_Z) in sledi fazi zaleta, iz katere napadalec prihaja z dokaj visoko hitrostjo. Napadalec se v tej fazi zaustavlja na odzivnem mestu in se pripravlja na odziv ter pri tem skuša ohraniti kar največ hitrosti oziroma gibalne količine, ki jo je pridobil z zaletom. Napadalec skuša z zaletom pridobljeno energijo akumulirati v vezivno-mišičnem tkivu in jo nato v čim krajšem času spremeniti v čim višjo vertikalno hitrost pri odzivu. V tej fazi se napadalec s spuščanjem CTT pripravlja na



Slika 4: Faza zaviranja in priprave odziva.

LEGENDA: T_Z...točka prvega dotika enega ali obeh stopal s podlago na odzivnem mestu; T_{MIN}...točka minimalne višine CTT napadalca

pretvorbo pretežno horizontalnega gibanja v pretežno vertikalno gibanje pri izvedbi odriva. Faza se zaključi s točko, ko napadalec CTT doseže minimalno višino (T_{MIN}).

2.5.3. Faza pospeševanja in izvedbe odriva

Faza pospeševanja in izvedbe odriva se začne s točko, ko napadalec začne z dvigovanjem in pospeševanjem CTT in sledi točki, ko je bila dosežena minimalna višina CTT (T_{MIN}). V tej fazi skuša napadalec z iztegovanjem v sklepih akumulirano energijo predhodnega horizontalnega gibanja spremeniti v vertikalno gibanje in tako izvesti čimbolj centričen odriv s čim večjo vertikalno hitrostjo. Ključnega pomena v tej fazi je torej to, da je odriv izveden čimbolj eksplozivno in da je ta faza čim krajša. Faza se zaključi s točko, ko obe stopali zapustita podlago (T_{OD}).

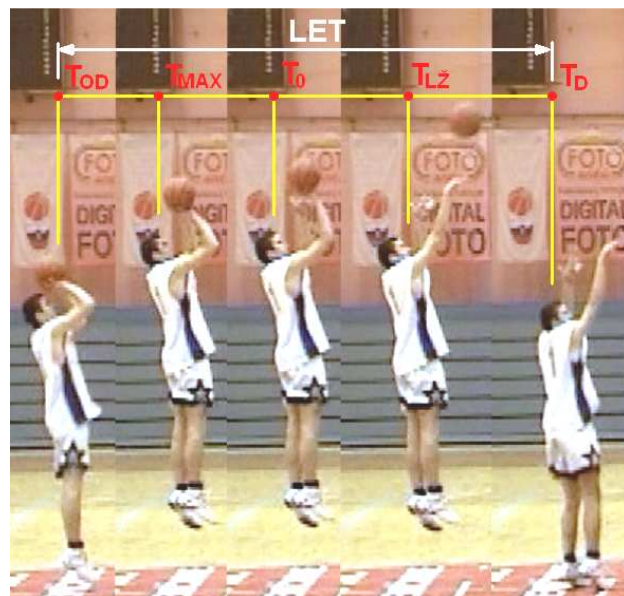


Slika 5: Faza pospeševanja in izvedbe odriva

LEGENDA: T_{MIN} ...točka minimalne višine CTT napadalca; T_{OD} ...točka odriva, ko obe stopali zapustita podlago

2.5.4. Faza leta (izvedba meta)

Faza leta se začne s točko, ko obe stopali zapustita podlago (T_{OD}). Napadalec naj bi v tej fazi dosegel čim višjo višino ob čim manjši horizontalni spremembi položaja. V idealnem primeru bi bil met na koš izveden v najvišji točki leta, ko bi bil napadalec trup povsem izravnani in ko naj bi imel napadalec čimbolj iztegnjen gleženj, koleno in kolčni sklep. Napadalec naj bi imel takrat glavo nekoliko zaklonjeno in pogled usmerjen proti obroču. Faza leta se zaključi s prvim kontaktom enega ali obeh stopal s podlago (T_D).



Slika 6: Faza leta.

LEGENDA: T_{OD} ...točka odriva, ko obe stopali zapustita podlago; T_{MAX} ...točka maksimalne višine CTT napadalca; T_0 ...točka, ko žoga zapusti napadalevo roko; T_{LZ} ...točka prvega trenutka leta žoge; T_D ...točka doskoka, ko eno ali obe stopali dotakneta podlago

V fazi zaleta so pomembne še:

- točka, preden žoga zapusti konice prstov izmetne roke (T_0)
- točka oziroma prvi trenutek leta žoge (T_{LZ})
- točka, ko se napadalec nahaja v najvišji točki leta (T_{MAX})

2.5.5. Doskok

Met iz skoka se zaključi s prvim kontaktom (T_D) enega ali obeh stopal s podlago in z nadaljnjo amortizacijo doskoka do minimalne višine CTT (T_{DM}). V primeru idealnega skoka oziroma odriva, bi se mesto odriva in doskoka nahajala na istem mestu. Doskok nima neposrednega vpliva na uspešnost izvedbe meta iz skoka, vendar pa je iz razlike med mestoma odriva in doskoka moč razbrati kako sta bila izvedena odziv in let pri metu iz skoka. Doskok po metu pa je prav tako pomemben segment igralne uspešnosti v košarki. Napadalec, ki je po doskoku kar najhitreje ponovno pripravljen za nadaljnjo reakcijo, ima tako večjo možnost za uspešen skok na odbito žogo ob upoštevanju tudi tega, da ima prav tisti, ki je metal, najboljši občutek kam se bo žoga odbila. Tukaj je mogoče govoriti celo o tem, da ima napadalec, ki je metal na koš, informacijo z veliko dodano vrednostjo za nadaljnji potek igre.



Slika 7: Doskok pri metu iz skoka.

LEGENDA: T_D ...točka doskoka, ko eno ali obe stopali dotakneta podlago; T_{DM} ...točka minimalne višine CTT pri amortizaciji doskoka

2.6. Obdelava podatkov

2.6.1. Časovna uskladitev – sinhronizacija video posnetkov

Video kameri sta bili pri snemanju eksperimentalnih nalog postavljeni v napadalčevi sagitalni ravnini tako, da je SONY kamera pokrivala desni, JVC kamera pa levi telesni predel. Video posnetka posameznega meta z obeh kamer sta bila medsebojno časovno sinhronizirana z uporabo skupne točke na obeh video posnetkih, ki jo je predstavljal dotik plošč atletske štartne klape. Sinhronizacija meta je bila opravljena z uporabo programskega paketa VirtualDubMod tako, da sta bila oba video posnetka istega meta izrezana na istem časovnem intervalu z začetkom (čas 0) v trenutku dotika plošč štartne klape. Tako urejeni pari video posnetkov so bili shranjeni z uporabo filtra "deinterlace" in z uporabo stiskanja video posnetkov (kodek indeo–video 5.10.; vsili ključne sličice vsakih 7 posnetkov; 100% kvaliteta).

Z uporabo enake metodologije sta bila obdelana tudi posnetka umeritve prostora, ki sta bila uporabljena za kalibracijo posamezne kamere oziroma za določitev velikosti pik na video posnetkih ter njihovo pretvorbo v dolžinske mere.

2.6.2. Digitalizacija – vnos točk

Vsak par časovno usklajenih video posnetkov istega meta je bilo potrebno nadalje digitalizirati, s čimer je bila pridobljena baza relevantnih podatkov za nadaljnje delo. Za digitalizacijo oziroma za vnos točk na video posnetke je bil uporabljen programski paket AviMes2. V tem programu je bilo potrebno za vsak posamezni kader ("frame") ročno vnesti točke, ki sem jih potreboval za nadaljnje delo. Proces vnašanja točk je

bil zelo zamuden in je terjal visoko stopnjo zbranosti in natančnosti. Pred samim začetkom vnašanja točk je bilo za ta programski paket potrebno napisati enostaven algoritem z verigo točk, ki se jih je nato vnašalo. Verigo točk so sestavljali nepremična točka (izhodišče – tlorisna projekcija središča obroča na tleh), središče žoge in telesne točke napadalca in obrambnega igralca. Za napadalca in obrambnega igralca sta bili določeni verigi točk, ki sta zajemali za raziskavo relevantne telesne segmente in sklepe. Pri algoritmičnih verig točk je bilo upoštevano to, da telesni segment opredeljujeta dve točki, telesni sklep oziroma kot v sklepu pa tri točke. Za vsako kamero je bilo potrebno napisati svoj algoritem z verigo točk, ki sta razvidni iz Slik 8 in 9 ter tabele 1.



Slika 8: Veriga točk v programu AviMes2 za JVC video kamero.



Slika 9: Veriga točk v programu AviMes2 za SONY video kamero.

Tabela 1: Veriga vnesenih točk iz Slike 8 in Slike 9.

Točka vnosa	JVC kamera	SONY kamera
1	Nepremična točka	Nepremična točka
2	Središče žoge	Središče žoge
3	Prsti leve noge N	Prsti desne noge N
4	Levi gleženj N	Desni gleženj N
5	Levo koleno N	Levo koleno N
6	Levi kolčni sklep N	Desni kolčni sklep N
7	Levi ramenski sklep N	Desni ramenski sklep N
8	Levi komolec N	Desni komolec N
9	Levo zapestje N	Desno zapestje N
10	Prsti leve roke N	Prsti desne roke N
11	Levo uho N	Levo uho N
12	Teme N	Teme N
13	Prsti desne noge O	Prsti leve noge O
14	Desni gleženj O	Levi gleženj O
15	Levo koleno O	Levo koleno O
16	Desni kolčni sklep O	Levi kolčni sklep O
17	Desni ramenski sklep O	Levi ramenski sklep O
18	Prsti desne roke O	Prsti leve roke O

LEGENDA: N...napadalec; O...obrambni igralec

V programu AviMes2 se vnesene oziroma označene točke "vpnejo" v kader, ki tako dobi obliko sagitalne ravnine (Slika 10). Istočasno se za vsak posamezni kader oblikujejo tabele vnesenih točk (.pnt datoteka). S tem vsaka označena točka dobi obliko T(x,y), merska enota pa je pika.

2.6.3. Uvoz podatkov

Iz .pnt datotek v programa AviMes2 so bile dobljene vrednosti uvožene v program Excel iz programskega paketa Microsoft Office 10, s katerim je bila v nadaljevanju opravljena večina preračunov in izračunov.



Slika 10: Koordinatni sistem v programu AviMes2

2.6.4. Preračun merilnih skal (pika \Rightarrow dolžinske mere)

Z uporabo kalibracijskega video posnetka (Slika 11) sta bila izvršena preračuna merilnih skal (Enačbi 1 in 2) tako za posamezno kamero, kot tudi za posamezno koordinato (x, y).



Slika 11: Kalibracijski video posnetek DV mini kamera JVC s prikazom mer za preračuna merilne skale.

Primer izračuna – DV mini kamera JVC

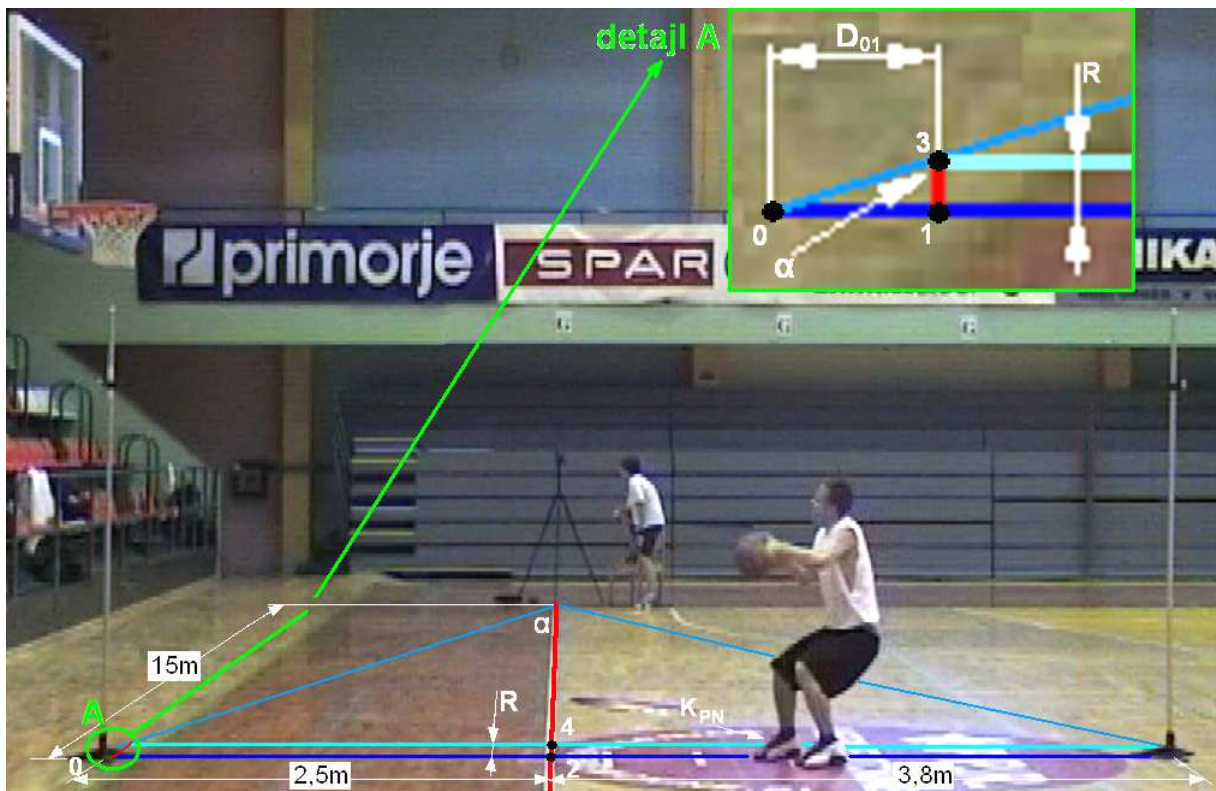
$$M_x^{JVC} = \frac{6250 \text{ mm}}{\sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}} \quad \text{Enačba 1.}$$

$$M_y^{JVC} = \frac{2000 \text{ mm}}{\sqrt{(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2}} \quad \text{Enačba 2.}$$

M_x^{JVC} , M_y^{JVC} ...merilo v x in y smeri koordinatnega sistema za JVC kamero [mm/piko]

Pri pripravi eksperimentalnega načrta je bilo predvideno, da bo pri preračunu merilnih skal oziroma pri pretvorbi računalniškega zapisa (pika) v dolžinske mere (m, cm, ...) potrebno upoštevati, da se napadalec, obrambni igralec in žoga, ne premikajo povsem premočrtno po srednjici in da potemtakem nimajo le dveh dimenziji. Pri pripravi načrta se je kot ena izmed možnih rešitev tega problema ponujala rešitev z uporabo dveh dodatnih vzporednih črt, ki bi bile postavljene bližje vsaka k svoji kameri in razmaknjene od srednjice vsaka za 1/2 širine napadalčevih ramen. Navkljub temu pa je kot boljša rešitev prevladala uporaba ene same črte.

Ne povsem premočrtno gibanje in s tem pojav tretje dimenzije (globine - koordinate z) je povzročilo to, da je kamera opazovani objekt (košarkar, žoga, določena točka), ki je bil v danem trenutku tej kameri bližje od srednjice, zaznavala kot večjega, medtem ko je druga kamera v tem istem trenutku ta objekt zaznavala kot manjšega. Na obeh kamerah istočasno vidne točke (žoga, teme) sta posamezni kameri tako zaznavali kot različno velike in zato opredeljene z različnimi koordinatami. Zaradi navedenega je bil v računalniškem programu Excel napisan algoritem (Slika 12), ki je za vsak kader posebej samodejno upošteval razliko R med srednjico in položajem prstov na nogi (K_{PN}) in nato preračunaval koeficient razlike (k) med merilom na srednjici (M_s) in dejanskim položajem opazovane točke, ki je bila bližje ali dlje od srednjice (M_v).



Slika 12: Preračun koeficienta razlike med meriloma.

$$\text{tg } \alpha = \frac{2,5}{15} \quad \text{Enačba 3.}$$

$$D_{01} = \text{tg } \alpha \times R \quad \text{Enačba 4.}$$

$$k = \frac{D_{02}}{(D_{02} - D_{01})}$$

Enačba 5.

$$M_V = k \times M_S$$

Enačba 6.

R_Srazdalja med stojaloma [pika]

αkot [rad, °]

Rrazdalja med srednjico in vzporednico s srednjico skozi koordinato prstov na nogi – dolžini daljic med točkama 1 in 3 ali točkama 2 in 4 [pika]

K_{PN} ...koordinata prstov na nogi [pika]

D_{01} daljica na srednjici med točkama 0 in 1 [pika]

D_{02} daljica na srednjici med točkama 0 in 2 [pika]

kkoeficient razlike meril M_S in M_V

M_Smerilo na srednjici

M_V merilo na vzporednici s srednjico skozi točko K_{PN}

2.6.5. Preračun koordinatnega središča in merilnih enot (pika \Leftrightarrow dolžinske mere)

Na Sliki 13 je razvidno, da program AviMes2 ob vnosu posamezne točke "dodeli" koordinati v koordinatnem sistemu z izhodiščem v skrajnjem levem zgornjem kotu posameznega kadra (T_0). Zaradi tega je bilo potrebno preračunati koordinate posamezne točke na koordinatno središče, ki se je nahajalo v izhodišču – v točki tlorsne projekcije središča obroča na tleh (T_1). Opazovani točki je bilo zato potrebno v horizontalni smeri (x)



Slika 13: Preračun koordinatnega središča.

odšteti horizontalno koordinato izhodiščne točke, s čimer je bila dobljena nova horizontalna komponenta oziroma razdalja opazovane točke do koordinatnega središča v izhodišču. Kot izhodišče pri vertikalni komponenti (y) pa je bila uporabljena y koordinata prstov noge na tleh (T_{PN}), s čimer je bila tako upoštevana razlika med koordinatama izhodiščne točke in dejanskim položajem košarkarja. Pri kadrih, kjer je bil košarkar v zraku in tako prsti na nogi niso bili v kontaktu s tlemi, pa je bila uporabljena srednja vrednost y koordinat prstov na nogi tik preden so prsti zapustili podlago in ob prvem kontaktu prstov s podlago. Problematika je natančneje predstavljena v poglavju 2.6.4. in na Sliki 12.

Z uporabo enačbe 7 so bili hkrati s preračunom na novo koordinatno središče podatki iz računalniškega merilnega sistema, po posameznih koordinatah in za posamezen kader, preračunani v dolžinsko mersko enoto [mm].

$$T(x_{mm}, y_{mm}) = T((x - x_I) \times M_x^{JVC \text{ ali } SONY}, (y - y_{PN}) \times M_y^{JVC \text{ ali } SONY}) \quad \text{Enačba 7.}$$

x_{mm}, y_{mm} koordinati točke [mm]
 x, y koordinati točke [pika]
 x_I x koordinata izhodiščne (nepremične) točke [pika]
 y_{PN} y koordinata prstov na nogi [pika]
 $M_x^{JVC \text{ ali } SONY}, M_y^{JVC \text{ ali } SONY}$... merilo v x in y smeri koordinatnega sistema za JVC ali SONY kamero [mm/piko]

2.6.6. Združevanje podatkov DV mini kamer

Podatki zajeti s posamezno kamero so že bili obdelani do takšne mere, da je bila upoštevana različna velikost pike. Podatki so že bili preoblikovani v osnovne merske enote zato so bili primerni za združevanje in primerjanje.

Podatki posamezne izvedbe eksperimentalne naloge so bili združeni v preglednice v programu Excel (Slika 14). V posamezni vrstici tabele je bil tako popis položajev točk obeh telesnih strani napadalca in obrambnega igralca za posamezni kader oziroma za posamezni trenutek gibanja. Takšna oblika zapisa podatkov omogoča preko točk, ki so bile hkrati vidne na obeh kamerah (žoga, teme), kontrolo stopnje sinhronizacije kamer in meril na video posnetkih.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1			JVC		SONY		JVC		SONY		JVC		SONY	
2			Žoga		Žoga		L prsti noge		D prsti noge		L gležen		D gležen	
3	Čas	Klip	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
4	1,56	39	6508,1987	1121,2049	6413,0149	1115,7937	6899,6163	0,0000	6571,9215	0,0000	6944,2054	86,2465	6810,2813	111,5794
5	1,6	40	6508,1987	1111,6219	6435,7158	1105,6501	6710,2506	0,0000	6583,2719	0,0000	6944,2054	86,2465	6798,9308	111,5794
6	1,64	41	6497,5644	1102,0390	6435,7158	1085,3630	6899,6163	0,0000	6594,6224	0,0000	6944,2054	86,2465	6810,2813	111,5794
7	1,68	42	6476,2957	1073,2901	6435,7158	1075,2194	6710,2506	0,0000	6594,6224	0,0000	6954,8398	86,2465	6787,5804	121,7229
8	1,72	43	6465,6614	1082,8731	6424,3654	1034,6451	6710,2506	0,0000	6605,9729	0,0000	6954,8398	76,6636	6810,2813	121,7229
9	1,76	44	6486,9301	1015,7924	6435,7158	1014,3579	6710,2506	0,0000	6583,2719	0,0000	6954,8398	86,2465	6810,2813	121,7229
10	1,8	45	6433,7585	967,8777	6424,3654	1004,2143	6720,8849	0,0000	6617,3233	0,0000	6954,8398	86,2465	6798,9308	111,5794

Slika 14: Excelova tabela - združeni podatki obeh DV mini kamer.

2.6.7. Stopnja skladnosti podatkov

Z uporabo točk v prostoru, ki sta jih istočasno pokrivali obe kameri, je bila izvedena kontrola natančnosti sinhronizacije kamer in preračuna meril. Žoga in teme napadalca sta bili tisti dve točki, ki sta ju kameri v vsakem trenutku istočasno pokrivali oziroma posneli in ki sta bili zato uporabljeni kot referenčni vrednosti za ugotavljanje stopnje skladnosti podatkov uporabljenih kamer.

Košarkarji so skupno izvedli 48 ponovitev eksperimentalnih nalog. Za vsak kader posamezne ponovitve je bila v programu Excel izračunana stopnja skladnosti

koordinat točk, ki sta jih istočasno pokrivali (snemali) obe kameri. Stopnja skladnosti je bila najprej izračunana po posameznih koordinatah in nato kot povprečje celotnega kadra. Na osnovi izračunane stopnje skladnosti koordinat točk v posameznem kadru, je bila nadalje izračunana stopnja skladnosti točk v posameznem video posnetku in v celotnem eksperimentalnem protokolu.

a) IZRAČUN STOPNJE SKLADNOSTI V KADRU

$$x_K = \frac{|x_{JVC} - x_{SONY}|}{|x_{JVC} + x_{SONY}|/2} \times 100\% \quad \text{Enačba 8.}$$

$$y_K = \frac{|y_{JVC} - y_{SONY}|}{|y_{JVC} + y_{SONY}|/2} \times 100\% \quad \text{Enačba 9.}$$

$$R_K = \frac{x_K + y_K}{2} \quad \text{Enačba 10.}$$

x_{JVC}, y_{JVC} koordinati točke v kadru JVC kamere [mm]

x_{SONY}, y_{SONY} .. koordinati točke v kadru SONY kamere [mm]

x_K, y_K stopnja skladnosti koordinat točke v kadru [%]

R_K stopnja skladnosti kadra [%]

b) IZRAČUN STOPNJE SKLADNOSTI VIDEO POSNETKA

$$x_V = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_{iK} \quad \text{Enačba 11.}$$

$$y_V = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_{iK} \quad \text{Enačba 12.}$$

$$R_V = \frac{x_V + y_V}{2} \quad \text{Enačba 13.}$$

k število kadrov v video posnetku

x_V, y_V stopnja skladnosti koordinat točke v video posnetku [%]

R_V stopnja skladnosti video posnetka [%]

c) IZRAČUN STOPNJE SKLADNOSTI EKSPERIMENTALNEGA PROTOKOLA

$$x_R = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^v x_{iV} \quad \text{Enačba 14.}$$

$$y_R = \frac{1}{v} \sum_{i=1}^v y_{iV} \quad \text{Enačba 15.}$$

$$R_R = \frac{x_R + y_R}{2} \quad \text{Enačba 16.}$$

v število video posnetkov v raziskavi

x_R, y_R relativna razlika koordinat točke v raziskavi [%]

R_v stopnja skladnosti video posnetka [%]

Izračun stopnje skladnosti ni bil primarni cilj, ampak je bil v tem stadiju raziskave nujen zaradi kontrole že izvršenega dela in zaradi vseh nadaljnjih postopkov. Z uporabo Enačb 8 do 16 je bilo ugotovljeno, da se podatki obeh kamer v povprečju razlikujejo za 1,89% tako, da je bila ugotovljena stopnja skladnosti celo nekoliko nad pričakovanji, vendar bodo razlike navkljub temu dodatno pojasnjene.

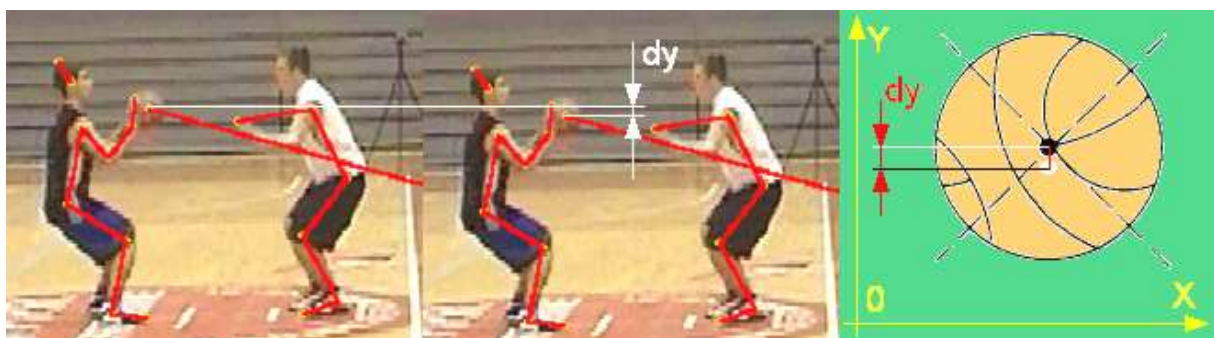
2.6.8. Napake in odstopanja

Z detajlnim eksperimentalnim načrtom se je skušalo kar najbolje predvideti tiste spremenljivke, ki bi se med izvedbo raziskave lahko pojavile in tako nadalje vplivale na izvedbo in natančnost raziskave. Že z začetkom izvajanja eksperimentalnih nalog pa je bilo postalo jasno, da bo do določenih težav in odstopanj navkljub vsemu prišlo.

Kot je bilo že rečeno, sta kameri v vsakem trenutku izvajanja eksperimentalnih nalog istočasno pokrivali in posneli žogo in pogojno tudi teme napadalca. Pri temenu napadalca je pogojnik uporabljen zaradi nesimetričnosti človekove glave in posledične otežene natančne določljivosti vrha temena. Navkljub navedenemu pa sta bili to edini razpoložljivi točki za ugotavljanje stopnje skladnosti oziroma odstopanj (napak) ter sta bili zato v ta namen tudi uporabljeni.

Neskladnosti oziroma odstopanja med kamerama so se pojavila kot posledica:

- a) digitalizacije – vnosa točk v programu AviMes2
 - ↳ zaradi ne povsem jasno definiranega središča posameznih točk (npr. žoge in sklepov)
 - ↳ zaradi nesimetričnosti leve in desne strani človeka (npr. glava)
- b) preračuna iz računalniških (pika) v dolžinske mere(m, mm...)
 - ↳ uporaba mm kot merske enote z uporabo natančnosti na 4 decimalna mesta



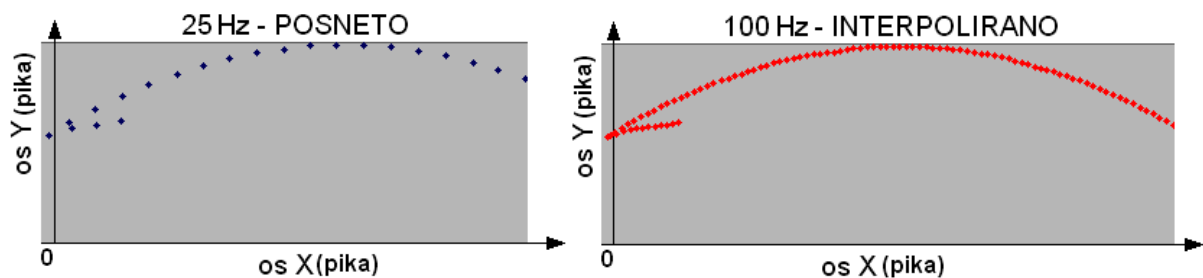
Slika 15: Napaka zaradi digitalizacije – vnos točke pri nejasnem središču žoge.

Na Sliki 15. je na primeru žoge in y koordinate prikazano, kako lahko zaradi ne povsem jasno definirane središča žoge pride do napake pri digitalizaciji – pri vnosu točk v programu AviMes2. Če pri vnosu znaša tovrstna napaka eno samo piko se ta po pretvorbi v dolžinski merski sistem spremeni v približno 10 mm odstopok.

2.6.9. Interpolacija iz 25 na 100 Hz

Preverjanju skladnosti obeh kamer in preračunu v metrski merski sistem je sledila interpolacija podatkov iz 25 Hz v 100 Hz sistem (Slika16). Interpolacija je bila potrebna zaradi natančnejše nadaljnje obdelave in uporabnosti podatkov pri sledenju raziskovalnih ciljev.

Podatki so bili dobljeni iz posnetkov s 25 Hz kamerama kar pomeni, da se je nahajal, tako med dvema zaporednima posnetima kadroma, kot tudi med dvema zaporednima podatkom, časovni interval 0,04 s. Za želeno natančno analizo meta iz skoka po predhodnem gibanju pa je bil tovrstni časovni interval prevelik. To je bilo npr. zelo jasno razvidno v trenutku, ko je žoga zapustila napadalčevo roko. Na video posnetkih tega trenutka tako ni bilo mogoče eksaktno razbrati, ker je bila nedvomno žoga v prvem kadru še vedno v kontaktu s prsti roke, medtem ko je bila nedvomno žoga v naslednjem kadru že v zraku in na precejšnji oddaljenosti od prstov roke. Navedeni trenutek je tukaj uporabljen zaradi reprezentativnosti in ne predstavlja edine tovrstne, za raziskavo, relevantne situacije, ker so bile takšne situacije številne (kontakt žoge s tlemi, prehod v gibanje, zaustavljanje, odriv, ...).



Slika 16: Odsek trajektorije leta žoge.

Interpolacija je bil izvedena v računalniškem programskem paketu MATLAB R2007a. Za vsako ponovitev eksperimentalne naloge je bilo potrebno podatke uvoziti iz programa Excel in izvršiti kubično interpolacijo z uporabo funkcije "Cubic spline data interpolation" v določenem časovnem intervalu ter nato interpolirane podatke ponovno izvoziti v program Excel.

100 Hz interpolacijo je omogočila obravnavo podatkov na način, kot da so bili posneti s 100 Hz kamerama, katerih kadri si zaporedno sledijo v 0,01 s intervalih. Na ta način je bila postavljena dobra baza za nadaljnjo natančnejšo kinematsko analizo in zasledovanje raziskovalnih ciljev.

2.6.10. Sinhronizacija vseh posnetkov - izračun časa 0

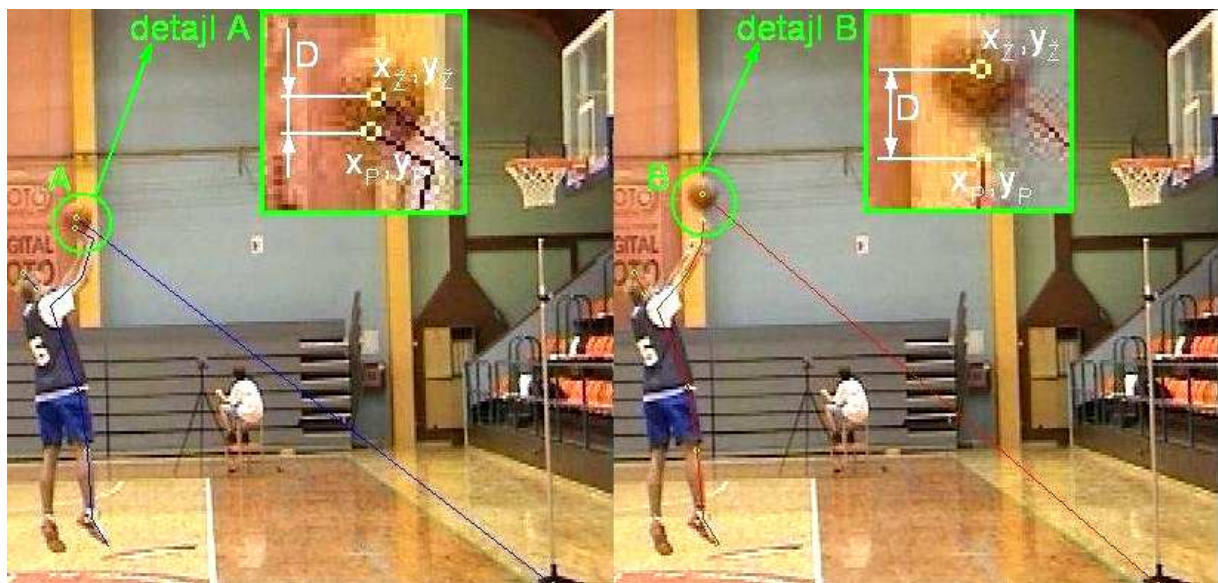
Po interpolaciji so bili podatki vsake posamezne ponovitve eksperimentalne naloge shranjeni v preglednicah v samostojni Excelovi datoteki. Podatki so bili tako časovno usklajeni, da jih je bilo pri nadaljnji analizi mogoče medsebojno primerjati.

Z upoštevanjem raziskovalnih ciljev je bil kot čas nič in kot sinhronizacijska točka vseh ponovitev eksperimentalnih nalog, določen trenutek, ko žoga zapusti napadalčevo desno roko – prvi trenutek, ko je žoga v zraku in ni več v stiku s prsti napadalčeve izmetne roke. Stik žoge z desno roko je bil uporabljen zaradi nazornosti tega kontakta in zato, ker so bili vsi v raziskavi sodelujoči košarkarji desničarji in je zato pri metu žoga nazadnje zapustila prste desne roke.

V programu Excel je bil za ta namen napisan algoritem z uporabo pogojnega stavka s pogojem, ki je opredeljeval koliko je središče žoge oddaljeno od napadalčevih prstov (Slika 17):

- a) $D \leq r_z$ ŽOGA JE V KONTAKTU S PRSTI
- b) $D > r_z$ ŽOGA JE V ZRAKU (ni kontakta s prsti)

V raziskavi je bila uporabljena košarkarska žoga SPALDING TF-1000 z obsegom 758 mm in polmerom (r_z) 241,4 mm.



Slika 17: Razmere za določitev časa 0.

$$D = \sqrt{(x_z - x_p)^2 + (y_z - y_p)^2}$$

Enačba 17.

r_zpolmer žoge [mm]

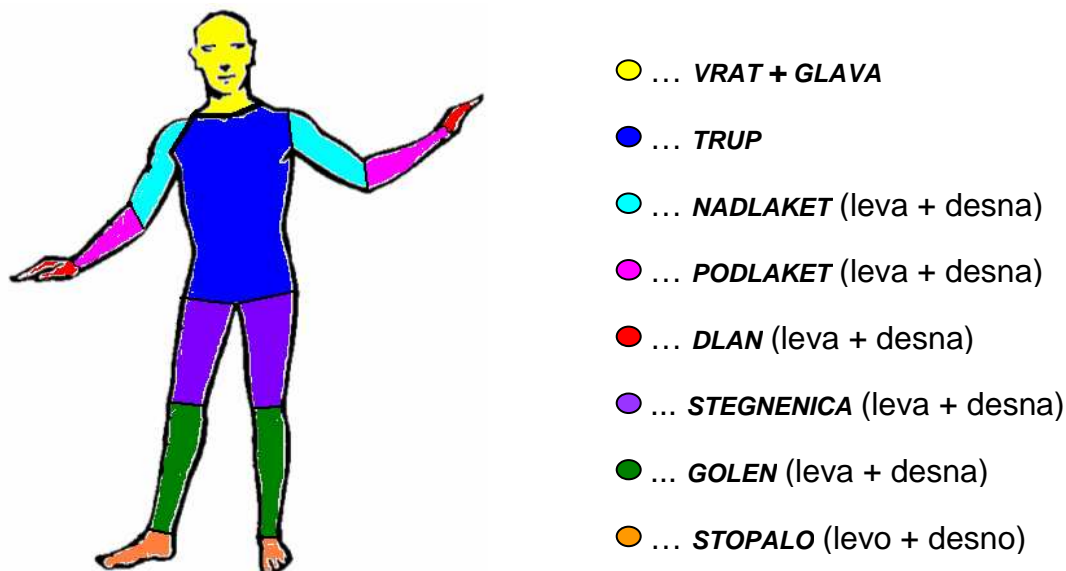
Doddaljenost središča žoge od prstov desne roke v kadru [mm]

x_z, y_z koordinati središča žoge v kadru [mm]

x_p, y_p koordinati prstov desne roke žoge v kadru [mm]

2.7. Centralno težišče telesa napadalca

Izračun centralnega težišča telesa (CTT) je bil povzet po Winter (2009) in izvršen v programu Excel z uporabo modela, ki človekovo telo deli na 14 telesnih segmentov (Slika 18).



Slika 18: Štirinajst delni model za izračun CTT.

Za vsak kader je bilo potrebno pri vsakem posameznem telesnem segmentu izračunati točko težišča telesnega segmenta. Za izračun je bila uporabljena antropometrična izkustvena Tabela 2.

Tabela 2: Masni deleži in točke težišča telesnih segmentov - povzeto po Winter (2009).

Telesni segment	Masni delež	Središče težišča (prijemališče)	
Vrat + glava	0,0810	1,000	
Dlan	0,0060	0,506 od zapestja	0,494 od sredinca
Podlaket	0,0160	0,430 od komolca	0,570 od zapestja
Nadlaket	0,0280	0,436 od ramenskega sklepa	0,564 od komolca
Trup	0,4970	0,500 od kolčnega sklep	0,500 od ramenskega sklepa
Stegenica	0,1000	0,433 od kolčnega sklep	0,567 od kolena
Golen	0,0465	0,433 od kolčnega sklep	0,567 od gležnja
Stopalo	0,0145	0,500 od gležnja	0,500 od sredinca

Enačbi 18 in 19 sta osnovni enačbi za izračun koordinat CTT in sta temelj za izpeljavo vseh nadaljnjih enačb pri izračunu koordinat CTT.

$$x_{CTT} = \frac{\sum_{STOPALO}^{VRAT+GLAVA} x_T \times \mu_M \times M}{M} = \sum_{STOPALO}^{VRAT+GLAVA} x_T \times \mu_M \quad \text{Enačba 18.}$$

$$y_{CTT} = \frac{\sum_{STOPALO}^{VRAT+GLAVA} y_T \times \mu_M \times M}{M} = \sum_{STOPALO}^{VRAT+GLAVA} y_T \times \mu_M \quad \text{Enačba 19.}$$

Po posameznih koordinatah je bilo za vsak posamezni telesni segment neposredno izračunano težišče ob hkratnem upoštevanju masnega deleža tega telesnega segmenta glede na celotno maso telesa (Enačbi 20 in 21). Pri tovrstnem izračunu ni bilo potrebno poznati telesne mase in je ni bilo potrebno vnašati v izračun.

Primer izračuna za stegnenico

$$x_{T+MD} = ((x_{KOLENO} - x_{KOLK}) \times 0,433) + x_{KOLK}) \times 0,1 \quad \text{Enačba 20.}$$

$$y_{T+MD} = ((y_{KOLENO} - y_{KOLK}) \times 0,433) + y_{KOLK}) \times 0,1 \quad \text{Enačba 21.}$$

Izračunu težišča posameznih telesnih segmentov je sledil izračun koordinat centralnega težišča telesa po posameznih kadrih (Enačbi 22 in 23).

$$x_{CTT} = \sum_{\text{STOPALO}}^{\text{VRAT+GLAVA}} x_{T+MD} \quad \text{Enačba 22.}$$

$$y_{CTT} = \sum_{\text{STOPALO}}^{\text{VRAT+GLAVA}} y_{T+MD} \quad \text{Enačba 23.}$$

- μ_Mmasni delež posameznega telesnega segmenta
- Mmasa telesa [kg]
- x, y koordinati telesnega sklepa [mm]
- X_T, Y_T koordinati težišča telesnega segmenta [mm]
- X_{T+MD}, Y_{T+MD} ... koordinati težišča telesnega segmenta z masnim deležem [mm]
- X_{CTT}, Y_{CTT} koordinati centralnega težišča telesa [mm]

Pri kadrih v video posnetku, v katerih je imel napadalec žogo v rokah, je bilo to potrebno upoštevati. Navkljub temu, da ima košarkarska žoga zaradi svoje relativno nizke mase ($\approx 0,73\%$ napadalčeve mase) neznamenit vpliv na položaj napadalčevega CTT, pa je bil v Excelu napisan enostaven algoritem, ki je pri kadrih, ko je imel napadalec žogo v rokah, to upošteval in izračunaval nov položaj CTT košarkarja z upoštevanjem mase in točke težišča žoge (Enačbi 24 in 25).

$$x_{CTT+\dot{z}} = \frac{m_K \times x_{CTT} + m_{\dot{z}} \times x_{\dot{z}}}{m_K + m_{\dot{z}}} \quad \text{Enačba 24.}$$

$$y_{CTT+\dot{z}} = \frac{m_K \times y_{CTT} + m_{\dot{z}} \times y_{\dot{z}}}{m_K + m_{\dot{z}}} \quad \text{Enačba 25.}$$

- m_K telesa masa košarkarja [kg]
- $m_{\dot{z}}$ masa žoge [0,586 kg]
- x_{CTT}, y_{CTT} koordinati centralnega težišča telesa [mm]
- $x_{\dot{z}}, y_{\dot{z}}$ koordinati težišča žoge [mm]
- $x_{CTT+\dot{z}}, y_{CTT+\dot{z}}$ koordinati centralnega težišča telesa in žoge [mm]

Za vsak posamezni kader video posnetka izračunane vertikalne komponente položaja CTT (y_{CTT}) so bile v nadaljevanju uporabljene pri izračunu (Enačba 26) povprečne višine CTT v posamezni fazi izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju.

$$\bar{y}_{CTT} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_{CTTi} \quad \text{Enačba 26.}$$

k število kadrov v video posnetku ali v posamezni fazi izvedbe meta

\bar{y}_{CTT} povprečna višina CTT v video posnetku ali v posamezni fazi izvedbe meta [mm]

2.8. Koti v sklepih

S programom AviMes2 so bili v posameznih kadrih video posnetkov posredno opredeljeni vsi relevantni sklepi in koti v sklepih potrebni za kinematsko analizo met iz skoka po predhodnem gibanju. V središče sklepa vnesene točke so opredeljevale vektorja s skupnim izhodiščem v opazovanem sklepu tako, da je opazovani sklep v sagitalni ravnini s sosednjima sklepoma tvoril dvojico vektorjev (Slika 19) med katerima je bil nato izračunan kot z uporabo Enačbe 27. Nadalje so bili v Excelu po posameznih kadrih za napadalca in obrambnega igralca izračunani vsi za raziskavo potrebni koti v sklepih z uporabo algoritmov v Tabelah 3 in 4 ter Enačbe 27.

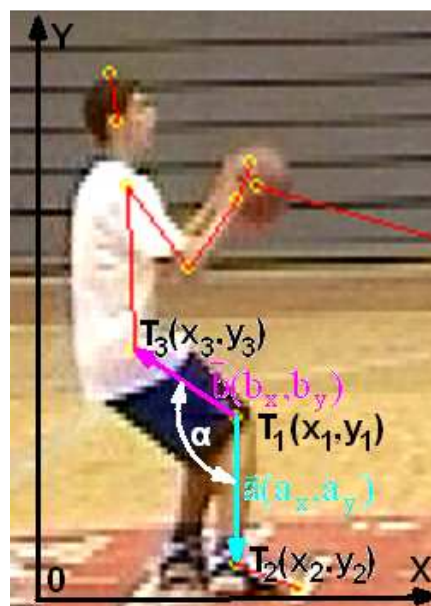
$$\cos \alpha = \frac{\bar{\mathbf{a}} \times \bar{\mathbf{b}}}{|\bar{\mathbf{a}}| \times |\bar{\mathbf{b}}|} \quad \text{Enačba 27.}$$

$$\alpha = \arccos \frac{\mathbf{a}_x * \mathbf{b}_x + \mathbf{a}_y * \mathbf{b}_y}{\sqrt{\mathbf{a}_x^2 + \mathbf{a}_y^2} \times \sqrt{\mathbf{b}_x^2 + \mathbf{b}_y^2}} \quad \text{Enačba 28.}$$

$\mathbf{a}_x, \mathbf{a}_y$ koordinati vektorja a [mm]

$\mathbf{b}_x, \mathbf{b}_y$ koordinati vektorja b [mm]

α kot v sklepu [°]



Slika 19: Prikaz izračuna kota v kolenu

Tabela 3: Algoritem za izračun kotov v sklepih pri obrambnem igralcu.

Sklep	$\bar{\mathbf{a}}$		$\bar{\mathbf{b}}$	
	\mathbf{a}_X	\mathbf{a}_Y	\mathbf{b}_X	\mathbf{b}_Y
Gleženj	$X_{PRSTIN.} - X_{GLEŽENJ}$	$Y_{PRSTIN.} - Y_{GLEŽENJ}$	$X_{KOLENO} - X_{GLEŽENJ}$	$Y_{KOLENO} - Y_{GLEŽENJ}$
Koleno	$X_{GLEŽENJ} - X_{KOLENO}$	$Y_{GLEŽENJ} - Y_{KOLENO}$	$X_{KOLK} - X_{KOLENO}$	$Y_{KOLK} - Y_{KOLENO}$
Kolk	$X_{KOLENO} - X_{KOLK}$	$Y_{KOLENO} - Y_{KOLK}$	$X_{RAME} - X_{KOLK}$	$Y_{RAME} - Y_{KOLK}$
Rame	$X_{KOLK} - X_{RAME}$	$Y_{KOLK} - Y_{RAME}$	$X_{PRSTIR.} - X_{RAME}$	$Y_{PRSTIR.} - Y_{RAME}$

Tabela 4: Algoritem za izračun kotov v sklepih pri napadalcu.

Sklep	\bar{a}		\bar{b}	
	a_x	a_y	b_x	b_y
Gleženj	$X_{PRSTIN.} - X_{GLEŽENJ}$	$Y_{PRSTIN.} - Y_{GLEŽENJ}$	$X_{KOLENO} - X_{GLEŽENJ}$	$Y_{KOLENO} - Y_{GLEŽENJ}$
Koleno	$X_{GLEŽENJ} - X_{KOLENO}$	$Y_{GLEŽENJ} - Y_{KOLENO}$	$X_{KOLK} - X_{KOLENO}$	$Y_{KOLK} - Y_{KOLENO}$
Kolk	$X_{KOLENO} - X_{KOLK}$	$Y_{KOLENO} - Y_{KOLK}$	$X_{RAME} - X_{KOLK}$	$Y_{RAME} - Y_{KOLK}$
Rame	$X_{KOLK} - X_{RAME}$	$Y_{KOLK} - Y_{RAME}$	$X_{KOMOLEC} - X_{RAME}$	$Y_{KOMOLEC} - Y_{RAME}$
Komolec	$X_{RAME} - X_{KOMOLEC}$	$Y_{RAME} - Y_{KOMOLEC}$	$X_{ZAPESTJE} - X_{KOMOLEC}$	$Y_{ZAPESTJE} - Y_{KOMOLEC}$
Zapestje	$X_{KOMOLEC} - X_{ZAPESTJE}$	$Y_{KOMOLEC} - Y_{ZAPESTJE}$	$X_{PRSTIR.} - X_{ZAPESTJE}$	$Y_{PRSTIR.} - Y_{ZAPESTJE}$
Vrat	$X_{KOLK} - X_{RAME}$	$Y_{KOLK} - Y_{RAME}$	$X_{UHO} - X_{RAME}$	$Y_{UHO} - Y_{RAME}$
Glava	$X_{RAME} - X_{UHO}$	$Y_{RAME} - Y_{UHO}$	$X_{TEME} - X_{UHO}$	$Y_{TEME} - Y_{UHO}$

2.9. Hitrost napadalca

V Excelu je bil za vsak posamezni kader opravljen izračun hitrosti CTT z upoštevanjem že izračunanih položajev CTT in 25 Hz zajemanja podatkov ter kasnejše interpolacije na 100 Hz. Na Sliki 20 je razvidno, da je med obravnavanim kadrom (K) in sledečim kadrom (K_{i+1}) in tako tudi med vsemi podatki teh dveh kadrov časovni interval 0,01 s (t). Položaji iste točke v treh zaporednih časovnih intervalih so bili nato uporabljeni za izračun horizontalne (v_x) in vertikalne (v_y) komponente hitrosti (Enačbi 29 in 30). Tako sta bili izračunani komponenti hitrosti natanko na sredini teh treh zaporednih časovnih intervalov torej v kadru K, natanko med kadroma K_{i-1} in K_{i+1} . V nadaljevanju je bila z uporabo komponent hitrosti izračunan hitrost CTT (v) v posameznem kadru (Enačba 31).

$$v_{x_i} = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2\Delta t} \quad \text{Enačba 29.}$$

$$v_{y_i} = \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2\Delta t} \quad \text{Enačba 30.}$$

$$v_i = \sqrt{v_{x_i}^2 + v_{y_i}^2} \quad \text{Enačba 31.}$$

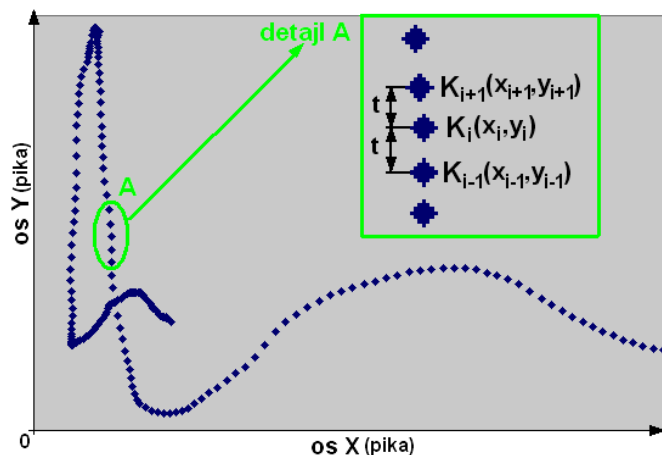
Δt čas med dvema sosednjima kadroma [0,01 s]

v_i hitrost v kadru K_i [m/s]

v_{x_i} , v_{y_i} komponenti hitrosti v smeri x in y v kadru K_i [m/s]

$v_{x_{i+1}}$, $v_{y_{i+1}}$ komponenti hitrosti v smeri x in y v naslednjem kadru K_{i+1} [m/s]

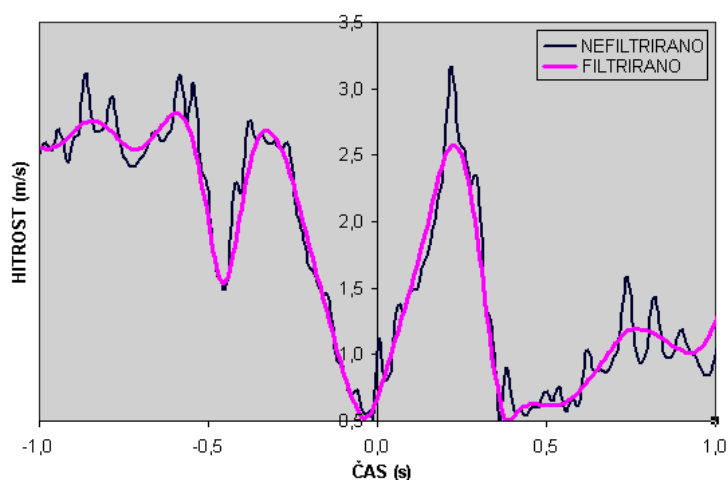
$v_{x_{i-1}}$, $v_{y_{i-1}}$ komponenti hitrosti v smeri x in y v predhodnem kadru K_{i-1} [m/s]



Slika 20: Gibanje CTT – prikaz izračuna hitrosti CTT.

2.9.1. Filtriranje hitrosti napadalca

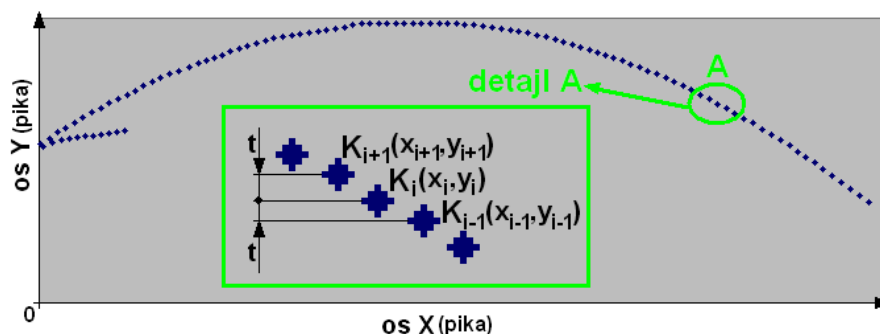
Izračunane hitrosti so bile izvožene iz Excela v MATLAB R2007a, kjer je bilo izvršeno filtriranje z Butterworth digitalnim filtrom drugega reda in frekvence 8 Hz. S filtriranjem so bile dobljene veliko bolj zvezne vrednosti brez velikih nihanj oziroma odstopanj (Slika 21).



Slika 21: Razlika med nefiltriranimi in filtriranimi vrednostmi

2.10. Hitrost žoge

Pri izračunu hitrosti žoge je bila uporabljena enaka metodologija kot pri izračunu hitrosti CTT v poglavju 2.9. V Excelu je bil za vsak posamezni kader opravljen izračun hitrosti središča žoge iz



Slika 22: Prikaz izračuna hitrosti središča žoge.

položajev žoge dobljenih s poprejšnjo digitalizacijo in interpolacijo video posnetkov. Iz Slike 22 je razvidno, da je med obravnavanim kadrom (K) in sledečim kadrom (K_{i+1}) in tako tudi med vsemi podatki teh dveh kadrov časovni interval $0,01s$ (t). Položaji iste točke v treh zaporednih časovnih intervalih so bili nato uporabljeni za izračun horizontalne (v_x) in vertikalne (v_y) komponente hitrosti (Enačbi 29 in 30). Tako sta bili izračunani komponenti hitrosti natanko na sredini teh treh zaporednih časovnih intervalov torej v kadru K , natanko med kadroma K_{i-1} in K_{i+1} . V nadaljevanju je bila z uporabo komponent hitrosti izračunan hitrost CTT (v) v posameznem kadru (Enačba 31).

2.10.1. Filtriranje hitrosti žoge

Pri filtriranju hitrost žoge je bila uporabljena enaka metodologija dela kot pri filtriranju hitrosti CTT, ki je predstavljeno v poglavju 2.9.1.

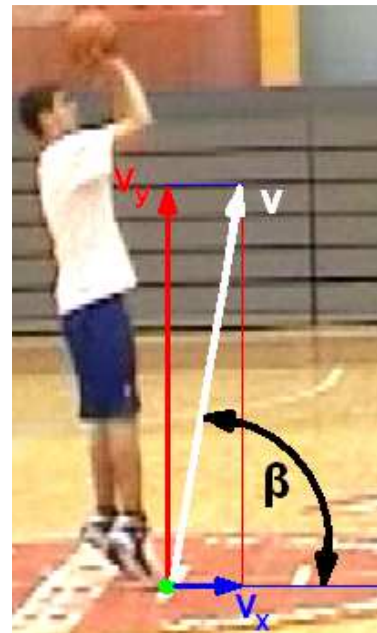
2.11. Odrivni kot

Odrivni kot (β) je kot, pod katerim je napadalec zapustil podlago in prešel v fazo leta. Izračunan je bil iz horizontalne (v_x) in vertikalne (v_y) komponente hitrosti CTT (Slika 23).

$$\beta = \arctan \frac{v_y}{v_x} \quad \text{Enačba 32.}$$

β odrivni kot [°]

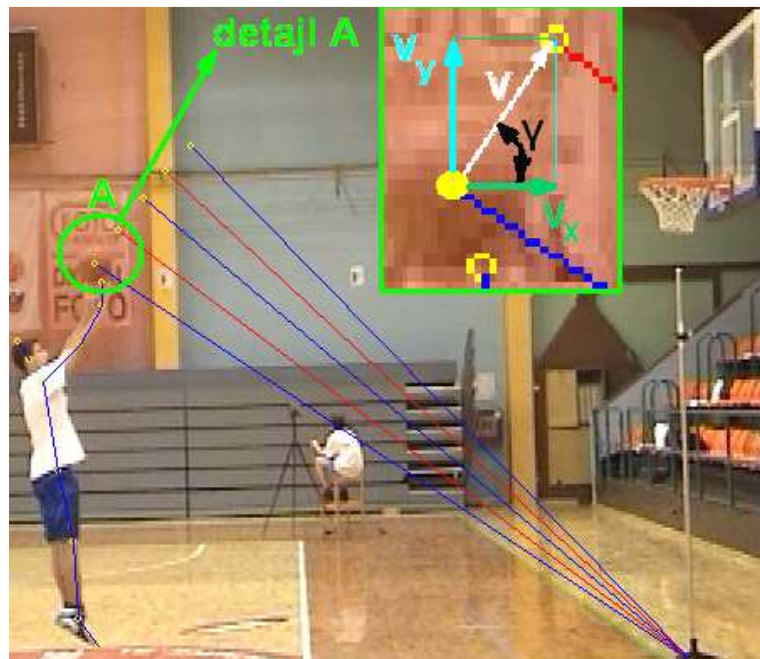
v_x, v_y komponenti hitrosti v x in y smeri [m/s]



Slika 23: Odrivni kot.

2.12. Vzletni kot žoge

Za izračun vzletnega kota žoge (γ) je bila uporabljena enaka metodologija kot za izračun odrivnega kota (β) v poglavju 2.11. Vzletni kot žoge (γ) je kot, pod katerim napadalec izvrše žogo oziroma pod katerim žoga zapusti izmetno roko in preide v fazo leta proti košu. Je kot, ki ga oklepata horizontalna (v_x) in vertikalna (v_y) komponenta hitrosti središča žoge.



Slika 24: Vzletni kot žoge.

$$\gamma = \arctan \frac{v_y}{v_x} \quad \text{Enačba 33.}$$

γ vzletni kot žoge [°]

v_x, v_y komponenti hitrosti žoge v x in y smeri [m/s]

2.13. Nagib trupa

Izračun nagiba trupa je bil opravljen glede na vertikalo. Nagib trupa je bil izračunan kot tisti kot (φ), ki ga oklepata vektor \vec{b} na vertikali (med točkama T_K in T_V) in vektor \vec{a} od središča kolčnega sklepa (T_K) do središča ramenskega obroča (T_R).

Tabela 5: Algoritem za izračun kotov nagiba trupa.

Sklep	\vec{a}		\vec{b}	
	a_x	a_y	b_x	b_y
Nagib trupa	$x_R - x_K$	$y_R - y_K$	$x_V - x_K$	$y_V - y_K$

$$\varphi (\psi) = \arccos \frac{\mathbf{a}_x \times \mathbf{b}_x + \mathbf{a}_y \times \mathbf{b}_y}{\sqrt{\mathbf{a}_x^2 + \mathbf{a}_y^2} \times \sqrt{\mathbf{b}_x^2 + \mathbf{b}_y^2}} \quad \text{Enačba 34.}$$

$\varphi (\psi)$ nagib trupa ali usmerjenost pogleda [°]

$\mathbf{a}_x, \mathbf{a}_y$ vektorski komponenti vektorja \vec{a} v x in y smeri

$\mathbf{b}_x, \mathbf{b}_y$ vektorski komponenti vektorja \vec{b} v x in y smeri



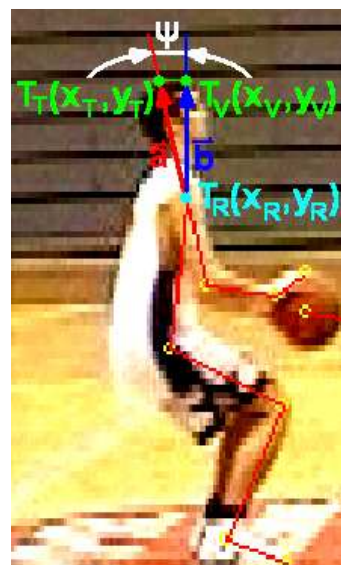
Slika 25: Nagib trupa.

2.14. Usmerjenost pogleda

Tabela 6: Algoritem za izračun usmerjenosti pogleda.

Sklep	\vec{a}		\vec{b}	
	a_x	a_y	b_x	b_y
Usmerjenost pogleda	$x_V - x_R$	$y_V - y_R$	$x_T - x_R$	$y_T - y_R$

Eden izmed eksperimentalnih ciljev je bil ugotoviti kako napadalci usmerjajo pogled med posameznimi fazami izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju. Z razpoložljivo tehnično opremo je bilo usmerjenost pogleda med gibanjem skorajda nemogoče natančno zasledovati, zato je bil zbran alternativni pristop, pri katerem je bil izračun usmerjenosti pogleda osnovan na razpoložljivih podatkih. Navkljub temu, da na osnovi takšne metodologije dela in tako dobljenih rezultatov ne bo mogoče povsem eksaktno zaključevati o usmerjenosti napadalčevega pogleda, pa bodo tako dobljeni rezultati dober pokazatelj razlik med posameznimi eksperimentalnimi situacijami. Kot dovolj dober pokazatelj usmerjenosti pogleda je bil zato izbran položaj oziroma usmerjenost glave in vratu, ker tudi pri najmanjših gibih glave v sagitalni ravnini prihaja tudi do spremembe kota vratu z bazo v predelu ramen. Dokaj sprejemljivo opazovanje usmerjenosti pogleda je bilo tako izvedeno na osnovi spreminjanja kota (ψ) vektorja, ki poteka od baze vratu do temena. Z uporabo Enačbe 34 je bil izveden izračun usmerjenosti pogleda glede na kot (ψ), ki ga vektor \vec{a} oklepa z vertikalo oziroma vektorjem \vec{b} na vertikali.



Slika 26: Usmerjenost pogleda.

2.15. Maksimalna in minimalna vertikalna oddaljenost žoge

Za določitev maksimalne in minimalne oddaljenosti središča žoge od tal ali od CTT sta bili uporabljeni Excelovi funkciji Min in Max.

2.16. Oddaljenost žoge od centralnega težišča telesa

Izračun oddaljenosti žoge od CTT je bil izvršen v Excelu za vsak posamezni kader video posnetka z uporabo Enačb 35 in 36. Za izračun povprečne oddaljenosti žoge od CTT v določeni fazi ali v celotnem video posnetku pa je bila uporabljena Excelova funkcija Povprečje in Enačbi 37 in 38.

$$x_R = x_{CTT} - x_{\dot{z}} \quad \text{Enačba 35.}$$

$$y_R = y_{CTT} - y_{\dot{z}} \quad \text{Enačba 36.}$$

$$\bar{x}_R = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_{Ri} \quad \text{Enačba 37.}$$

$$\bar{y}_R = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_{Ri} \quad \text{Enačba 38.}$$

k število kadrov v video posnetku

x_R, y_R razdalja med CTT in središčem žoge v smeri x in y [mm]

x_{CTT}, y_{CTT} koordinati centralnega težišča telesa [mm]

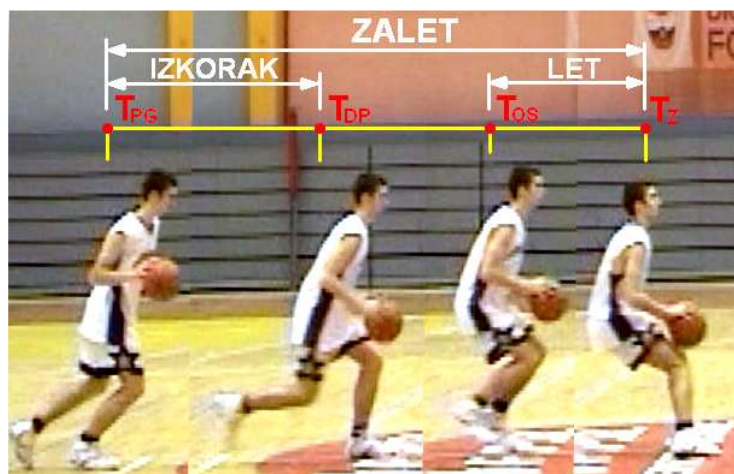
$x_{\dot{z}}, y_{\dot{z}}$ koordinati središča žoge [mm]

\bar{x}_R, \bar{y}_R povprečna oddaljenost CTT in središča žoge v smeri x in y [mm]

2.17. Prvi korak (izkorak) in let pri zaletu

Prvi korak (izkorak) pri prehodu napadalca v gibanje z vodenjem žoge je bil definiran kot zadnji kontakt prstov izkoračne noge s podlago na izhodiščnem mestu (T_{PG}) in kot njihov prvi naslednji kontakt s podlago (T_{DP}).

Faza leta pri zaletu je bila definirana kot zadnji kontakt prstov izkoračne noge na mestu izkoraka (T_{OS}) in kot prvi naslednji kontakt prstov leve ali desne noge s podlago na odzivnem mestu (T_Z).



Slika 27: Izkorak in let pri zaletu.

a) Izračun dolžin v fazi zaleta

$$D_{ZA} = x_Z - x_{PG} \quad \text{Enačba 39.}$$

$$D_{IZ} = x_{DP} - x_{PG} \quad \text{Enačba 40.}$$

$$D_{LET} = x_Z - x_{OS} \quad \text{Enačba 41.}$$

$x_Z, x_{PG}, x_{DP}, x_{OS}$ horizontalne komponente položaja točk [mm]

D_{ZA} dolžina zaleta [mm]

D_{IZ} dolžina izkoraka pri zaletu [mm]

D_{LET} dolžina leta pri zaletu [mm]

b) Izračun časov v fazi zaleta

$$t_{ZA} = t_Z - t_{PG} \quad \text{Enačba 42.}$$

$$t_{IZ} = t_{DP} - t_{PG} \quad \text{Enačba 43.}$$

$$t_{LET} = t_Z - t_{OS} \quad \text{Enačba 44.}$$

$t_Z, t_{PG}, t_{DP}, t_{OS}$ čas v določenem trenutku – točki [s]

t_{ZA} dolžina zaleta [s]

t_{IZ} dolžina izkoraka pri zaletu [s]

t_{LET} dolžina leta pri zaletu [s]

c) Izračun deležev v fazi zaleta

$$\% D_{IZ} = \frac{D_{IZ}}{D_{ZA}} \times 100 \quad \text{Enačba 45.}$$

$$\% D_{LET} = \frac{D_{LET}}{D_{ZA}} \times 100 \quad \text{Enačba 46.}$$

$$\% t_{IZ} = \frac{t_{IZ}}{t_{ZA}} \times 100 \quad \text{Enačba 47.}$$

$$\% t_{LET} = \frac{t_{LET}}{t_{ZA}} \times 100 \quad \text{Enačba 48.}$$

$\% D_{IZ}$ delež – odstotek dolžine izkoraka pri izvedbi zaleta [%]

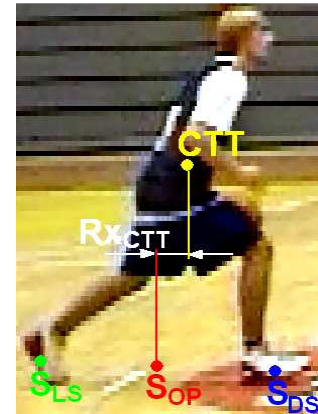
$\% D_{LET}$...delež – odstotek dolžine leta pri izvedbi zaleta [%]

$\% t_{IZ}$ delež – odstotek trajanja izkoraka pri izvedbi zaleta [%]

$\% t_{LET}$ delež – odstotek trajanja leta pri izvedbi zaleta [%]

2.18. Horizontalna oddaljenost centralnega težišča telesa od središča oporne ploskve

Horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve je bila za vsak posamezni kader video posnetka izračunana iz položajev središč levega in desnega stopala. Oddaljenost CTT od središča oporne ploskve ($R_{x_{CTT}}$) je bila izračunana kot razlika horizontalne komponente CTT in horizontalne komponente središča oporne ploskve. Oporna ploskev je bila definirana, v kadrih, ko sta bili obe stopali v kontaktu s podlago, kot srednja vrednost horizontalnih komponent središča levega (S_{LS}) in desnega stopala (S_{DS}) in v kadrih, ko je bilo v stiku s podlago samo eno izmed stopal, kot središče tistega stopala.



Slika 28: Oddaljenost CTT od oporne ploskve.

$$R_{x_{CTT}} = \frac{x_{LS} + x_{DS}}{2} - x_{CTT} \quad \text{Enačba 49.}$$

$$\bar{R}_{x_{CTT}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_{x_{CTTi}} \quad \text{Enačba 50.}$$

x_{LS} , x_{DS} horizontalna komponenta središča levega in desnega stopala [mm]

x_{CTT} horizontalna komponenta težišča telesa [mm]

k število kadrov v video posnetku

R_{CTT} horizontalna oddaljenost CTT in središča oporne ploskve [mm]

\bar{R}_{CTT} povprečna horizontalna oddaljenost CTT in središča oporne ploskve [mm]

2.19. Sprememba vertikalnega položaja žoge

Pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju je imel napadalec žogo po odboju od tal v rokah do trenutka izmeta. V tem času je opravil številna gibanja, zato se je tudi žogi spreminjal položaj, tako glede na napadalca, kot tudi glede na tla in obroč (Slika 29).

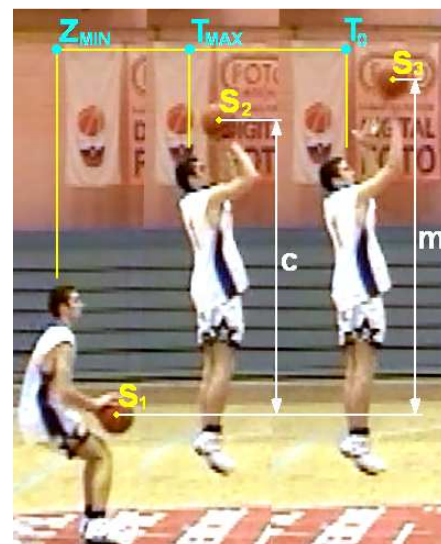
$$c = y_2 - y_1 \quad \text{Enačba 51.}$$

$$m = y_3 - y_1 \quad \text{Enačba 52.}$$

y_1 , y_2 , y_3 vertikalne komponente položaja točk S_1 , S_2 in S_3 [mm]

c razdalja med trenutkom oziroma točko (Z_{MIN}), ko je žoga na minimalni vertikalni višini (S_1) in med trenutkom oziroma točko (T_{MAX}), ko je košarkar na maksimalni višini (T_{MAX}) [mm]

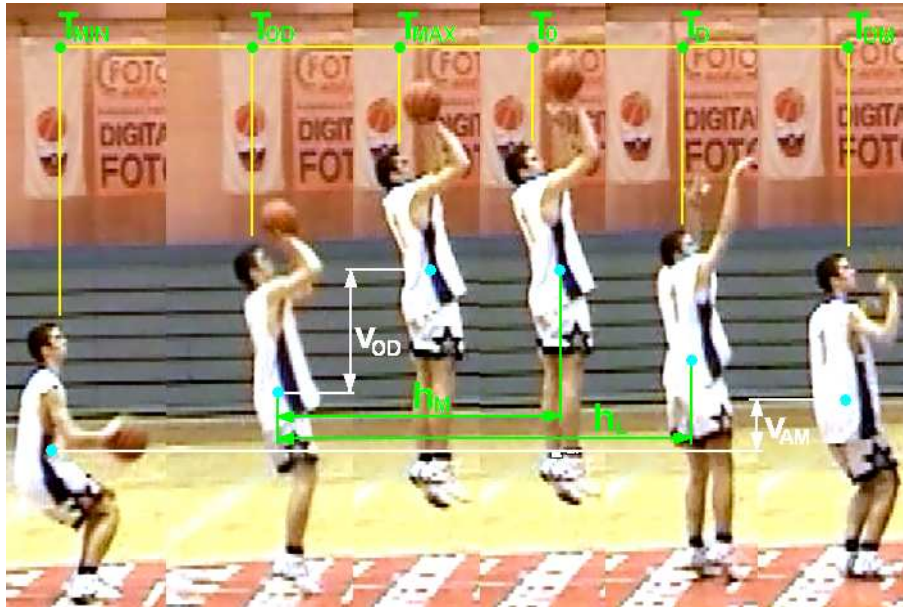
m razdalja med trenutkom oziroma točko (Z_{MIN}), ko je žoga na minimalni vertikalni višini (S_1) in med trenutkom oziroma točko (T_0), ko sta napadalčeva izmetna roka in žoga zadnjič v kontaktu oziroma, ko je žoga v napadalčevih rokah v najvišjem vertikalnem položaju (S_3) [mm]



Slika 29: Vertikalni položaji žoge.

2.20. Vertikalna in horizontalna sprememba položaja centralnega težišča telesa

Izračuni vertikalnih in horizontalnih sprememb položaja CTT so bili izvedeni v Excelu z odštevanjem posameznih položajev, kot je razvidno iz Slike 30.



Slika 30: Vertikalna in horizontalna sprememba položaja CTT .

LEGENDA: T_{MIN} ...točka minimalne vertikalne višine CTT napadalca; T_{OD} ...točka odziva, ko obe stopali zapustita podlago; T_{MAX} ...točka maksimalne višine CTT napadalca; T_0 ...točka 0, ko žoga zapusti napadalčevo roko; T_D ...točka doskoka, ko eno ali obe stopali dotakneta podlago; T_{DM} ...točka minimalne višine CTT pri amortizaciji doskoka; v_{OD} ...višina odziva; v_{AM} ...razlika minimalnih višin CTT v fazi zaviranja in pri doskoku; h_M ...horizontalna oddaljenost med položajema CTT pri izmetu; h_L ...horizontalna sprememba položaja CTT med letom

2.21. Oddaljenost žoge od temena pred izmetom

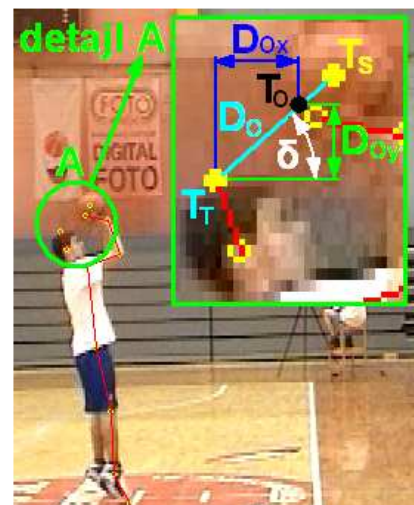
Oddaljenost žoge od temena pred izmetom je bila izračunana kot razdalja od najvišje točke na temenu (T_T) do najbližje točke na obodu žoge z uporabo Enačb 53 do 56.

$$\delta = \arctan \frac{y_S - y_T}{x_S - x_T} \quad \text{Enačba 53.}$$

$$D_{Ox} = x_S - r_z \times \cos \delta - x_T \quad \text{Enačba 54.}$$

$$D_{Oy} = y_S - r_z \times \sin \delta - y_T \quad \text{Enačba 55.}$$

$$D_O = \sqrt{D_{Ox}^2 + D_{Oy}^2} \quad \text{Enačba 56.}$$



Slika 31: Oddaljenost žoge od temena pred izmetom.

δ kot med horizontalo in premico skozi središče žoge [°]
 x_S, y_S koordinati središča žoge – točka T_S [mm]
 x_T, y_T koordinati temena – točka T_T [mm]
 r_Z polmer uporabljene košarkarske žoge [124,41 mm]
 D_{0x}, D_{0y} oddaljenost žoge od temena pred izmetom v x in y smeri [mm]
 D_0 oddaljenost žoge od temena pred izmetom [mm]

2.22. Povprečna hitrost centralnega težišča telesa

Z uporabo funkcije Povprečje je bil v Excelu po posameznih koordinatah opravljen izračun povprečnih hitrosti CTT za celotno in za posamezne faze izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju (Enačbi 57 in 58).

$$\bar{v}_X = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k v_{Xi} \quad \text{Enačba 57.}$$

$$\bar{v}_Y = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k v_{Yi} \quad \text{Enačba 58.}$$

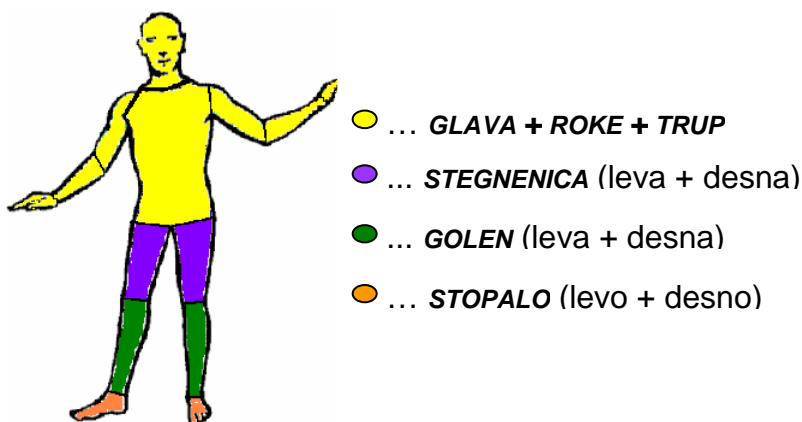
k število kadrov v celotne izvedbe ali posamezne faze izvedbe
 v_{Xi}, v_{Yi} hitrost CTT v x in y smeri v posameznem kadru [m/s]
 \bar{v}_X, \bar{v}_Y povprečna hitrost CTT v x in y smeri pri celotni izvedbi ali v posamezni fazi izvedbe [m/s]

2.23. Povprečne hitrost žoge

Za izračun povprečne hitrosti žoge je bila uporabljena enaka metodologija kot za izračun povprečne hitrosti CTT v poglavju 2.22.

2.24. Centralno težišče telesa obrambnega igralca

Izračun centralnega težišča telesa obrambnega igralca je bil povzet po Winter (2009) in opravljen z enako metodologijo dela kot pri izračunu CTT napadalca v poglavju 2.7., le da so bili pri izračunu uporabljeni poenostavljeni sedem delni model človeka s Slike 32, Tabela 7 in Enačbe 59 do 62.



Slika 32: Sedem delni model za izračun CTT.

Tabela 7: Masni deleži in točke težišča telesnih segmentov - povzeto po Winter (2009).

Telesni segment	Masni delež	Središče težišča (prijemališče)	
Glava + roke + trup	0,6780	0,626 od kolčnega sklepa	0,374 od ramenskega sklepa
Stegenica	0,1000	0,433 od kolčnega sklepa	0,567 od kolena
Golen	0,0465	0,433 od kolena	0,567 od gležnja
Stopalo	0,0145	0,500 od gležnja	0,500 od sredinca

$$\mathbf{x}_{CTT} = \frac{\sum_{\text{STOPALO}}^{\text{GLAVA+ROKE+TRUP}} \mathbf{x}_T \times \mu_M \times M}{M} = \sum_{\text{STOPALO}}^{\text{GLAVA+ROKE+TRUP}} \mathbf{x}_T \times \mu_M \quad \text{Enačba 59.}$$

$$\mathbf{y}_{CTT} = \frac{\sum_{\text{STOPALO}}^{\text{GLAVA+ROKE+TRUP}} \mathbf{y}_T \times \mu_M \times M}{M} = \sum_{\text{STOPALO}}^{\text{GLAVA+ROKE+TRUP}} \mathbf{y}_T \times \mu_M \quad \text{Enačba 60.}$$

$$\mathbf{x}_{CTT} = \sum_{\text{STOPALO}}^{\text{GLAVA+ROKE+TRUP}} \mathbf{x}_{T+MD} \quad \text{Enačba 61.}$$

$$\mathbf{y}_{CTT} = \sum_{\text{STOPALO}}^{\text{GLAVA+ROKE+TRUP}} \mathbf{y}_{T+MD} \quad \text{Enačba 62.}$$

μ_M masni delež posameznega telesnega segmenta

M masa telesa [kg]

\mathbf{x}, \mathbf{y} koordinati telesnega sklepa [mm]

$\mathbf{x}_T, \mathbf{y}_T$ koordinati težišča telesnega segmenta [mm]

$\mathbf{x}_{T+MD}, \mathbf{y}_{T+MD}$ koordinati težišča telesnega segmenta z masnim deležem [mm]

$\mathbf{x}_{CTT}, \mathbf{y}_{CTT}$ koordinati centralnega težišča telesa [mm]

2.25. Izračun oddaljenosti napadalca od obrambnega igralca

V Excelu je bil z uporabo Enačbe 60 opravljen izračun oddaljenosti napadalca od obrambnega igralca tako, da so bile odštete horizontalne koordinate položaja (koordinate x) CTT napadalca in obrambnega igralca za vsak posamezni kader video posnetka.

$$\mathbf{x}_D = \mathbf{x}_N - \mathbf{x}_O \quad \text{Enačba 63.}$$

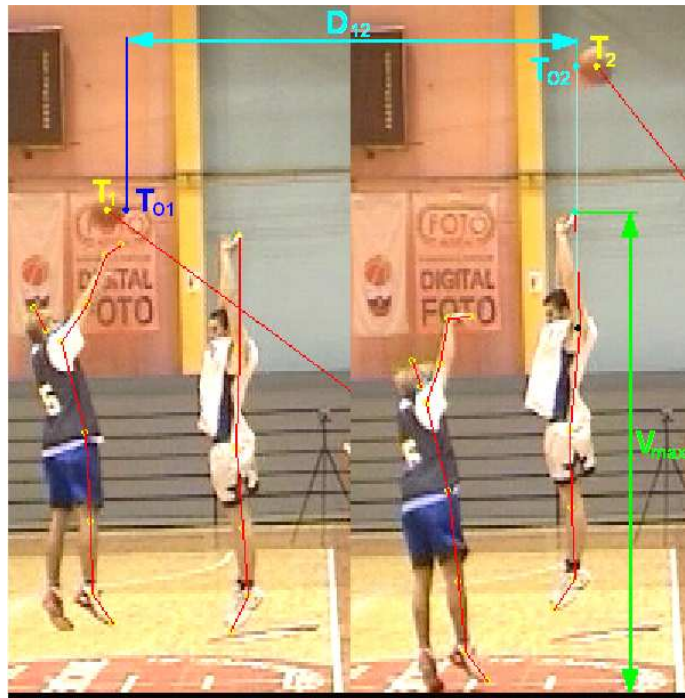
\mathbf{x}_D razdalja med napadalcem in obrambnim igralcem [mm]

\mathbf{x}_N x koordinata CTT napadalca [mm]

\mathbf{x}_O x koordinata CTT obrambnega igralca [mm]

2.26. Blokada meta

Ob upoštevanju košarkarskih pravil je lahko obrambni igralec blokiral met, na intervalu (D_{12}) od trenutka oziroma mesta, ko je žoga zapustila napadalčevo roko (T_1, T_{O1}), pa do trenutka oziroma mesta, ko je žoga s celotnim obodom preletela obrambnega igralca (T_2, T_{O2}). Ko je zapustila napadalčevo roko (T_1, T_{O1}) je žoga letela proti košu po določeni krivulji, ki se je v prvem delu leta vzpenjala in nato padala proti košu. Košarkarska pravila omogočajo obrambnemu igralcu blokado meta le v fazi vzpenjanja žoge, ko pa začne žoga padati proti košu blokada meta ni več dovoljena in se zato v takšnem primeru dosodi dosežen zadetek. Uspešna blokada meta je bila mogoča od trenutka, ko je žoga zapustila napadalčevo roko (T_1, T_{O1}), pa do trenutka, ko je ta s svojim celotnim obodom preletela obrambnega igralca (T_2, T_{O2}), ko je bil ta na svoji maksimalni dosežni višini (V_{max}). Maksimalna dosežna višina obrambnega igralca (V_{max}) predstavlja maksimalno oddaljenost oziroma višino prstov roke od podlage.



Slika 33: Interval blokiranja meta.

Opredelitvi intervala blokiranja meta je sledil izračun uspešnosti blokade. Blokada bi bila uspešno izvedena, če bi obrambni igralec uspel žogo izbiti ali se je vsaj dotakniti. Za uspešno izvedbo blokado je bil potemtakem potreben in zadosten pogoj kontakt prstov roke (T_{PR}) z obodom žoge (T_O). Upošteva je navedeno je bila v Excelu posebej za desno in posebej za levo roko na intervalu D_{12} (Slika 33) izračunana razdalja med obodom žoge in prsti roke obrambnega igralca (D_O) iz že poprej izračunanih horizontalne (D_{Ox}) in vertikalne (D_{Oy}) koordinate te razdalje.

$$\omega = \arctan \frac{y_S - y_{PR}}{x_S - x_{PR}} \quad \text{Enačba 64.}$$

$$D_{Ox} = x_S - r_z \times \cos \omega - x_{PR} \quad \text{Enačba 65.}$$

$$D_{Oy} = y_S - r_z \times \sin \omega - y_{PR} \quad \text{Enačba 66.}$$



Slika 34: Pogoji za blokado.

$$D_o = \sqrt{D_{Ox}^2 + D_{Oy}^2}$$

Enačba 67.

ωkot med horizontalo in premico skozi središče žoge [°]

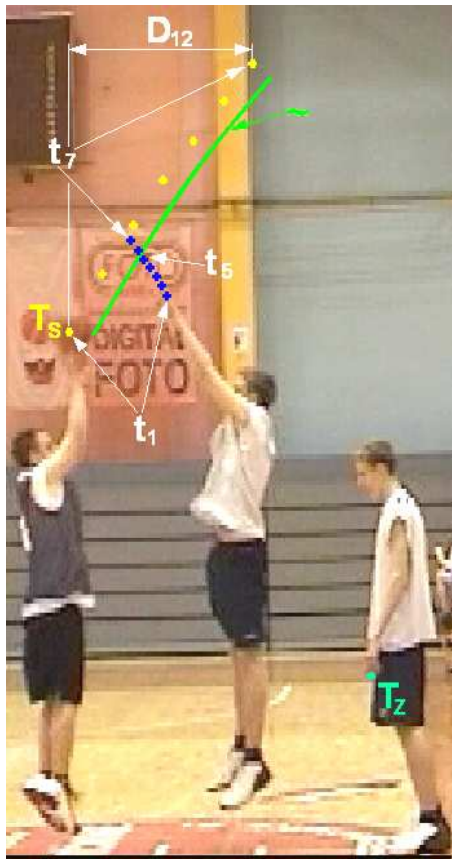
x_s, y_skoordinati središča žoge – točka T_s [mm]

x_{PR}, y_{PR}koordinati prstov roke – točka T_{PR} [mm]

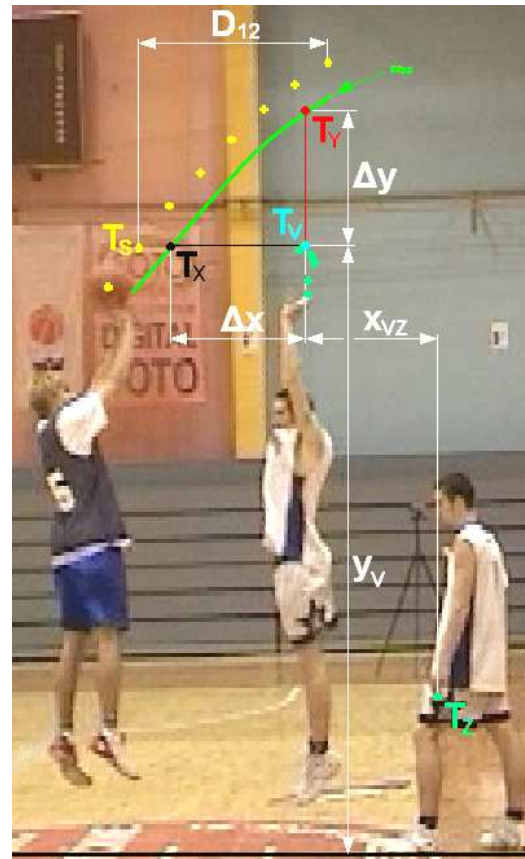
$r_{\text{ž}}$polmer uporabljene košarkarske žoge [124,41 mm]

D_{Ox}, D_{Oy} koordinati oddaljenosti prstov roke obrambnega igralca do oboda žoge [mm]

D_o oddaljenost prstov roke obrambnega igralca do oboda žoge [mm]



Slika 35: Časovna odvisnost blokade.



Slika 36: Prostorska odvisnost blokade.

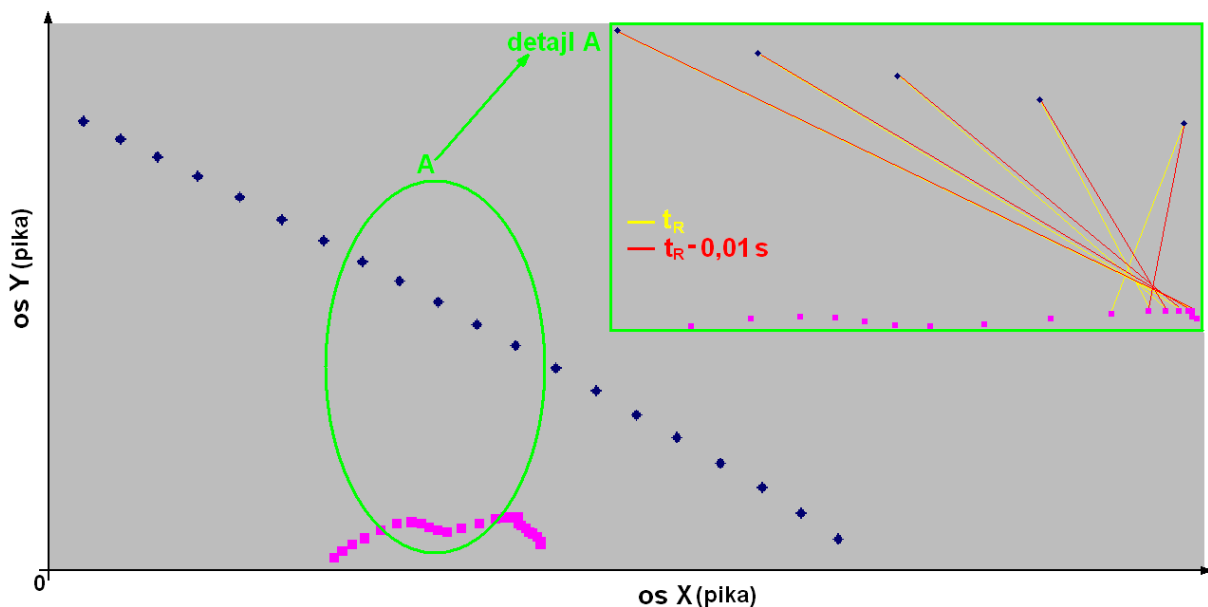
LEGENDA: D_{12} ...interval blokiranja meta; ~...trajektorija leta oboda žoge; t_1 ...prvi trenutek, ko je možna blokada meta; t_5 ...trenutek, ko bi se lahko obrambni igralec dotaknil oboda žoge; t_7 ...zadnji trenutek, ko je možna blokada meta; T_s ...središče žoge; T_v ...točka maksimalne dosežne višine obrambnega igralca; T_z ...začetni položaj prstov na roki obrambnega igralca; T_x ...točka horizontalne oddaljenosti za blokado meta; T_y ...točka vertikalne oddaljenosti za blokado meta; x_{vz} ...horizontalni premik obrambnega igralca; y_v ...trenutna dosežna višina obrambnega igralca; Δx ...potreben dodatni horizontalni premik za uspešno blokado meta; Δy ...potrebna dodatna višina za uspešno blokado meta

Za natančen izračun uspešnosti blokade je bilo potrebno izračunati hitrosti žoge in gibanja roke oziroma prstov na roki. Pri hitrosti žoge so bile uporabljene v poglavju 2.10. izračunane vrednosti, medtem ko so bile hitrosti gibanja prstov na roki izračunane v Excelu z uporabo enake metodologije kot za računanje hitrosti CTT in hitrosti žoge v poglavjih 2.9. in 2.10.

2.26.1. Časovna odvisnost blokade ($t \neq \text{konst.}; x = \text{konst.}; y = \text{konst.}$)

Ključno pri časovni odvisnosti blokade je to, kdaj bi moral obrambni igralec začeti z gibanjem, da bi ob nespremenjenih prostorskih razsežnostih gibanja (horizontalna in vertikalna komponenta gibanja sta konstantni) to zadostovalo za blokiranje meta oziroma, da bi se kar najbolj približal blokiranju meta (Slika 35).

Za izračun časovne odvisnosti blokade je bil uporabljen algoritem v Excelu, ki je uporabljal gibanje obrambnega igralca z nespremenjenimi prostorskimi razsežnostmi ($x = \text{konst.}; y = \text{konst.}$), vendar z različnim trenutkom začetka gibanja ($t \neq \text{konst.}$). Algoritem je z upoštevanjem časovnih intervalov med podatki (0,01 s) na intervalu, kjer bi obrambni igralec lahko blokiral met (D_{12}), spreminjal začetek gibanja obrambnega igralca in obenem računal ter izpisoval najmanjšo oddaljenost oboda žoge od prstov posamezne roke. Algoritem je v bistvu primerjal trajektorijo leta oboda žoge (\sim) v realnem času (t_R) z vrednostmi položaja prstov posamezne roke na dvakratnem časovnem intervalu (od $-D_{12}$ do $+D_{12}$) s korakom 0,01 s (Slika 37). V algoritmu so bile uporabljene enačbe Enačbe 64 do 67 ter Excelova funkcija Min.



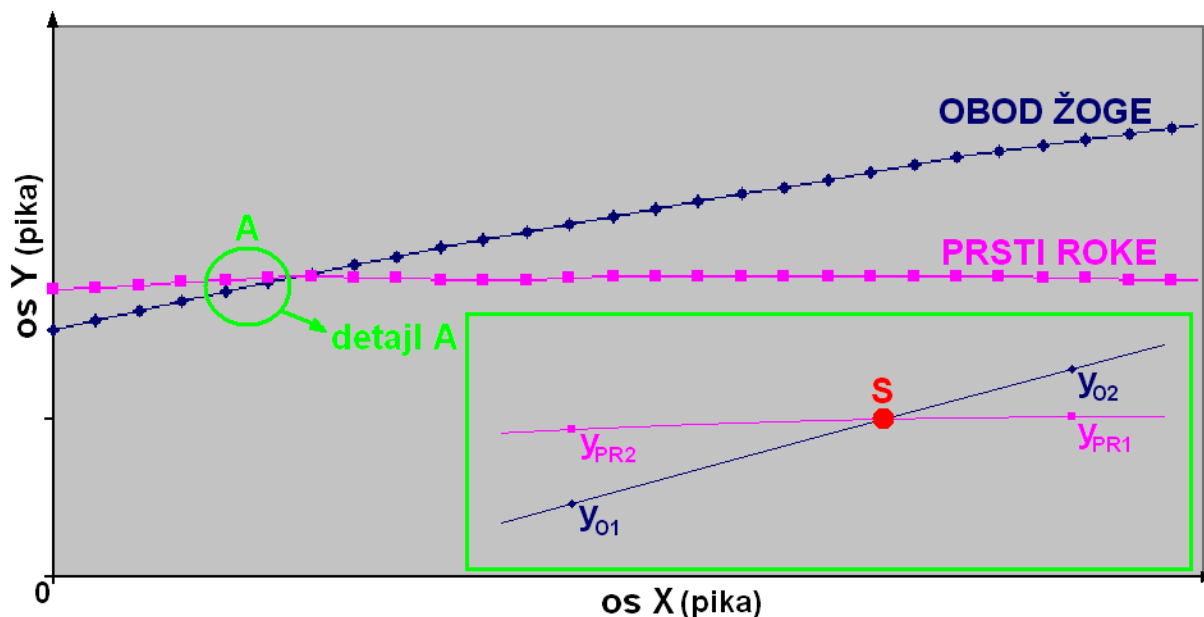
Slika 37: Princip algoritma za računanje časovne odvisnosti blokade.

2.26.2. Horizontalna odvisnost blokade ($x \neq \text{konst.}; y = \text{konst.}; t = \text{konst.}$)

Horizontalna odvisnost blokade definira koliko bližje napadalcu bi moral priti obrambni igralec (Δx) oziroma, do kje bi moral obrambni igralec priti v horizontalni smeri ($\Delta x + x_{vz}$), da bi to, ob nespremenjeni dosežni višini oziroma ob nespremenjeni vertikalni prostorski razsežnosti (y_v) in ob nespremenjeni časovni razsežnosti, zadostovalo za uspešno blokado meta (Sliki 36 in 38).

Izračun horizontalne odvisnosti blokade oziroma tega, koliko bližje napadalcu bi moral priti obrambni igralec (Δx) v horizontalni smeri, da bi lahko uspešno blokiral met, je bil izvršen s primerjavo trajektorij leta oboda žoge in gibanja prstov na posamezni roki. Za izračun Δx je bilo potrebno, ob nespremenjenem vertikalnem položaju v prostoru (os y) in ob nespremenjenem časovnem poteku gibanja poiskati

presečišče trajektorij leta oboda žoge in gibanja prstov v vertikalni smeri in izračunati trenutek, ko se trajektoriji križata. Že poprej izračunane oddaljenosti oboda žoge od prstov posamezne roke so omogočile enostavno določitev te točke, ker presečišče trajektorij (S) predstavlja trenutek, ko se med posameznima kadroma spremeni predznak oddaljenosti teh dveh točk. Za izračunu natančnega časa je bilo potrebno poznati hitrosti gibanja žoge (poglavje 2.10.) in prstov na roki. Za izračun hitrosti prstov je bila uporabljena enaka metodologija kot pri izračunu hitrosti CTT v poglavju 2.9.



Slika 38: Horizontalna odvisnost blokade

LEGENDA: S...presečišče trajektoriji gibanja oboda žoge in prstov na roki; y_{PR1} , y_{PR2} ...vertikalna komponenta položaja prstov na roki v kadru 1 in kadru 2; y_{O1} , y_{O2} ...vertikalna komponenta položaja najbližje točke prstom roke na obodu žoge v kadru 1 in kadru 2

Izračunu natančnega časa (t_s), ko so bili prsti posamezne roke na enaki vertikalni višini kot njim najbližja točka na obodu žoge, je sledil izračun horizontalne oddaljenosti (Δx) teh dveh točk. Oddaljenost med tema dvema točkama je obenem predstavljala to, koliko bližje napadalcu bi dejansko moral biti obrambni igralec v tem trenutku, da bi lahko uspešno blokiral met. Ob nespremenjenih parametrih odskoka bi se tako moral obrambni igralec odriniti za Δx bližje napadalcu, da bi lahko uspešno blokiral met.

$$\Delta x = x_{OS} - x_{PRS} \quad \text{Enačba 68.}$$

$$\Delta y = y_{OS} - y_{PRS} = 0 \quad \text{Enačba 69.}$$

$$t_s = \frac{y_{PR} - y_O}{v_{Oy} - v_{PRy}} \quad \text{Enačba 70.}$$

$$x_{OS} = x_{O1} + v_{O1x} \times t_s \quad \text{Enačba 71.}$$

$$y_{OS} = y_{O1} + v_{O1y} \times t_s \quad \text{Enačba 72.}$$

$$x_{PRS} = x_{PR1} + v_{PR1x} \times t_s \quad \text{Enačba 73.}$$

$$y_{PRS} = y_{PR1} + v_{PR1y} \times t_s \quad \text{Enačba 74.}$$

Δx , Δy horizontalni in vertikalni pomik obrambnega igralca [mm]

x_{OS} , y_{OS} x in y koordinati točke na obodu žoge pri uspešni blokadi meta [mm]

x_{PRS} , y_{PRS} x in y koordinati prstov na roki pri uspešni blokadi meta [mm]

t_s trenutek blokade meta [s]

y_{PR} vertikalna koordinata prstov na roki [mm]

y_O vertikalna koordinata točke na obodu žoge [mm]

v_{Oy} vertikalna hitrost točke na obodu žoge [m/s]

v_{PRy} vertikalna hitrost prstov na roki [m/s]

x_{O1} , y_{O1} x in y koordinati točke na obodu žoge v kadru 1 [mm]

v_{O1x} , v_{O1y} hitrosti točke na obodu žoge v smeri x in y kadru 1 [m/s]

x_{PR1} , y_{PR1} koordinati prstov na roki v kadru 1 [mm]

v_{PR1x} , v_{PR1y} hitrosti točke prstov na roki v smeri x in y kadru 1 [m/s]

2.26.3. Vertikalna odvisnost blokade ($y \neq \text{konst.}; x = \text{konst.}; t = \text{konst.}$)

Vertikalna odvisnost blokade definira koliko bi obrambni igralec moral skočiti višje (y_v) zato, da bi to, ob nespremenjeni horizontalni prostorski razsežnosti (x_{vz}) in ob nespremenjeni časovni razsežnosti gibanja, zadostovala za uspešno blokado meta (Slika 36).

Izračun vertikalne odvisnosti blokade oziroma tega, koliko višji bi moral biti vertikalni odskok (Δy) obrambnega igralca, da bi lahko uspešno blokiral met, je bil izvršen z uporabo enakega postopka kot pri izračunu horizontalne odvisnosti blokade v poglavju 2.26.2., le da sta bila pogoja uporabe horizontalne in vertikalne komponente gibanja ravno nasprotna (Enačbi 75 in 76).

Za izračun Δy je bilo potrebno, ob nespremenjenem horizontalnem položaju v prostoru (os x) in ob nespremenjenem časovnem poteku gibanja, poiskati presečišče trajektorij leta oboda žoge in gibanja prstov v horizontalni smeri in izračunati trenutek, ko se trajektoriji križata. Izračun je bil opravljen z uporabo enake metodologije kot pri izračunu horizontalne odvisnosti blokade v poglavju 2.26.2. V trenutku, ko so bili prsti posamezne roke na isti horizontalni koordinati kot njim najbližja točka na obodu žoge, je bil opravljen izračun (Enačba 75) vertikalne oddaljenosti (Δy) teh dveh točk. Oddaljenost med tema dvema točkama je predstavljala to, koliko višje bi v tem trenutku moral obrambni igralec skočiti, da bi lahko uspešno blokiral met.

$$\Delta y = y_{OS} - y_{PRS} \quad \text{Enačba 75.}$$

$$\Delta x = x_{OS} - x_{PRS} = 0 \quad \text{Enačba 76.}$$

Δx , Δy horizontalni in vertikalni pomik obrambnega igralca [mm]

x_{OS} , y_{OS} x in y koordinati točke na obodu žoge pri uspešni blokadi meta [mm]

x_{PRS} , y_{PRS} x in y koordinati prstov na roki pri uspešni blokadi meta [mm]

2.27. Uspešnost zadevanja

Uspešnost zadevanja oziroma odstotek zadetih metov je bil izračunan za vsako posamezno eksperimentalno situacijo, torej za situacijo brez obrambe, za situacijo enako visokim obrambnim igralcem in za situacijo z višjim obrambnim igralcem.

$$\% M_M = \frac{nM_M}{nM_A} \times 100 \quad \text{Enačba 77.}$$

nM_Mštevilo zadetkov

nM_Aštevilo poizkusov

$\%M_M$...odstotek zadetih metov [%]

2.28. Statistična analiza

S statistično analizo se je ugotavljalo kako na določen parameter gibanja vpliva posamezna eksperimentalna situacija oziroma ali obstajajo statistične razlike pri določenem parametru gibanja, ki so posledica razlik med eksperimentalnimi situacijami. Statistična analiza je bila opravljena z računalniškim programskim paketom SPSS 19. Za testiranje razlik med skupinami oziroma eksperimentalnimi situacijami je bila uporabljena enosmerna ANOVA. Pri testiranju vpliva neodvisnega parametra gibanja na odvisen parameter gibanja pa je bila uporabljena linearna regresija. Podatki so bili analizirani s pomočjo deskriptivne statistike, z uporabo srednje vrednosti in standardnega odklona. Raven statistične pomembnosti je bila določena pri $p < 0,05$.

3.0. REZULTATI Z RAZPRAVO

V nadaljevanju bodo pri predstavitvi rezultatov in ugotovitev eksperimentalne situacije poimenovane ali označene s kraticami BREZ OBRAMBE (BO), ENAKA OBRAMBA (EO) in VIŠJA OBRAMBA (VO).

3.1. Časovna opredelitev

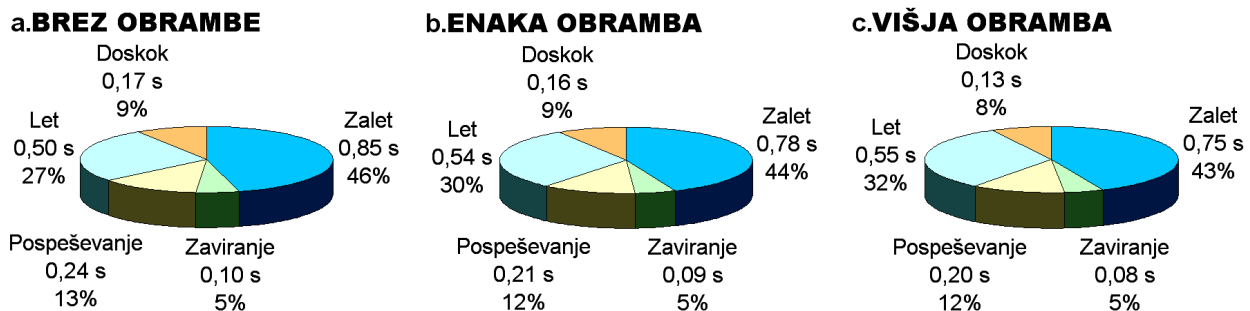
Tabela 8: Časovna opredelitev meta iz skoka po predhodnem gibanju

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	p _{BO/EO}	p _{BO/VO}	p _{EO/VO}
	M	SD	M	SD	M	SD					
ZALET [s]	0,85	0,09	0,78	0,12	0,75	0,11	18,328	,000*	0,004*	0,000*	0,268
ZAVIRANJE [s]	0,10	0,03	0,09	0,04	0,08	0,03	1,827	,178	1,000	0,138	0,884
POSPEŠEVANJE [s]	0,24	0,06	0,21	0,05	0,20	0,05	13,395	,000*	0,012*	0,001*	0,181
LET [s]	0,50	0,07	0,54	0,08	0,55	0,06	21,196	,000*	0,002*	0,000*	0,456
DOSKOK [s]	0,17	0,11	0,16	0,04	0,13	0,03	1,374	,265	1,000	0,458	0,117
SKUPAJ [s]	1,86	0,13	1,78	0,08	1,71	0,08	9,256	,003*	0,270	0,004*	0,011*

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05);

p_{BO/EO}...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; p_{BO/VO}...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba;

p_{EO/VO}...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba



Slika 39: Časovni deleži posameznih faz pri izvedbi metu iz skoka po predhodnem gibanju.

V Tabeli 8 je razvidno, da se eksperimentalne situacije statistično pomembno razlikujejo glede časovne opredelitve celostne izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju. Statistično pomembne razlike so bile ugotovljene med situacijami brez obrambe/višja obramba in med enaka obramba/višja obramba. Tovrstne statistične ugotovitve so nekoliko nepričakovane in delno nasprotujejo predpostavki, da bo napadalec v situaciji z obrambnim igralcem skušal prihajati do ugodnejšega položaja za met s hitrejšim gibanjem in posledično s krajšim časom izvedbe celotne eksperimentalne situacije. Pričakovano je torej bilo, da se bosta situaciji z obrambnim igralcem statistično pomembno razlikovali od situacije brez obrambe. Temu ni bilo tako, zato je na osnovi dobljenih rezultatov mogoče trditi, da na čas celostne izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju sama prisotnost obrambe oziroma obrambnega igralca nima neposrednega vpliva, da pa ima neposreden vpliv prisotnost višjega obrambnega igralca.

Časovna opredelitev posameznih faz izvedbe meta iz skoka bo obravnavana v nadaljevanju v sklopu obravnave vsake posamezne faze.

3.2. Faze meta iz skoka po predhodnem gibanju

3.2.1. Faza zaleta

Eksperimentalna naloga je bila prostorsko natančno opredeljena s talnimi oznakami (Slika 1), a je bilo povsem nerealno za pričakovati, da bodo košarkarji uspeli gibanja izvesti povsem znotraj oziroma do teh prostorskih oznak. V fazi zaleta je zato prihajalo do določenih neskladji med prostorskimi oznakami in med dejanskim horizontalnim gibanjem košarkarjev. S talnimi oznakami je bilo predvideno mesto za izvedbo meta na oddaljenosti 4,50 m od koša, medtem ko so dejansko napadalci zaključevali zalet in se zaustavljali v položaju za izvedbo meta, v situaciji brez obrambe na 4,10 m od koša, v situaciji z enako visoko obrambo na 4,39 m od koša in proti višji obrambi na 4,55 m od koša. Napadalci so načrtovan zalet v izmeri 1,75 m tako povprečno izvedli v situaciji brez obrambnega igralca na dolžini 2,45 m, z enako visokim igralcem na dolžini 2,32 m in proti višjemu obrambnemu igralcu na dolžini 2,20 m.

Tabela 9: Prostorska opredelitev faze zaleta.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	p _{BO/EO}	p _{BO/VO}	p _{EO/VO}
	M	SD	M	SD	M	SD					
d _{ZA} [m]	2,45	0,16	2,32	0,33	2,20	0,26	4,918	0,014*	0,603	0,011*	0,291
d _{IZ} [m]	1,36	0,15	1,35	0,32	1,30	0,29	0,746	0,483	1,000	0,602	1,000
% d _{IZ} [%]	55,81	6,19	57,50	8,62	58,69	7,95	1,870	0,172	0,756	0,190	1,000
x _R (T _{DŽ}) [m]	0,40	0,06	0,43	0,09	0,40	0,09	4,281	0,023*	0,024*	1,000	,162
φ (T _{DŽ}) [°]	27,94	7,83	29,95	5,98	26,95	4,78	2,297	0,118	0,628	1,000	0,078
ψ (T _{DŽ}) [°]	27,59	5,13	25,77	4,70	24,83	5,55	2,391	0,109	0,220	0,283	1,000
d _{LET} [m]	1,09	0,19	0,96	0,17	0,89	0,15	7,644	0,002*	0,113	0,010*	0,292
% d _{LET} [%]	44,75	7,35	42,31	8,88	40,81	7,79	2,888	0,071	0,407	0,126	1,000
x _{PDN} - x _{PLN} [m]	0,16	0,07	0,15	0,05	0,13	0,05	1,832	0,178	1,000	0,338	0,597
ȳ _{CTT+ž} [m]	0,95	0,02	0,94	0,03	0,94	0,03	2,499	0,099	0,497	0,169	1,000
R̄ _{X CTT} [m]	0,03	0,02	0,05	0,04	0,06	0,04	4,652	0,017*	0,150	0,013*	1,000
X̄ _R [m]	0,28	0,05	0,31	0,07	0,30	0,07	3,306	0,050*	0,033*	0,366	1,000
ȳ _R [m]	0,16	0,03	0,16	0,03	0,17	0,03	3,140	0,058	0,412	0,044	1,000
ȳ _ž [m]	0,80	0,04	0,78	0,06	0,77	0,06	4,532	0,019*	0,149	0,035*	1,000
φ̄ [°]	20,13	7,66	21,33	6,00	19,83	4,72	1,386	0,266	0,641	1,000	0,235
ψ̄ [°]	20,82	3,19	21,26	3,35	20,99	4,14	0,181	0,835	1,000	1,000	1,000

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05); p_{BO/EO}...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; p_{BO/VO}...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; p_{EO/VO}...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; d_{IZ}...dolžina izkoraka; % d_{IZ}...delež izkoraka v fazi zaleta; x_R (T_{DŽ})...horizontalna oddaljenost žoge od CTT pri odboju žoge; φ (T_{DŽ})...nagib trupa pri odboju žoge; ψ (T_{DŽ})...usmerjenosti pogleda pri odboju žoge; d_{LET}...dolžina leta v fazi zaleta; % d_{LET}...delež leta v fazi zaleta; x_{PDN}-x_{PLN}...horizontalna oddaljenost prstov desne in leve noge na odzivnem mestu; ȳ_{CTT+ž}...povprečna višina CTT v fazi zaleta; R̄_{X CTT}...povprečna horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve v fazi zaleta; X̄_R...povprečna horizontalna oddaljenost žoge od CTT v fazi zaleta; ȳ_R...povprečna vertikalna oddaljenost žoge od CTT v fazi zaleta; ȳ_ž...povprečna višina žoge v fazi zaleta; φ̄...povprečen nagib trupa pri odboju žoge; ψ̄...povprečna usmerjenosti pogleda pri odboju žoge

Odstopanja med predvideno in dejansko dolžino zaleta so posledica tako začetnega položaja napadalca, kot tudi mesta zaustavitve po izvedbi zaleta, ki se je med posameznimi ponovitvami razlikovalo. Za raziskavo so bile bistvene razlike med

eksperimentalnimi situacijami, zato dolžina zaleta kot taka ni imela bistvenega vpliva na raziskovalne cilje. Pri dolžini zaleta je prišlo do statistično pomembnih razlik pri primerjavi situacij brez obrambe/višja obramba, medtem ko pri primerjavi situacij brez obrambe/enaka obramba in enaka obramba/višja obramba razlike v dolžini zaleta niso bile statistično pomembne. Pomenljivo v tem delu napadalčevega gibanja pa je bilo to, da so se v situacijah z obrambo napadalci zaustavljali v položaj za met dlje od koša.

Napadalci so zalet izvedli v situaciji brez obrambe povprečno v 0,85 s, proti enaki obrambi v 0,78 s in proti višji obrambi v 0,75 s (Tabela 8). Razlike pri času izvedbe zaleta so statistično pomembne med situacijama brez obrambe/enaka obramba in brez obrambe/višja obramba. Rezultati kažejo, da na čas izvedbe oziroma trajanje zaleta vpliva faktor prisotnosti obrambe ne pa tudi višina obrambnega igralca.

Glede časovne strukture faze zaleta (Slika 39) se posamezne eksperimentalne situacije medsebojno niso statistično pomembno razlikovale. V fazi zaleta je odvisno od eksperimentalne situacije predstavlja izkorak 43 – 46,50%, opora na eni nogi 25,50 – 30% in let 27 – 28% od celotnega zaleta.

Tabela 10: Časovna opredelitev faze zaleta.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	p _{BO/EO}	p _{BO/VO}	p _{EO/VO}
	M	SD	M	SD	M	SD					
t _{ZA} [s]	0,85	0,09	0,78	0,12	0,75	0,11	18,328	0,000*	0,004*	0,000*	0,268
t _{IZ} [s]	0,47	0,08	0,43	0,09	0,44	0,08	2,200	0,149	0,411	0,137	1,000
% t _{IZ} [%]	46,50	7,85	43,06	9,41	44,00	8,33	4,677	0,017*	1,000	0,004*	0,116
T _{DŽ} [s]	0,28	0,05	0,28	0,06	0,28	0,07	0,039	0,961	1,000	1,000	1,000
T _{IZ} - T _{DŽ} [s]	0,18	0,04	0,15	0,05	0,16	0,04	4,811	0,032*	0,055	0,008*	0,984
t _{LET} [s]	0,24	0,03	0,22	0,04	0,20	0,03	10,063	0,000*	0,065	0,001*	0,248
% t _{LET} [%]	28,00	3,41	27,63	4,05	26,94	3,26	0,550	0,583	1,000	0,770	1,000

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05); p_{BO/EO}...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; p_{BO/VO}...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; p_{EO/VO}...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; t_{ZA}...dolžina zaleta; t_{IZ}...dolžina izkoraka pri zaletu; % t_{IZ}...delež dolžine izkoraka pri izvedbi zaleta; T_{DŽ}...trenutka odboja žoge od tal; T_{IZ} - T_{DŽ}...razlika časov dotika stopala izkoračne noge in trenutka odboja žoge od tal; t_{LET}...dolžina leta pri zaletu; % t_{LET}...delež dolžine leta pri izvedbi zaleta

Na začetku faze zaleta so napadalci prehajali iz statične napadalne preže v gibanje z vodenjem oziroma z odbojem žoge od tal. Pri prehodu v vodenje se eksperimentalne situacije niso razlikovale glede dolžine prvega koraka in glede deleža, ki ga je prvi korak predstavljal pri izvedbi zaleta. Tudi glede potrebnega časa za izvedbo prvega koraka ni bilo statistično pomembnih razlik, ki pa so bile prisotne pri deležu, ki ga izvedba prvega koraka prestavlja glede na čas izvedbe celotnega zaleta. Razlika se je pojavila pri primerjavi situacije brez obrambe/višja obramba iz česar je mogoče sklepati, da na ta parameter vpliva višina obrambnega igralca.

Po prehodu v gibanje z odbojem žoge od tal je nadalje prišlo do statistično pomembnih razlik pri horizontalni oddaljenosti središča žoge od CTT v situacijah brez obrambe/enaka obramba. Razlika je posledica tega, da so košarkarji v situaciji z enako obrambo žogo odbili od tal nekoliko bolj pred seboj. Slednje je bilo dokaj presenetljivo, ker je bilo pričakovano, da bodo v situacijah z obrambnim igralcem žogo potisnili ob tla bližje k sebi. Razloge za takšen vpliv obrambnega igralca na izvedbo odboja žoge pri zaletu je moč pripisati precejšnji oddaljenosti obrambnega

igralca v trenutku odboja žoge, ki je bila posledica vloge obrambnega igralca v eksperimentalnih situacijah. Razlike in dobljeni rezultati postanejo takoj razumljivejši, ko primerjamo vlogo obrambnega igralca iz eksperimentalnih situacij s tem, kakšno vlogo bi imel na resnični košarkarski tekmi. Na tekmi obrambni igralec ne bi bil neposredno odgovoren oziroma zadolžen za branjenje napadalca iz eksperimentalne situacije, ampak bi napadalca "prevzemal" oziroma bi prihajal pomagati soigralcu, ki bi ga napadalec "prebil" oziroma preigral.

Statistično pomembne razlike v fazi zaleta so bile nadalje odkrite pri primerjavi časa, oziroma pri primerjavi trenutkov kontakta izkoračne noge in kontakta žoge s tlemi v situacijah brez obrambe/višja obramba, ni pa bilo statistično pomembnih razlik med situacijami glede nagiba trupa in usmerjenosti pogleda v trenutku odboja.

Ker v številnih opazovanih parametrih ni statistično pomembnih razlik je za prvi del zaleta vključno z odbojem žoge nemogoče z gotovostjo trditi, da se eksperimentalne situacije v tem delu zaleta razlikujejo glede načina izvedenega gibanja oziroma same tehnike izvedbe. Določene razlike vendarle obstajajo, ker se situacija brez obrambe statistično pomembno razlikuje od situacije z enako visokim obrambnim igralcem glede mesta odboja žoge in od situacije z višjim obrambnim igralcem glede trenutka kontakta izkoračne noge in žoge ter tudi glede časovnega deleža, ki ga izkorak zavzema v času izvedbe celotnega zaleta.

Izkoraku in odboju žoge sta v fazi zaleta sledila let in zaustavitev na mestu za izvedbo meta. Ugotovljene statistično pomembne razlike pri dolžini leta in pri trajanju oziroma času izvedbe leta nikakor ne presenečajo, ker so razlike med situacijama brez obrambe/višja obramba prisotne že pri horizontalni prostorski razsežnosti in času izvedbe celotnega zaleta. Pri zaustavitvi na mestu za izvedbo meta je bila pozornost usmerjena tudi v način zaustavljanja in položaju postavitve stopal. Vsi napadalci so se zaustavljali na enak način z dvotaktno zaustavitvijo v diagonalno postavitev stopal za met desničarja. Pri tem velja poudariti, da bi tudi marsikateri izmed najbolj izkušenih trenerjev trdil, da so bila nekatera zaustavljanja izvedena sonožno, torej istočasno z obema stopaloma. Pa vendarle temu ni bilo tako. Prav vsa zaustavljanja so bila izvedene dvotaktno, pri čemer velja izpostaviti, da je bila razlika v nekaterih primerih za opazovanje s prostim očesom resnično nezaznavna. Zaustavljanja so se razlikovala v tem, da so v primerih, ko so napadalci prehajali v vodenje v desno stran in z izkorakom z desno nogo, prvi kontakt na mestu zaustavitve opravili z levo nogo in obratno. Razlike, čeprav statistično nepomembne, so bile prisotne tudi pri razdalji med stopaloma v diagonalni postavitvi stopal za met desničarja, ko je bilo desno postavljeno pred levim stopalom.

Tabela 11: Hitrost v fazi zaleta.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	p _{BO/EO}	p _{BO/VO}	p _{EO/VO}
	M	SD	M	SD	M	SD					
\bar{v} [m/s]	2,19	0,17	2,17	0,26	2,10	0,21	1,148	0,331	1,000	0,533	0,416

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05); p_{BO/EO}...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; p_{BO/VO}...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; p_{EO/VO}...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; \bar{v} ...povprečna hitrost napadalca v fazi zaleta

Povprečna hitrost v fazi zaleta je znašala v situaciji brez obrambe 2,19 m/s, proti enaki obrambi 2,17 m/s in proti višji obrambi 2,10 m/s. Nekoliko presenetljivo je bilo

to, da razlike povprečnih hitrosti med eksperimentalnimi situacijami niso bile statistično pomembne. Za pričakovati je bilo namreč to, da bodo napadalci v situacijah proti obrambnemu igralcu skušali zalet izvesti hitreje zato, da bi prišli hitreje do meta, vendar temu ni bilo tako. Tako so napadalci, ravno nasprotno od pričakovanj, najhitreje izvedli eksperimentalno akcijo v situaciji brez obrambe in najpočasneje proti višji obrambi. Napadalci so počasnejšo izvedbo in vpliv obrambnega igralca kompenzirali s krajšim zaletom, ki je posledično trajal krajši čas. Napadalec je prihajal do ugodnejšega položaja za izvedbo meta iz skoka tako, da je imel ob nižji hitrosti boljšo kontrolo nad gibanjem in boljši nadzor nad dogajanjem v prostoru. Ob tem so mu krajši zalet in večja oddaljenost od koša ter obenem tudi od obrambnega igralca, ki se mu je približeval, omogočala izvedbo bolj odprtega meta z manjšim vplivom pritiska obrambnega igralca in posledično z manjšo verjetnostjo blokiranja meta. Rojas idr. (2000) so v svoji raziskavi prav tako opazovali hitrost napadalca med zaletom in sicer v trenutku sprejema podane žoge. V situaciji brez obrambnega igralca so se napadalci v trenutku sprejema podane žoge, gibali z horizontalno hitrostjo 2,11 m/s, kar je bilo počasneje kot v situaciji z obrambnim igralcem, ko je bila njihova horizontalna hitrost 2,25 m/s. Pri gibanju v fazi zaleta gre za pretežno horizontalno gibanje, s prevladujočim vplivom horizontalne komponente hitrosti, kar je pogojno omogočalo primerjavo izsledkov njihove raziskave z mojimi rezultati. Rezultati njihove raziskave so po velikosti primerljivi, hkrati pa popolnoma nasprotujoči mojim rezultatom. Razlike velja iskati v že prej navedeni razliki med absolutno hitrostjo gibanja v moji raziskavi in horizontalno komponento hitrosti gibanja v njihovi raziskavi, v sami strukturi eksperimentalnih nalog, ki so se med raziskavama dodobra razlikovali in tudi v dejstvu, da je napadalec s posestjo žoge od začetka eksperimentalne naloge lahko izbral drugačne strategije gibanja, kot v primeru, ko je sprejemal žogo med gibanjem.

Pri opazovanju celotne faze zaleta so bile odkrite statistično pomembne razlike tudi v parametrih horizontalne oddaljenosti CTT od središča oporne ploskve, povprečne horizontalne oddaljenosti žoge od CTT in povprečne vertikalne oddaljenosti žoge od tal.

Pri horizontalni oddaljenosti CTT od središča oporne ploskve sta se statistično pomembno razlikovali situaciji brez obrambe/višja obramba tako, da je bila CTT v horizontalni smeri pri napadalcih v situaciji z višjo obrambo, pomaknjena nekoliko bolj naprej.

V fazi zaleta so imeli napadalci v situaciji brez obrambe, za razliko od situacije z obrambnim igralcem, žogo povprečno pomaknjeno horizontalno nekoliko bližje k CTT in nekoliko višje od tal. Statistično pomembna pa je bila razlika povprečne horizontalne oddaljenosti žoge od CTT v fazi zaleta samo med situacijama brez obrambe/enaka obramba, kjer je bila oddaljenost v situaciji proti enako visokem obrambnem igralcu večja.

Tudi pri povprečni vertikalni oddaljenosti žoge od tal so bile razvidne statistično pomembne razlike samo med situacijama brez obrambe/višja obramba tako, da so napadalci v situaciji proti višjemu obrambnemu igralcu žogo ohranjali nižje pri tleh.

3.2.1.1. Sprejem – zavrnitev hipoteze H_{01}

Hipoteza H_{01} je bila zavrnjena, ker so bile ugotovljene statistično pomembne razlike med posameznimi eksperimentalnimi situacijami na področju časovnega poteka in položajev v fazi zaleta medtem ko na področju kotov in hitrosti ni bilo statistično pomembnih razlik. Pri tem velja poudariti, da so bile ugotovljene razlike samo med situacijo brez obrambe in situacijami z obrambo, medtem ko med situacijama z enako in višjo obrambo niso bile ugotovljene statistično pomembne razlike v nobenem izmed opazovanih parametrov gibanja. Z gotovostjo je tako moč zaključiti, da so v okviru opazovanih parametrov gibanja razlike v fazi zaleta posledica prisotnosti obrambnega igralca.

3.2.2. Faza zaviranja

Faza zaviranja je časovno najkrajša izmed vseh faz pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju. Navkljub temu pa je ta faza zelo pomembna, predvsem zaradi transformacije pretežno horizontalnega v pretežno vertikalno gibanje. Različne eksperimentalne situacije se glede trajanja faze zaviranja medsebojno statistično pomembno ne razlikujejo (Tabela 8) in pri vseh prestavlja faza zaviranja približno 5% celotnega časa potrebnega za izvedbo meta iz skoka po predhodnem gibanju.

V vseh eksperimentalnih situacijah so prihajali napadalci na odzivno mesto z zelo podobno hitrostjo tako, da glede hitrosti prihoda na odzivno mesto niso bile ugotovljene statistično pomembne razlike. Tudi pri hitrosti gibanja žoge pri prihodu na odzivno mesto niso bile odkrite statistično pomembne razlike, je pa iz rezultatov mogoče razbrati, da so bile hitrosti gibanja žoge v situaciji brez obrambe nekoliko nižje kakor v situacijah z obrambo.

Tabela 12: Hitrost v fazi zaviranja.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	$p_{BO/EO}$	$p_{BO/VO}$	$p_{EO/VO}$
	M	SD	M	SD	M	SD					
$v(T_z)$ [m/s]	2,44	0,35	2,43	0,23	2,38	0,25	0,411	0,666	1,000	1,000	1,000
$v_z(T_z)$ [m/s]	3,50	0,59	3,69	0,74	3,75	0,95	3,299	0,069	0,068	0,173	1,000
$v(T_{MIN})$ [m/s]	1,45	0,17	1,58	0,12	1,65	0,19	5,056	0,103	0,099	0,072	0,662
$v_z(T_{MIN})$ [m/s]	4,29	0,34	4,54	0,42	4,62	0,51	5,660	0,018*	0,004*	0,027*	1,000
\bar{v} [m/s]	1,98	0,26	2,04	0,14	2,02	0,20	0,440	0,648	1,000	1,000	1,000
\bar{v}_z [m/s]	3,77	0,49	3,93	0,62	4,05	0,79	4,495	0,134	0,063	0,092	0,690

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (* $p < 0,05$); $p_{BO/EO}$...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; $p_{BO/VO}$...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; $p_{EO/VO}$...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; $v(T_z)$...hitrost napadalca pri prihodu na odzivno mesto; $v_z(T_z)$...hitrost žoge pri prihodu napadalca na odzivno mesto; $v(T_{MIN})$...hitrost napadalca ob koncu faze zaviranja; $v_z(T_{MIN})$...hitrost žoge ob koncu faze zaviranja; \bar{v} ...povprečna hitrost napadalca v fazi zaviranja; \bar{v}_z ...povprečna hitrost žoge v fazi zaviranja

Med fazo zaviranja se je žogi v napadalčevih rokah povečevala hitrost v odvisnosti od eksperimentalne situacije za 0,79 – 0,87 m/s oziroma za 22 – 24%. Pri hitrosti gibanja žoge je tako prišlo do statistično izraženih razlik med situacijo brez obrambe in obema situacijama z obrambo. Pričakovano je imela žoga ob zaključku zaviranja najmanjšo hitrost v situaciji brez obrambe in najvišjo v situaciji z višjim obrambnim igralcem.

Faza zaviranja se je zaključila z najnižjim položajem CTT, kjer pa med eksperimentalnimi situacijami ni prihajalo do statistično pomembnih razhajanj pri hitrosti gibanja napadalcev. Pri tem je nadvse zanimivo to, da so napadalci ohranili najvišjo hitrost v situaciji z višjim obrambnim igralcem, navkljub temu, da so v to fazo vstopali z najnižjo hitrostjo. Tudi v situaciji z enako visokim obrambnim igralcem so napadalci ohranili višjo hitrost kot v situaciji brez obrambe, čeprav sta bili v obeh situacijah hitrosti na vstopu v fazo zaviranja domala identični. Navkljub temu, da faza zaviranja predstavlja le približno 5% celotne izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju, pa različne višine ohranjene hitrosti kažejo, da razlike pri dolžini faze zaviranja med situacijami niso zanemarljive. Dolžine faze zaviranja se med situacijami razlikujejo le za 0,01 s oziroma 0,02 s, kar pa kljub neizraženi statistični pomembnosti predstavljata kar 10% oziroma 20% relativno razliko, ki je nato razvidna v višini hitrosti, ki jo skozi to fazo napadalec uspe ohraniti. Pri tem pa velja izpostaviti tudi to, da je bilo za snemanje eksperimentalnih situacij uporabljeno 25 Hz zajemanje podatkov (ločljivost 0,04 s), zato je potrebna določena mera kritičnosti pri obravnavi ugotovljenih razlik dolžine faze zaleta, ker so razlike manjše od ločljivosti zajetih podatkov in so bile ugotovljene na osnovi interpoliranih vrednosti.

Med eksperimentalnimi situacijami glede položaja CTT pri zaustavitvi ni prihajalo do statistično pomembnih razlik, navkljub temu pa velja poudariti to, da se je v vseh situacijah CTT nahajala izza središča oporne ploskve. Tudi pri pozicioniranju žoge glede na CTT so bile za vse eksperimentalne situacije ugotovljene skoraj enake vrednosti. Pri tem velja izpostaviti to, da je bila žoga povprečno 36 cm pred CTT in da sta se CTT in središče žoge nahajali skoraj na povsem enaki višini, oziroma sta se njuna vertikalna položaja razlikovala za maksimalno 3 cm.

Pri zaustavitvi so bile ugotovljene tudi statistično pomembne razlike pri kotih v sklepih. Situaciji brez obrambe/enaka obramba sta se razlikovali pri nagibu trupa in usmerjenosti pogleda, medtem ko sta se situaciji brez obrambe/višja obramba razlikovali le pri nagibu trupa. Napadalci so imeli v situacijah z obrambo, za razliko od situacije brez obrambe, pogled usmerjen nekoliko nižje in so bili tudi v trupu nekoliko bolj predklonjeni. Iz hkratne primerjave usmerjenosti pogleda in predklona trupa je mogoče zaključiti, da je na napadalca obrambni igralec vplival tako, da se je ta bolj predklonil in tako v tej fazi izvedbe usmeril pogled in pozornost bolj k obrambnemu igralcu kot k metu oziroma košu.

Statistično pomembne razlike pri kotih v sklepih so se pojavile tudi pri kotih v levem in desnem komolcu, medtem ko pri kotih v kolenu razlike niso bile ugotovljene. Razlike v kotih levega in desnega komolca so bile odkrite tako med situacijama brez obrambe/enaka obramba, kot tudi med situacijama brez obrambe/višja obramba. V situacijah z obrambo so imeli napadalci manjše kote v komolcih oziroma so imeli komolce nekoliko bolj pokrčene, kar je bilo, ob upoštevanju enake višine CTT, enake oddaljenosti središča žoge od CTT in večjega predklona trupa, tudi za pričakovati. Kljub temu, da se koti v kolenih med situacijami niso pomembno razlikovali, pa je bilo pomenljivo to, da je bil v vseh situacijah kot v sprednjem – desnem kolenu večji od kota v zadnjem – levem kolenu in da so se razlike med eksperimentalnimi situacijami nahajale znotraj intervala 4°. Iz navedenega je mogoče zaključiti na dobršno mero stabilnosti amortizacije zaustavljanja, na katero razlike med eksperimentalnimi situacijami niso vplivale.

Tabela 13: Prostorska opredelitev faze zaviranja.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	P _{B0/E0}	P _{B0/V0}	P _{E0/V0}
	M	SD	M	SD	M	SD					
$y_{CTT+\dot{z}}(T_z)$ [m]	0,93	0,07	0,92	0,04	0,92	0,03	0,194	0,824	1,000	1,000	1,000
$R_{X_{CTT}}(T_z)$ [m]	-0,32	0,07	-0,33	0,04	-0,32	0,052	0,146	0,783	1,000	1,000	1,000
$x_R(T_z)$ [m]	0,36	0,04	0,36	0,04	0,36	0,04	0,122	0,886	1,000	1,000	1,000
$y_R(T_z)$ [m]	-0,01	0,10	-0,02	0,10	-0,03	0,11	0,327	0,723	1,000	1,000	1,000
$\varphi(T_z)$ [°]	8,92	8,53	13,17	4,53	12,34	4,39	5,491	0,009*	0,033*	0,148	1,000
$\psi(T_z)$ [°]	2,10	3,72	6,03	4,09	6,90	2,55	12,728	0,000*	0,001*	0,001*	1,000
$\alpha_{LK}(T_z)$ [°]	130,17	14,85	128,54	10,54	132,32	16,37	0,818	0,451	1,000	1,000	0,554
$\alpha_{DK}(T_z)$ [°]	137,97	16,49	134,24	10,88	136,79	12,73	1,042	0,365	0,586	1,000	0,949
$\alpha_{LKM}(T_z)$ [°]	111,45	14,16	104,32	11,05	101,70	9,33	8,507	0,006*	0,001*	0,026*	0,787
$\alpha_{DKM}(T_z)$ [°]	94,91	7,95	86,55	9,50	86,72	7,06	11,345	0,000*	0,010*	0,000*	1,000
$y_{CTT+\dot{z}}(T_{MIN})$ [m]	0,85	0,05	0,85	0,05	0,86	0,04	3,590	0,140	1,000	0,209	0,142
$R_{X_{CTT}}(T_{MIN})$ [m]	-0,20	0,05	-0,22	0,03	-0,21	0,030	0,767	0,474	0,836	1,000	1,000
$x_R(T_{MIN})$ [m]	0,40	0,07	0,41	0,03	0,40	0,02	0,595	0,502	1,000	1,000	1,000
$y_R(T_{MIN})$ [m]	-0,36	0,16	-0,32	0,14	-0,32	0,17	1,111	0,342	0,491	0,776	1,000
$\varphi(T_{MIN})$ [°]	3,65	7,63	6,04	5,39	4,82	4,37	1,331	0,275	0,560	1,000	0,496
$\psi(T_{MIN})$ [°]	-7,89	3,72	-5,22	3,83	-5,37	5,40	3,124	0,059	0,058	0,201	1,000
$\alpha_{LK}(T_{MIN})$ [°]	96,42	13,25	98,70	11,31	104,85	12,25	10,300	0,002*	0,260	0,009*	0,019*
$\alpha_{DK}(T_{MIN})$ [°]	106,25	20,04	106,69	15,50	110,70	17,02	2,383	0,109	1,000	0,319	0,081
$\alpha_{LKM}(T_{MIN})$ [°]	102,01	18,02	100,07	14,53	95,67	13,31	3,246	0,053	1,000	0,174	0,198
$\alpha_{DKM}(T_{MIN})$ [°]	85,43	22,41	84,47	17,29	82,04	16,48	1,279	0,293	1,000	0,383	0,627
$\bar{y}_{CTT+\dot{z}}$ [m]	0,88	0,05	0,88	0,04	0,89	0,04	0,998	0,380	1,000	0,951	0,568
$\bar{R}_{X_{CTT}}$ [m]	-0,27	0,05	-0,28	0,03	-0,28	0,03	0,181	0,835	1,000	1,000	1,000
\bar{x}_R [m]	0,40	0,03	0,40	0,03	0,39	0,03	0,506	0,563	1,000	1,000	0,579
\bar{y}_R [m]	-0,16	0,13	-0,15	0,13	-0,16	0,14	0,207	0,814	1,000	1,000	1,000
$\bar{\varphi}$ [°]	6,07	8,09	9,28	4,48	8,34	3,54	3,104	0,079	0,173	0,424	0,829
$\bar{\psi}$ [°]	-2,63	3,32	0,94	2,41	1,12	3,08	8,239	0,001*	0,002*	0,016*	1,000
$\bar{\alpha}_{LK}$ [°]	111,86	13,60	113,48	9,59	118,23	12,57	6,105	0,006*	1,000	0,028*	0,025*
$\bar{\alpha}_{DK}$ [°]	120,63	19,14	120,16	12,24	123,44	15,15	1,066	0,357	1,000	0,829	0,409
$\bar{\alpha}_{LKM}$ [°]	107,69	15,80	105,03	12,80	100,39	10,74	4,470	0,134	0,531	0,102	0,166
$\bar{\alpha}_{DKM}$ [°]	90,53	12,93	86,39	10,71	85,16	11,18	7,526	0,002*	0,044*	0,003*	1,000

LEGENDA: **M**...aritmetična sredina; **SD**...standardni odklon; **F**...F statistika; **p**...pomembnost F statistike (***p < 0,05**); **P_{B0/E0}**...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; **P_{B0/V0}**...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; **P_{E0/V0}**...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; **y_{CTT+\dot{z}}(T_z)**...višina CTT pri prihodu na odzivno mesto; **R_{X_{CTT}}(T_z)**...horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve pri prihodu na odzivno mesto; **x_R(T_z)**...horizontalna oddaljenost žoge od CTT pri prihodu na odzivno mesto; **y_R(T_z)**...vertikalna oddaljenost žoge od CTT pri prihodu na odzivno mesto; **φ(T_z)**...nagib trupa pri prihodu na odzivno mesto; **ψ(T_z)**...usmerjenosti pogleda pri prihodu na odzivno mesto; **α_{LK}(T_z)**...kot v levem kolenu pri prihodu na odzivno mesto; **α_{DK}(T_z)**...kot v desnem kolenu pri prihodu na odzivno mesto; **α_{LKM}(T_z)**...kot v levem komolcu pri prihodu na odzivno mesto; **α_{DKM}(T_z)**...kot v desnem komolcu pri prihodu na odzivno mesto; **y_{CTT+\dot{z}}(T_{MIN})**...višina CTT ob zaključku zaviranja; **R_{X_{CTT}}(T_{MIN})**...horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve ob zaključku zaviranja; **x_R(T_{MIN})**...horizontalna oddaljenost žoge od CTT ob zaključku zaviranja; **y_R(T_{MIN})**...vertikalna oddaljenost žoge od CTT ob zaključku zaviranja; **φ(T_{MIN})**...nagib trupa ob zaključku zaviranja; **ψ(T_{MIN})**...usmerjenosti pogleda ob zaključku zaviranja; **α_{LK}(T_{MIN})**...kot v levem kolenu pri prihodu na odzivno mesto; **α_{DK}(T_{MIN})**...kot v desnem kolenu pri prihodu na odzivno mesto; **α_{LKM}(T_{MIN})**...kot v levem komolcu pri prihodu na odzivno mesto; **α_{DKM}(T_{MIN})**...kot v desnem komolcu pri prihodu na odzivno mesto; **y_{CTT+\dot{z}}}**...povprečna višina CTT v fazi zaviranja; **R_{X_{CTT}}**...povprečna horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve v fazi zaviranja; **x_R**...povprečna horizontalna oddaljenost žoge od CTT v fazi zaviranja; **y_R**...povprečna vertikalna oddaljenost žoge od CTT v fazi zaviranja; **φ**...povprečen nagib trupa v fazi zaviranja; **ψ**...povprečna usmerjenosti pogleda v fazi zaviranja; **α_{LK}**...povprečen kot v levem kolenu v fazi zaviranja; **α_{DK}**...povprečen kot v desnem kolenu v fazi zaviranja; **α_{LKM}**...povprečen kot v levem komolcu v fazi zaviranja; **α_{DKM}**...povprečen kot v desnem komolcu v fazi zaviranja

Na minimalni višini CTT niso bile ugotovljene statistično pomembne razlike med eksperimentalnimi situacijami glede višine CTT in horizontalne oddaljenosti CTT od središča oporne ploskve. Kljub temu velja tukaj omeniti to, da sta se skozi celotno fazo zaviranja vrednosti obeh parametrov zmanjševali. Za razliko od navedenih parametrov CTT in navkljub neizraženi statistični pomembnosti ne gre prezreti tega, da sta se horizontalna in vertikalna oddaljenost žoge od CTT od začetka faze ves čas povečevali.

V vseh eksperimentalnih situacijah je hkrati z amortizacijo doskoka prihajalo tudi do prehoda iz predklona v zaklon trupa in pa do zmanjšanja kota v komolcu izmetne – desne roke.

Ugotovljene so bile statistično pomembne razlike pri povprečni usmerjenosti pogleda v fazi zaustavljanja. Razlika glede usmerjenosti pogleda nikakor ni bila presenetljiva, ker se je pojavlja med situacijo brez obrambe in situacijama z obrambo. Pričakovano so napadalci pogled v situacijah z obrambo usmerjali nekoliko nižje oziroma bolj proti obrambnemu igralcu, ki se jim je približeval.

Pri večini obravnavanih kotov v sklepih v fazi zaviranja razlike med eksperimentalnimi situacijami niso bile statistično pomembne. Izjema je bila statistična pomembnost razlik kota levega kolena v situacijah brez obrambe/višja obramba in enaka obramba/višja obramba. Navedeni razliki sta posledica nekoliko bolj izravnane levega kolenu v situaciji z višjim obrambnim igralcem. Ob tem pa je presenečalo to, da je bila statistična pomembnost razlik izkazana samo v levem, ne pa tudi v desnem kolenu zato je mogoče sklepati, da je lahko do statistične pomembnosti samo v levem kolenu prišlo tudi zaradi slabo izraženih točk središča kolčnega sklepa in posledičnih napak pri digitalizaciji.

Ob prihodu v fazo zaviranja razlike med situacijama brez obrambe/višja obramba pri kotu levega kolena še niso bile statistično pomembne, ampak so se začele pojavljati šele med to fazo. Pri kotu v levem kolenu je bilo zanimivo tudi to, da so bile na koncu faze zaviranja statistično pomembno razlike odkrite tudi med situacijama enaka obramba/višja obramba, kar pa ni veljalo tudi za povprečne vrednosti skozi celotno fazo zaviranja. Iz tega je mogoče sklepati, da se v situaciji z višjim obrambnim igralcem, za razliko od preostalih dveh situacij, gibanje in vrednosti kota levega kolena začno pomembneje razlikovati proti koncu faze zaviranja, ko napadalčev CTT doseže minimalno vertikalno vrednost.

Med situacijo brez obrambe in situacijama z obrambo so bile pri parametru kota v desnem komolcu že na začetku faze zaviranja razlike statistično pomembne, medtem ko na koncu te faze razlike niso bile več statistično izrazite. V kolikor slednje apliciramo pri statistično pomembnih razlikah povprečnih vrednosti desnega komolca lahko ugotovimo, da so napadalci v situaciji brez obrambe že med zaletom in v dobršnem delu faze zaviranja izvajali drugačna gibanja v desnem komolcu, ki pa so na kocu te faze privedla do podobnega končnega stanja tega parametra.

3.2.2.1. Sprejem – zavrnitev hipoteze H_{02}

Hipoteza H_{02} je bila zavrnjena, ker so bile v fazi zaviranja ugotovljene statistično pomembne razlike med posameznimi eksperimentalnimi situacijami glede kotov in hitrosti, medtem ko glede časovnega poteka in glede položajev ni bilo statistično

pomembnih razlik. Na področju hitrosti so bile ugotovljene razlike med situacijo brez obrambe in situacijama z obrambo, medtem ko so bile na področju kotov razmere nekoliko drugačne. Z izjemo kota v levem kolenu so bile, tako kot pri hitrostih, tudi pri kotih, pomembne razlike ugotovljene med situacijo brez obrambe in situacijama z obrambo. Pri kotu v levem kolenu pa so se statistično pomembno razlikovali situaciji brez obrambe/višja obramba in enaka obramba/višja obramba. Na osnovi dobljenih rezultatov je moč ugotoviti, da so na področju hitrosti gibanja ugotovljene razlike nastale zaradi prisotnosti obrambnega igralca, da pa tega ni mogoče zatrditi tudi na področju kotov. Pri večini opazovanih parametrov s področja kotov so bile razlike posledica prisotnosti obrambnega igralca, pri kotu v levem kolenu pa razlika ni bila posledica prisotnosti ampak višine obrambnega igralca.

3.2.3. Pospeševanje in izvedba odriva

Minimalna višina (T_{MIN}) CTT napadalca predstavlja zaključno točko faze zaviranja in obenem začetno točko faze pospeševanja. Parametri gibanja v točki T_{MIN} so bili obravnavani že pri fazi zaviranja v poglavju 3.2.2., zato tu ne bodo ponovno obravnavani, ampak bodo ugotovitve po potrebi smiselno uporabljene.

Od točke T_{MIN} do trenutka odriva napadalec poizkuša energijo, ki jo je pridobil z zaletom in ki je skladiščena v mišično–kitnem sistemu, transformirati v odskok oziroma skok za met. Pri tem se napadalec izteguje v sklepih do trenutka, ko zapusti podlago pod določenim odrivnim kotom.

Tabela 14: Hitrost v fazi pospeševanja in izvedbe odriva.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	$p_{BO/EO}$	$p_{BO/VO}$	$p_{EO/VO}$
	M	SD	M	SD	M	SD					
$v(T_{OD})$ [m/s]	2,46	0,36	2,68	0,39	2,69	0,30	18,060	0,000*	0,001*	0,000*	1,000
$v_z(T_{OD})$ [m/s]	3,26	0,50	3,63	0,66	3,80	0,78	5,265	0,011*	0,248	0,030*	0,503
\bar{v} [m/s]	1,97	0,25	2,09	0,26	2,07	0,17	6,422	0,005*	0,007*	0,063	1,000
\bar{v}_z [m/s]	3,96	0,87	4,43	0,96	4,49	0,86	33,426	0,000*	0,000*	0,000*	1,000

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (* $p < 0,05$); $p_{BO/EO}$...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; $p_{BO/VO}$...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; $p_{EO/VO}$...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; $v(T_{OD})$...hitrost napadalca pri odrivu; $v_z(T_{OD})$...hitrost žoge pri odrivu; \bar{v} ...povprečna hitrost napadalca v fazi pospeševanja; \bar{v}_z ...povprečna hitrost žoge v fazi pospeševanja

Povprečna dolžina faze pospeševanja je bila v situaciji brez obrambe 0,24 s, v situaciji z enako visokim obrambnim igralcem 0,21 s in v situaciji z višjim obrambnim igralcem 0,20 s (Tabela 8). Pri dolžini faze pospeševanja so bile statistično pomembne razlike ugotovljene med situacijama brez obrambe/enaka obramba in med situacijama brez obrambe/višja obramba. Pričakovane razlike so bile posledica hitrejše povprečne izvedbe faze pospeševanja v situacijah z obrambo, kjer sta bila povprečna hitrost in prirastek hitrosti višja kot v situaciji brez obrambe. Zaradi tega je bila pričakovano tudi pri povprečni hitrosti ugotovljena statistično pomembna razlika med situacijama brez obrambe/enaka obramba, medtem ko je bil trend med situacijama brez obrambe/višja obramba $p = 0,063$ le nekoliko iznad praga statistične pomembnosti ($p = 0,05$). Nadalje je bila pričakovano tudi hitrost odriva višja v situacijah proti obrambi. Statistična pomembnost je bila tako ugotovljena med situacijama brez obrambe/enaka obramba in tudi med situacijama brez

obrambe/višja obramba. Iz navedenih ugotovitev je mogoče sklepati, da ima prisotnost obrambnega igralca neposreden vpliv na hitrost gibanja napadalca v fazi pospeševanja.

Pri opazovanju hitrosti gibanja žoge so razmere zelo podobne razmeram pri hitrosti gibanja napadalca in je bila tako povsem pričakovano statistična pomembnost ugotovljena med situacijama brez obrambe/enaka obramba in med situacijama brez obrambe/višja obramba. V fazi pospeševanja je bila v vseh opazovanih točkah, kot tudi pri povprečnih vrednostih, najmanjša hitrost gibanja žoge ugotovljena v situaciji brez obrambe, medtem ko sta bili v situaciji z obrambnim igralcem hitrosti gibanja žoge višji in med seboj primerljivi. Tudi Rojas idr. (2000) so v svoji raziskavi pri hitrost gibanja žoge ugotovili statistično pomembne razlike med situacijama brez obrambe in proti obrambi, vendar pa so bile pri njih ugotovljene nekoliko nižje hitrosti gibanja žoge.

Pri odzivnem kotu je prihajalo do pričakovanih razlik med eksperimentalnimi situacijami, ki pa niso bile statistično pomembne. Napadalci so se v situaciji brez obrambe odpravili pod kotom $76,81^{\circ}$, proti enako visoki obrambi pod kotom $79,65^{\circ}$ in proti višji obrambi pod kotom $79,26^{\circ}$. Razvidno je, da se je odzivni kot v situaciji brez obrambe razlikoval od situacij z obrambnim igralcem, zato je moč zaključiti, da je obramba na odzivni kot vplivala, da pa vpliv ni bil statistično pomemben. Za pričakovati je bilo, da se bodo napadalci v situaciji z višjim obrambnim igralcem odpravili najbolj vertikalno, zato je bilo nekoliko presenetljivo to, da je bil odzivni kot v situaciji z enako obrambo minimalno večji kot pri situaciji z višjo obrambo. Glede na dobljene eksperimentalne rezultate je mogoče zaključiti, da gre pri odzivu v met za specifično gibalo akcijo, ki jo napadalci izvajajo avtomatizirano in čeprav statistična pomembnost ni bila izražena, pa prisotnost obrambnega igralca očitno vpliva na odzivni kot, kar pa ni mogoče trditi za njegovo telesno višino. Tako kot pri prisotnosti obrambnega igralca pa je mogoče govoriti tudi o povezanosti odzivnega kota z odzivno hitrostjo. V situaciji brez obrambe so se napadalci tako odpravili z najmanjšo hitrostjo in pod najnižjim odzivnim kotom, medtem ko sta bili tako hitrosti, kot tudi odzivna kota pri obeh situacijah z obrambo domala enaka. Tudi Rojas idr. (2000) v svoji raziskavi niso ugotovili statistično značilnih razlik glede odzivnega kota med situacijama brez in z obrambo. Se pa njihove ugotovitve le razlikujejo od mojih, ker je bil ugotovljeni odzivni kot v situaciji brez obrambe ($77,87^{\circ}$) višji kot v situaciji z obrambo ($77,17^{\circ}$). Pri vplivu obrambnega igralca na odzivni kot in tudi na druge parametre gibanja, se poleg samega vpliva prisotnosti, poraja tudi vprašanje glede njegove oddaljenosti od napadalca v trenutku, ko se ta odrine. Navkljub poskusu čim boljše kontrole oddaljenosti napadalca od obrambnega igralca v trenutku odriva, pa je pri tem parametru gibanja prihajalo do statistično značilnih razlik med eksperimentalnima situacijama enaka obramba/višja obramba. Tvrstne razlike je moč pripisati dinamičnosti eksperimentalne situacije, kjer je bila dolžina napadalčevega zaleta omejena samo s talnima označbama in kjer je bil začetek gibanja obrambnega igralca prepuščen njegovi rekogniciji trenutka prehoda napadalca prek talne označbe. Iz ugotovitev je mogoče zaključiti, da na odzivni kot ne vpliva samo prisotnost obrambnega igralca, ampak tudi njegova oddaljenost v trenutku, ko se napadalec odrine.

Nadalje je bila v fazi pospeševanja ugotovljena statistično pomembna razlika višine CTT napadalca v trenutku odriva med situacijama brez obrambe/višja obramba. Ta

razlika je najbrž posledica nekoliko drugačne postavitve oziroma položaja žoge in večjega zaklonu trupa ob odrihu v situaciji z višjo obrambo.

Tabela 15: Prostorska opredelitev faze pospeševanja in izvedbe odriva.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	p _{B0/EO}	p _{B0/VO}	p _{EO/VO}
	M	SD	M	SD	M	SD					
β [°]	76,81	7,51	79,65	5,34	79,26	5,63	1,904	0,166	0,327	0,623	1,000
x_D [m]	/	/	1,31	0,15	1,22	0,15	5,319	0,036*	/	/	0,036*
$y_{CTT+\dot{z}(T_{OD})}$ [m]	1,25	0,04	1,23	0,04	1,21	0,04	4,467	0,020*	0,606	0,036*	0,256
$R_{X_{CTT}(T_{OD})}$ [m]	-0,07	0,07	-0,08	0,04	-0,07	0,04	0,149	0,862	1,000	1,000	1,000
$x_R(T_{OD})$ [m]	0,01	0,06	0,01	0,05	-0,01	0,05	0,797	0,460	1,000	0,900	0,899
$y_R(T_{OD})$ [m]	-0,83	0,03	-0,84	0,05	-0,84	0,05	0,822	0,449	1,000	0,960	1,000
$y_{\dot{z}(T_{OD})}$ [m]	2,05	0,10	2,07	0,06	2,05	0,06	0,230	0,686	1,000	1,000	0,568
$\varphi(T_{OD})$ [°]	-6,63	6,56	-6,13	4,09	-8,22	3,73	1,361	0,269	1,000	1,000	0,139
$\psi(T_{OD})$ [°]	-27,09	5,05	-26,40	7,58	-24,87	7,41	1,210	0,312	1,000	0,596	0,588
$\alpha_{LK}(T_{OD})$ [°]	162,27	8,00	159,50	7,05	161,66	6,00	0,805	0,457	0,938	1,000	0,877
$\alpha_{DK}(T_{OD})$ [°]	165,68	7,13	164,14	9,00	165,46	4,36	0,197	0,822	1,000	1,000	1,000
$\alpha_{LKM}(T_{OD})$ [°]	99,17	10,53	100,56	13,00	97,97	13,70	0,536	0,591	1,000	1,000	0,570
$\alpha_{DKM}(T_{OD})$ [°]	76,44	14,24	76,59	9,41	76,68	10,16	0,007	0,957	1,000	1,000	1,000
$\bar{y}_{CTT+\dot{z}}$ [m]	1,00	0,03	0,99	0,03	0,99	0,02	0,828	0,447	0,775	0,869	1,000
$\bar{R}_{X_{CTT}}$ [m]	-0,10	0,06	-0,11	0,02	-0,11	0,06	0,658	0,525	1,000	1,000	1,000
\bar{x}_R [m]	0,17	0,08	0,19	0,06	0,18	0,06	0,640	0,534	1,000	1,000	0,888
\bar{y}_R [m]	-0,68	0,06	-0,67	0,07	-0,67	0,09	0,526	0,596	1,000	1,000	1,000
$\bar{\varphi}$ [°]	-0,29	7,15	1,05	4,57	-0,85	3,66	1,137	0,318	1,000	1,000	0,073
$\bar{\psi}$ [°]	-18,65	3,41	-18,17	5,92	-17,19	4,85	0,947	0,399	1,000	0,444	1,000
$\bar{\alpha}_{LK}$ [°]	119,27	14,72	114,68	11,22	122,15	16,54	1,946	0,172	0,464	1,000	0,114
$\bar{\alpha}_{DK}$ [°]	123,80	16,14	122,95	13,16	128,84	17,00	2,495	0,099	1,000	0,481	0,172
$\bar{\alpha}_{LKM}$ [°]	97,47	6,86	96,67	10,86	93,23	7,60	4,903	0,014*	1,000	0,019*	0,102
$\bar{\alpha}_{DKM}$ [°]	72,61	11,27	78,55	15,05	78,16	17,33	4,011	0,148	0,121	0,198	1,000

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05); p_{B0/EO}...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; p_{B0/VO}...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; p_{EO/VO}...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; β ...odrivni kot; x_D ...razdalja med napadalcem in obrambnim igralcem pri odrihu; $y_{CTT+\dot{z}(T_{OD})}$...višina CTT pri odrihu; $R_{X_{CTT}(T_{OD})}$...horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve pri odrihu; $x_R(T_{OD})$...horizontalna oddaljenost žoge od CTT pri odrihu; $y_R(T_{OD})$...vertikalna oddaljenost žoge od CTT pri odrihu; $y_{\dot{z}(T_{OD})}$...vertikalna oddaljenost žoge od tal pri odrihu; $\varphi(T_{OD})$...nagib trupa pri odrihu; $\psi(T_{OD})$...usmerjenosti pogleda pri odrihu; $\alpha_{LK}(T_{OD})$...kot v levem kolenu pri odrihu; $\alpha_{DK}(T_{OD})$...kot v desnem kolenu pri odrihu; $\alpha_{LKM}(T_{OD})$...kot v levem komolcu pri odrihu; $\alpha_{DKM}(T_{OD})$...kot v desnem komolcu pri odrihu; $\bar{y}_{CTT+\dot{z}}$...povprečna višina CTT v fazi pospeševanja; $\bar{R}_{X_{CTT}}$...povprečna horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve v fazi pospeševanja; \bar{x}_R ...povprečna horizontalna oddaljenost žoge od CTT v fazi pospeševanja; \bar{y}_R ...povprečna vertikalna oddaljenost žoge od CTT v fazi pospeševanja; $\bar{\varphi}$...povprečen nagib trupa v fazi pospeševanja; $\bar{\psi}$...povprečna usmerjenost pogleda v fazi pospeševanja; $\bar{\alpha}_{LK}$...povprečen kot v levem kolenu v fazi pospeševanja; $\bar{\alpha}_{DK}$...povprečen kot v desnem kolenu v fazi pospeševanja; $\bar{\alpha}_{LKM}$...povprečen kot v levem komolcu v fazi pospeševanja; $\bar{\alpha}_{DKM}$...povprečen kot v desnem komolcu v fazi pospeševanja

Ostali parametri gibanja v trenutku odriva se med posameznimi eksperimentalnimi situacijami niso statistično pomembno razlikovali in so bile tudi njihove vrednosti med seboj dokaj primerljive. Poudariti velja, da so imeli napadalci v trenutku odriva trup še vedno izza vertikale, da je bila horizontalna komponenta središča žoge skoraj povsem poravnana s horizontalno komponento položaja CTT, da so imeli napadalci žogo pozicionirano nekaj centimetrov iznad 2,00 m nekako v višini glave in pa, da so imeli pogled usmerjen najvišje v situaciji brez obrambe in najnižje v situaciji proti

višjemu obrambnemu igralcu. Istočasna primerjava odmaknjenosti trupa od vertikale in usmerjenosti pogleda je za vse eksperimentalne situacije sila podoben, le da so imeli napadalci v situaciji brez obrambe trup nekoliko manj zaklonjen in hkrati pogled usmerjen nekoliko višje, medtem ko so bile razmere v situaciji proti višjemu obrambnemu igralcu ravno obratne.

Med eksperimentalnimi situacijami se v fazi pospeševanja povprečne vrednosti opazovanih parametrov gibanja niso statistično pomembno razlikovale. Izjema je bila le statistično pomembna razlika pri kotu v levem komolcu med situacijama brez obrambe/višja obramba.

3.2.3.1. Sprejem – zavrnitev hipoteze H_{03}

Hipoteza H_{03} je bila zavrnjena, ker so bile v fazi pospeševanja ugotovljene statistično pomembne razlike med posameznimi eksperimentalnimi situacijami na vseh področjih opazovanih parametrov. Kljub temu, da niso bile vse ugotovljene razlike statistično pomembne pri vseh opazovanih parametrih gibanja ampak samo pri nekaterih, pa te razlike obstajajo in so bile ugotovljene, zato je bilo potrebno hipotezo H_{03} zavrniti. Na vseh opazovanih področjih so bile ugotovljene razlike med situacijo brez obrambe in situacijama z obrambo, le pri oddaljenosti obrambnega igralca v trenutku odziva je bila odkrita razlika med situacijama z enako in višjo obrambo. Ugotovljene razlike so bile na področju časovnega poteka in hitrosti gibanja posledica prisotnosti obrambnega igralca, medtem ko so bile razlike pri položajih in pri kotih posledica višine obrambnega igralca.

3.2.4. Oddaljenost obrambnega igralca

Pri oddaljenosti obrambnega igralca od napadalca v trenutku odziva je bil že v poglavju 3.2.3. ugotovljen obstoj statistične pomembnosti razlike med eksperimentalnima situacijama enaka obramba/višja obramba. V nadaljevanju je bila oddaljenost med napadalcem in obrambnim igralcem obravnavana neodvisno od višine obrambnega igralca in z vidika neposrednega vpliva oddaljenosti med košarkarjema v trenutku napadalčevega odziva na odzivni kot in odzivno hitrost. Kot je bilo že pojasnjeno v poglavju 3.2.3. je bila izvedba eksperimentalnih situacij z vidika oddaljenosti med košarkarjema dokaj nekonsistentna. Oddaljenost med košarkarjema se je od izvedbe do izvedbe spreminjala, kar je omogočilo opazovanje, kako ta oddaljenost vpliva na odziv v met.

Tabela 16: Odvisnost odzivnega kota in odzivne hitrosti od oddaljenosti napadalca od obrambnega igralca.

	ENAKA + VIŠJA OBRAMBA		F	p
	M	SD		
x_D [m]	1,27	0,16		
β [°]	79,45	5,40	1,592	,217
$v(T_{OD})$ [m/s]	2,68	0,34	1,481	,233

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (* $p < 0,05$); x_D ...razdalja med napadalcem in obrambnim igralcem pri odzivu; β ...odzivni kot; $v(T_{OD})$...hitrost napadalca pri odzivu

V trenutku, ko se je napadalec odzival je bil obrambni igralec povprečno oddaljen od napadalca za 1,27 m. Napadalci so se v situacijah z obrambnim igralcem povprečno odzivali s hitrostjo 2,68 m/s in pod kotom 79,45°. Statistična primerjava vpliva oddaljenosti med napadalcem in obrambnim igralcem ni izkazala statične

pomembnosti odzivne hitrosti, kot tudi ne odzivnega kota pri 5% statistični pomembnosti.

3.2.4.1. Sprejem – zavrnitev hipoteze H_{04}

Hipoteza H_{04} ni bila zavrnjena in je bila sprejeta, ker eksperimentalne ugotovitve niso izkazale statistične pomembnosti vpliva parametra oddaljenosti med napadalcem in obrambnim igralcem na odzivno hitrost in odzivni kot.

3.2.5. Faza leta

Faza leta je najpomembnejša faza izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju, kjer prihaja do meta (izmeta) žoge proti košu. V bistvu so vse predhodne faze priprava na fazo leta. Napadalec stremi k temu, da bi v fazi leta izvrjel žogo proti košu v najvišji točki leta, v trenutku, ko vertikalna komponenta hitrosti gibanja spremeni predznak. Z vidika igralne učinkovitosti je to optimalni trenutek za izmet, ker se navkljub temu, da je napadalec brez opore, kinematske razmere najbolj približajo najenostavnejšemu košarkaškemu metu na koš iz mest in ker je to točka leta, ko je višina izmeta najvišja, s čimer se napadalec najbolj učinkovito izogne morebitni blokadi meta.

Trenutek, ko napadalec vrže žogo proti košu je najpomembnejši v celotni izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju in tako tudi v fazi leta. Od trenutka, ko napadalec vrže proti košu je v košarki vse odvisno, ker napadalec nadalje nima več nikakršnega vpliva na potek leta žoge in posledično na to, ali bo njegov met uspešen ali ne. Vsi predhodni postopki, ki jih je poprej izvedel napadalec, so bili priprava na met, ki pa je odločilni in najpomembnejši tehnični element in trenutek košarkarske igre. V trenutku oziroma točki izmeta žoge so bile ugotovljene statistično pomembne razlike med posameznimi eksperimentalnimi situacijami kar v štirinajstih izmed štiriindvajsetih opazovanih parametrov.

Tabela 17: Hitrost v fazi leta.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	$p_{BO/EO}$	$p_{BO/VO}$	$p_{EO/VO}$
	M	SD	M	SD	M	SD					
$v(T_0)$ [m/s]	0,83	0,27	0,84	0,43	1,00	0,54	3,838	0,045*	1,000	0,196	0,011*
$v_z(T_0)$ [m/s]	5,28	0,65	5,54	0,36	5,86	0,39	13,043	0,000*	0,247	0,000*	0,004*

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (* $p < 0,05$); $p_{BO/EO}$...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; $p_{BO/VO}$...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; $p_{EO/VO}$...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; $v(T_0)$...hitrost napadalca pri izmetu; $v_z(T_0)$...hitrost žoge pri izmetu

Dokaj nepričakovano je bila ugotovljena statistična pomembnost razlik pri napadalčevi hitrosti ob izmetu samo med situacijama enaka obramba/višja obramba. Za pričakovati je bilo namreč to, da bodo razlike tega parametra napadalčevega gibanja razvidne med situacijo brez obrambe in obema situacijama z obrambo, pa temu ni bilo tako. Iz ugotovitev je tako moč zaključiti, da prisotnost obrambnega igralca nima neposrednega vpliva na to pri kakšni hitrosti napadalec vrže žogo proti košu, da pa na ta parameter napadalčevega gibanja vpliva višina obrambnega igralca. Nobena izmed razpoložljivih raziskav ni neposredno obravnavala

napadalčeve hitrosti v trenutku izmeta. Rojas idr. (2000) so v svoji raziskavi sicer obravnavali horizontalno komponento napadalčeve hitrosti v odvisnosti od prisotnosti obrambnega igralca, vendar niso ugotovili statistične pomembnosti razlike med situacijama brez iz z obrambnim igralcem. V trenutku izmeta žoge proti košu so v situaciji brez obrambnega igralca ugotovili horizontalno komponento hitrosti v višini 0,64 m/s, v situaciji z obrambnim igralcem pa 0,61 m/s.

Do nepričakovanih in presenetljivih ugotovitev je prišlo tudi pri hitrosti žoge ob izmetu. Tako kot že pri napadalčevi hitrosti, tudi pri hitrosti žoge ob izmetu ni prišlo do pričakovanih razlik med situacijo brez obrambe in situacijama z obrambo, ampak so bile statistično značilne razlike izražene med situacijama brez obrambe/višja obramba in med situacijama enaka obramba/višja obramba. Hitrost žoge ob izmetu je v situaciji brez obrambe znašala 5,28 m/s, v situaciji z enako obrambo 5,54 m/s in v situaciji z višjo obrambo 5,86 m/s. Iz rezultatov je tako mogoče sklepati na to, da ima prisotnost obrambnega igralca določen vpliv na hitrost s katero žoga zapusti napadalčevo roko, da pa ta vpliv ni statistično dovolj izražen, ker ni bila ugotovljena statistična pomembnost razlik med situacijama brez obrambe/enaka obramba. Nadalje pa je povsem jasno to, da na hitrost žoge ob izmetu vpliva višina obrambnega igralca. Pri hitrosti žoge ob izmetu pa tudi ne gre prezreti in zanemariti tega, da so se napadalci, navkljub talnim označbam, zaustavljali v različnih eksperimentalnih situacijah na različni oddaljenosti tako od koša, kot tudi od obrambnega igralca. Velikosti hitrosti ob izmetu so povsem skladne s pričakovanji glede na ugotovitve oddaljenosti od koša po zaključku zaleta v poglavju 3.2.1., ki je bila najmanjša v situaciji brez obrambe in največja v situaciji z višjim obrambnim igralcem. Pri ugotovitvah vpliva prisotnosti in višine obrambnega igralca na hitrost žoge ob izmetu je zato vsekakor potrebno upoštevati tudi različne oddaljenosti napadalca od koša v trenutku izmeta. V svoji raziskavi je Hudson (1982) med drugim ugotavljala tudi statistično izraženost razlik hitrosti žoge pri izmetu prostega meta med napadalci različnih kakovosti oziroma izkušenosti. Hitrost žoge pri izmetu je pri najboljših znašala 7,22 m/s, pri srednje kakovostnih 7,04 m/s in pri najmanj kakovostnih 7,05 m/s. Rojas idr. (2000) pa so v svoji raziskavi ugotavljali hitrost žoge pri izmetu pri metu iz skoka v odvisnosti od prisotnosti obrambnega igralca. Ugotovljene hitrosti se med situacijama niso statistično pomembno razlikovale in so znašale v situaciji brez obrambnega igralca 6,30 m/s in v situaciji z obrambnim igralcem 6,36 m/s. Ugotovitve obeh raziskav se glede višine hitrosti razlikujejo od mojih ugotovitev, so pa ugotovitve Rojas idr. (2000) primerljive z mojimi, saj so tudi oni ugotovili višjo hitrost žoge v situaciji proti obrambnemu igralcu.

Pri parametru horizontalne oddaljenosti CTT in središča žoge so bile ugotovljene razlike med situacijama brez obrambe/višja obramba in med situacijama enaka obramba/višja obramba. Ugotovljeno stanje je presenetljivo, kajti pričakovati je bilo, da se bodo razlike pojavile med situacijo brez obrambe in med situacijama z obrambo. V situaciji brez obrambe so imeli napadalci žogo v trenutku izmeta horizontalno pomaknjeno najbolj pred CTT in sicer za 22 cm, proti enaki obrambi za 19 cm in proti višji obrambi za 14 cm. Iz dobljenih rezultatov je mogoče zaključiti, da pri tem parametru prisotnost obrambe nima ključnega vpliva, ampak je višina obrambe odločujoč dejavnik horizontalne oddaljenosti žoge od CTT pri izmetu.

Skladno s pričakovanji so bile razlike vertikalne oddaljenosti središča žoge od tal ugotovljene med situacijama brez obrambe/enaka obramba in med situacijama brez obrambe/višja obramba. V situaciji brez obrambe je žoga napadalčevo roko zapustila

na višini 2,59 m, proti enako visokem in proti višjem obrambnem igralcu pa na višini 2,66 m. Na osnovi rezultatov je mogoče zaključiti, da prisotnost obrambnega igralca vpliva na vertikalno višino žoge pri izmetu, da pa ta parameter ni odvisen od višine obrambnega igralca. Tudi Rojas idr. (2000) so v svoji raziskavi ugotavljali višino na kateri žoga zapusti napadalčevo roko pri metu iz skoka. Ugotovili so, da so napadalci višje izvrgli žogo proti košu, ko so imeli nasproti obrambnega igralca, vendar pa razlike niso bile statistično pomembne. V situaciji brez obrambnega igralca so izvrgli žogo na višini 2,85 m in v situaciji z obrambnim igralcem na višini 2,88 m. Razlike med mojo in njihovo raziskavo so ob upoštevanju telesne višine in telesnih razsežnosti preizkušancev skladne pričakovanjem, ker so bili preizkušanci v moji raziskavi povprečno visoki 1,84 m v njihovi pa 1,95 m.

Povsem pričakovano so bile pri vzletnem kotu žoge ugotovljene statistično pomembne razlike med vsemi eksperimentalnimi situacijami. Tudi smer razlik je bila povsem pričakovana, ker je bil najnižji vzletni kot ugotovljen v situaciji brez obrambe in je znašal $47,50^\circ$, sledila je situacija z enako obrambo s kotom $51,18^\circ$ in še situacija z višjo obrambo z najvišjim vzletnim kotom $56,53^\circ$. Vpliv prisotnosti obrambe je viden v nižjem vzletnem kotu žoge pri primerjavi situacije brez obrambe s situacijama z obrambo, medtem ko je vpliv višine obrambnega igralca razviden iz višjega vzletnega kota žoge v situaciji z višjo obrambo primerjaje s situacijo z enako obrambo. Ugotovitve potrjujejo predpostavko, da na vzletni kot žoge vplivata tako prisotnost obrambnega igralca, kot tudi njegova višina. V preteklosti je vzletni kot žoge raziskovalo že precejšnje število avtorjev, ki so predlagali oziroma zagovarjali dokaj različne vzletne kote. Hay (1994) je v odvisnosti od oddaljenosti od koša, višine in hitrosti izmeta, zagovarjal met v nizkem loku z vzletnim kotom $49 - 55^\circ$ in met s srednje visokim lokom z vzletnim kotom $55 - 60^\circ$. Hudson (1982) v svoji raziskavi ni ugotovila statistično pomembnih razlik pri vzletnem kotu pri metu prostega meta med napadalci različnih kakovosti oziroma izkušenosti. Vzletni kot pri najboljših je bil $52,4^\circ$, pri srednje kakovostnih $52,5^\circ$ in pri najmanj kakovostnih $52,9^\circ$. Rojas idr. (2000) so v svoji raziskavi ugotavljali vzletni kot pri metu iz skoka v odvisnosti od prisotnosti obrambnega igralca. Pri vzletnem kotu so ugotovili statistično pomembne razlike med situacijama brez in z obrambnim igralcem. V situaciji brez obrambnega igralca so ugotovili $44,7^\circ$, v situaciji z obrambnim igralcem pa $47,0^\circ$ vzletni kot žoge. Pri primerjavi vzletnih kotov moje raziskave z raziskavami ostalih avtorjev je razvidno, da se moje ugotovitve v dobršni meri skladajo z ugotovitvami drugih avtorjev.

Nikakor ni bila presenetljiva ugotovljena statistična pomembnost razlik med eksperimentalnimi situacijami pri horizontalni oddaljenosti žoge od temena pri izmetu, ker so bile že poprej ugotovljene razlike v horizontalni oddaljenosti med CTT in središčem žoge med situacijama brez obrambe/višja obramba in med situacijama enaka obramba/višja obramba. Nekoliko presenetljiva pa je bila ugotovljena razlika med situacijama brez obrambe/enaka obramba, ker pri primerjavi med tema dvema situacijama ni bilo razlik pri oddaljenosti CTT in središča žoge. Kljub neizraženi statistični pomembnosti, pa je bil iz trend oddaljenosti CTT in središča žoge med situacijama brez obrambe/enaka obramba $p = 0,093$ le nekoliko iznad praga statistične pomembnosti ($p = 0,05$). Tako kot že pri vzletnem kotu žoge, je tudi pri horizontalni oddaljenosti žoge od temena pri izmetu, mogoče zaključiti, da nanjo vplivata tako prisotnost obrambnega igralca, kot tudi njegova višina.

Tabela 18: Prostorska opredelitev faze leta.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	p _{BO/EO}	p _{BO/VO}	p _{EO/VO}
	M	SD	M	SD	M	SD					
$y_{CTT+Z}(T_0)$ [m]	1,52	0,12	1,56	0,14	1,55	0,14	7,070	0,007*	0,019*	0,123	0,255
$R_{X_{CTT}}(T_0)$ [m]	-0,08	0,07	-0,09	0,03	-0,08	0,04	0,762	0,476	1,000	1,000	0,836
$x_R(T_0)$ [m]	0,22	0,06	0,19	0,02	0,14	0,06	17,120	0,000*	0,093	0,001*	0,002*
$y_R(T_0)$ [m]	-1,07	0,06	-1,10	0,04	-1,11	0,05	4,834	0,150	0,197	0,056	0,742
$y_Z(T_0)$ [m]	2,59	0,13	2,66	0,16	2,66	0,17	10,953	0,000*	0,005*	0,008*	1,000
$\gamma(T_0)$ [°]	-47,50	5,68	-51,18	3,70	-56,53	4,90	48,451	0,000*	0,001*	0,000*	0,000*
$D_{0x}(T_0)$ [m]	-0,50	0,08	-0,46	0,06	-0,40	0,09	20,884	0,000*	0,035*	0,000*	0,008*
$D_{0y}(T_0)$ [m]	0,52	0,06	0,55	0,05	0,57	0,06	5,028	0,013*	0,232	0,043*	0,456
$D_0(T_0)$ [m]	0,72	0,09	0,72	0,05	0,70	0,07	0,779	0,468	1,000	0,794	0,861
$\varphi(T_0)$ [°]	-7,85	6,85	-8,29	4,92	-12,22	4,31	9,333	0,001*	1,000	0,018*	0,006*
$\psi(T_0)$ [°]	-28,07	6,72	-27,89	4,29	-25,75	8,27	1,100	0,327	1,000	0,149	1,000
$\alpha_{LG}(T_0)$ [°]	136,00	7,97	140,13	8,20	139,13	7,54	2,555	0,094	0,128	0,509	1,000
$\alpha_{DG}(T_0)$ [°]	139,69	9,93	141,69	7,99	143,75	8,74	2,369	0,111	0,868	0,155	0,850
$\alpha_{LK}(T_0)$ [°]	171,00	4,07	170,63	5,93	173,00	4,05	2,179	0,131	1,000	0,432	0,164
$\alpha_{DK}(T_0)$ [°]	169,88	4,00	170,13	8,41	173,00	3,44	3,512	0,043*	1,000	0,007*	0,205
$\alpha_{LKO}(T_0)$ [°]	172,69	3,28	174,19	2,71	169,69	3,16	12,353	0,000*	0,419	0,006*	0,001*
$\alpha_{DKO}(T_0)$ [°]	173,19	5,28	169,69	4,80	169,00	5,10	4,272	0,043*	0,001*	0,097	1,000
$\alpha_{LR}(T_0)$ [°]	116,56	8,24	123,19	8,37	121,50	8,20	12,208	0,000*	0,000*	0,020*	0,727
$\alpha_{DR}(T_0)$ [°]	119,19	8,34	127,69	11,83	124,25	5,84	7,444	0,009*	0,000*	0,095	0,750
$\alpha_{LKM}(T_0)$ [°]	136,81	24,79	140,94	22,31	140,56	21,66	2,435	0,105	0,253	0,374	1,000
$\alpha_{DKM}(T_0)$ [°]	135,69	22,41	149,56	15,34	145,88	12,27	7,879	0,002*	0,007*	0,061	0,751
$\alpha_{LZ}(T_0)$ [°]	161,13	9,14	162,06	13,53	160,19	16,51	0,137	0,873	1,000	1,000	1,000
$\alpha_{DZ}(T_0)$ [°]	151,00	15,39	144,50	21,66	137,31	15,18	3,813	0,033*	0,750	0,014*	0,565
$x_{ODR}(T_{MAX}-T_{OD})$ [m]	-0,13	0,05	-0,13	0,04	-0,14	0,04	0,518	0,601	1,000	0,701	1,000
$x_{CTT}(T_{MAX}-T_0)$ [m]	0,01	0,04	0,02	0,04	0,04	0,05	12,699	0,000*	0,043*	0,000*	0,149
$y_{CTT}(T_{MAX}-T_0)$ [m]	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	4,994	0,033*	0,723	0,111	0,036*
$m(T_0-Z_{MIN})$ [m]	1,70	0,15	1,81	0,17	1,80	0,18	22,674	0,000*	0,000*	0,000*	1,000
h_M [m]	0,12	0,07	0,11	0,06	0,10	0,05	1,190	0,318	1,000	0,257	1,000
v_{OD} [m]	-0,27	0,12	-0,33	0,14	-0,34	0,16	9,357	0,001*	0,014*	0,013*	1,000
h_L [m]	-0,27	0,08	-0,28	0,08	-0,30	0,08	0,54	0,590	1,000	0,710	1,00
$\bar{R}_{X_{CTT}}$ [m]	-0,09	0,06	-0,12	0,02	-0,11	0,03	1,740	0,193	0,435	0,768	1,000
$\bar{\varphi}$ [°]	-7,32	5,59	-7,99	4,46	-10,88	4,23	10,413	0,000*	1,000	0,002*	0,014*
$\bar{\psi}$ [°]	-25,47	6,54	-24,24	4,11	-25,02	6,91	0,431	0,654	1,000	1,000	1,000

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05); p_{BO/EO}...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; p_{BO/VO}...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; p_{EO/VO}...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; $y_{CTT+Z}(T_0)$...višina CTT pri izmetu; $R_{X_{CTT}}(T_0)$...horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve pri izmetu; $x_R(T_0)$...horizontalna oddaljenost žoge od CTT pri izmetu; $y_R(T_0)$...vertikalna oddaljenost žoge od CTT pri izmetu; $y_Z(T_0)$...vertikalna oddaljenost žoge od tal pri izmetu; $\gamma(T_0)$... vzletni kot žoge pri izmetu; $D_{0x}(T_0)$...horizontalna oddaljenost žoge od temena pri izmetu; $D_{0y}(T_0)$...vertikalna oddaljenost žoge od temena pri izmetu; $D_0(T_0)$...oddaljenosti žoge od temena pri izmetu; $\varphi(T_0)$...nagib trupa pri izmetu; $\psi(T_0)$...usmerjenosti pogleda pri izmetu; $\alpha_{LG}(T_0)$...kot v levem gležnju pri izmetu; $\alpha_{DG}(T_0)$...kot v desnem gležnju pri izmetu; $\alpha_{LK}(T_0)$...kot v levem kolenu pri izmetu; $\alpha_{DK}(T_0)$...kot v desnem kolenu pri izmetu; $\alpha_{LKO}(T_0)$...kot v levem kolčnem sklepu pri izmetu; $\alpha_{DKO}(T_0)$...kot v desnem kolčnem sklepu pri izmetu; $\alpha_{LR}(T_0)$...kot v levem ramenskem sklepu pri izmetu; $\alpha_{DR}(T_0)$...kot v desnem ramenskem sklepu pri izmetu; $\alpha_{LKM}(T_0)$...kot v levem komolcu pri izmetu; $\alpha_{DKM}(T_0)$...kot v desnem komolcu pri izmetu; $\alpha_{LZ}(T_0)$...kot v levem zapestju pri izmetu; $\alpha_{DZ}(T_0)$...kot v desnem zapestju pri izmetu; $x_{ODR}(T_{MAX}-T_{OD})$...horizontalna oddaljenost med položajema CTT pri odzivu in ob maksimalnim višini; $x_{CTT}(T_{MAX}-T_0)$...horizontalna oddaljenost med položajema CTT na maksimalnim višini in pri izmetu; $y_{CTT}(T_{MAX}-T_0)$...razlika med maksimalno višino in višino CTT pri izmetu; $m(T_0-Z_{MIN})$...razlika med minimalno višino in višino žoge pri izmetu; h_M ...horizontalna oddaljenost med položajema CTT pri izmetu; v_{OD} ...višina odziva; h_L ...horizontalna sprememba položaja CTT med letom; $\bar{R}_{X_{CTT}}$...povprečna horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve v fazi leta; $\bar{\varphi}$...povprečen nagib trupa v fazi leta; $\bar{\psi}$...povprečna usmerjenosti pogleda v fazi leta

Pri parametru vertikalne oddaljenosti žoge od temena pri izmetu je bila statistična pomembnost ugotovljena samo med situacijama brez obrambe/višja obramba. Tovrstna ugotovitev je presenetljiva zato, ker je bila pri parametru vertikalne oddaljenosti središča žoge od tal ugotovljena razlika tudi med situacijama brez obrambe/enaka obramba. Iz navedenega je bilo mogoče zaključiti, da je prihajalo do značajnih razlik pri položaju temena med situacijama z različno visokima obrambnima igralcema. Položaji temena pa so bili, kot je to razvidno iz kotov naklona trupa in usmerjenosti pogleda, zelo podobni v situacijah brez obrambe in enaka obramba ter so se precej razlikovali od situacije z višjo obrambo. Nedvomno je tako mogoče zaključiti, da na vertikalno oddaljenost žoge od temena pri izmetu vpliva prisotnost višjega obrambnega igralca.

Pri oddaljenosti žoge od temena ni bila izražena statistična pomembnost in tudi velikosti tega parametra so bile med eksperimentalnimi situacijami zelo podobne. Kljub temu pa je potrebno izpostaviti to, da so med eksperimentalnimi situacijami obstajale razlike pri postavitvi žoge oziroma pri vertikalni in horizontalni komponenti položaja žoge glede na teme napadalca.

Statistično pomembne razlike nagiba trupa pri izmetu so bile ugotovljene med situacijama brez obrambe/višja obramba in med situacijama enaka obramba/višja obramba. Napadalci so pri izmetu v situaciji proti višjemu obrambnemu igralcu bolj zaklanjali trup kot proti nižjemu obrambnemu igralcu ali kot v situaciji brez obrambe. Ugotovitve se le deloma skladajo s pričakovanji, kajti pričakovano je bilo, da bo ta parameter odvisen tudi od prisotnosti obrambe in ne le od višine obrambnega igralca. Pri primerjavi ugotovitev raziskav posameznih avtorjev je glede nagiba trupa pri izmetu moč opaziti precejšnje razlike. Tako je Gorton (1978) v svoji raziskavi meta iz skoka pri različno kakovostnih košarkaricah ugotovila 1° zaklon trupa v trenutku izmeta. Hudson (1982) je pri metu prostega meta med različno kakovostnimi košarkarji ugotovila 3° predklon pri zelo kakovostnih in kakovostnih košarkarjih in $6,7^\circ$ predklon pri nižje kakovostnih košarkarjih, vendar pa ugotovljene razlike niso bile znotraj statistične pomembnosti. Tudi Rojas idr. (2000) niso ugotovili statistično pomembnih razlik pri nagibu trupa med situacijama brez in z obrambnim igralcem. V svoji raziskavi so ugotovili $7,32^\circ$ predklon trupa pri metu iz skoka v situaciji brez obrambe in $4,74^\circ$ predklon trupa v situaciji z obrambo. Moje ugotovitve so drugačne od ugotovitev raziskav drugih avtorjev, ker so preizkušanci v moji raziskavi v situaciji z višjim obrambnim igralcem veliko bolj zaklanjali trup kot v drugih raziskavah, medtem ko so bili zakloni trupa v situacijah brez obrambe in z enako visokim igralcem med seboj dokaj primerljivi in podobni ugotovitvam raziskave Rojas idr. (2000).

Statistično pomembne razlike pri kotu v desnem kolenu ob izmetu so bile ugotovljene med situacijama brez obrambe/višja obramba. Takšne razmere tega parametra so bile povsem presenetljive zato, ker pri vseh eksperimentalnih situacijah prihajalo tako v levem, kot tudi v desnem kolenu, do skoraj popolne iztegnitve v sklepu. Upošteva je statistične rezultate gre razliko pri tem parametru pripisati prisotnosti višjega obrambnega igralca. Ob upoštevanju razmer pri kotih v obeh kolenih menim, da tovrstna statistična ugotovitev nima realne vrednosti. Dejansko so imeli napadalci nekoliko bolj iztegnjena kolena ob prisotnosti obrambnega igralca, še posebej v primeru, ko je bil obrambni igralec višji, vendar pa s parcialnim opazovanjem kotov v kolenih nikakor ni moč najti smiselne razlage za statistično pomembno razliko samo v desnem in pa ne tudi v levem kolenu.

Statistično pomembno se je razlikoval kot v levem kolčnem sklepu pri izmetu med situacijama brez obrambe/višja obramba in med situacijama enaka obramba/ višja obramba. Pri tem je potrebno izpostaviti, da je bil kot v levem kolčnem sklepu v situaciji z višjo obrambno manjši kot v preostalih dveh situacijah. Takšna ugotovitev je presenetljiva zato, ker je bilo za pričakovati, da bodo proti obrambi, za razliko od situacije brez obrambe, napadalci izvedli izmet ob enaki ali še večji iztegnjenosti vseh telesnih sklepov.

Statistično pomembno se razlikuje tudi kot v desnem kolčnem sklepu pri izmetu med situacijama brez obrambe/enaka obramba, medtem ko je razlika med situacijama brez obrambe/višja obramba dokaj blizu statistične pomembnosti.

Do razlik pri kotih v kolčnih sklepih prihaja proti vsem pričakovanjem na način, ki je popolnoma nerazumljiv. Nastalo situacijo je bilo deloma le mogoče pojasniti s hkratnim opazovanjem dveh sosednjih kotov. Tako je bila vsota kotov desnega kolena in desnega kolčnega sklepa skorajda povsem enaka pri situacijah brez obrambe in višjemu obrambnemu igralcu iz česar je bilo mogoče sklepati, da so se napadalci v situaciji brez obrambe pri izmetu nekoliko bolj iztegovali v desnem kolčnem sklepu in nekoliko manj v desnem kolenu ter obratno v situaciji z višjim obrambnim igralcem. Situacija z enako visokim obrambnim igralcem pa pri tem parametru predstavlja nekakšen mejnik med preostalima situacijama. Pri kotu v desnem kolenu je tako situacija z enako visokim obrambnim igralcem skorajda identična situaciji brez obrambnega igralca, medtem ko je pri kotu desnega kolčnega sklepa skorajda identična situaciji proti višjemu obrambnemu igralcu. Na osnovi navedenega je moč zaključiti, da višina obrambnega igralca vpliva na drugačno razporeditev iztegnjenosti desnega kolena in kolčnega sklepa.

Statistične razlike pri kotu v levem ramenskem sklepu pri izmetu so bile ugotovljene med situacijama brez obrambe/enaka obramba in med situacijama brez obrambe/višja obramba. Razlike gre pripisati manjšemu kotu v levem ramenskem sklepu v situaciji brez obrambe. Ob upoštevanju poprejšnjih ugotovitev pri postavitvi žoge pri izmetu so bile takšne ugotovitve skladne pričakovanjem. Tako je bilo moč zaključiti, da obrambna situacija vpliva na kot v levem ramenskem sklepu, da pa vpliva ni mogoče pripisati višini obrambnega igralca.

Pri izmetu so bile ugotovljene statistično pomembne razlike kota v desnem ramenskem sklepu med situacijama brez obrambe/enaka obramba, medtem ko so bile razlike med situacijama brez obrambe/višja obramba precej blizu statistične pomembnosti. V sagitalni ravnini so imeli napadalci najmanj iztegnjen ramenski sklep s $116,56^\circ$ v situaciji brez obrambe, presenetljivo pa sta ji sledili situaciji z višjim obrambnim igralcem s $121,50^\circ$ kotom in situacija z enako visokim obrambnim igralcem s $123,19^\circ$ kotom v desnem ramenskem sklepu. Glede na dobljene rezultate je z gotovostjo mogoče trditi, da enako visok obrambni igralec vpliva na kot v desnem ramenskem sklepu pri izmetu, da pa tega ni mogoče z gotovostjo zatrditi za višjega obrambnega igralca. Kar nekaj avtorjev je že preučevalo vpliv različnih dejavnikov na kote v sklepih izmetne roke. Diehl idr. (1993) so v svoji raziskavi tako preučevali kote v sklepih tako z vidika vrste meta (met iz mesta – met iz skoka), kot tudi z vidika oddaljenosti od koša. V različnih okoliščinah raziskava ni ugotovila statistično pomembnih razlik glede izmerjenih kotov v sklepih izmetne roke pri izmetu, ki so znašali pri metu iz mesta iz tri metrske oddaljenosti $130,9^\circ$ in iz šest metrske

oddaljenosti 125,7° ter pri metu iz skoka iz tri me trske oddaljenosti 125,0° in iz šest metrske oddaljenosti 124,0°. Tudi Okazaki in Rodacki (2005) sta v raziskavi vpliva velikosti in teže košarkarske žoge na izvedbo meta ugotovila različne kote v ramenskem sklepu izmetne roke. Pri metu najmanjše in najlažje žoge sta ugotovila 122,8°, pri metu žoge srednje velikosti je kot znaš al 118,1°, medtem ko je pri metu standardizirane žoge znaš al kot v ramenskem sklepu izmetne roke 124,9°. V svoji raziskavi pa so Rojas idr. (2000) ugotovili statistično pomembnost razlik med situacijama brez in z obrambo pri kotu v ramenskem sklepu izmetne roke ob izmetu. Njihove ugotovitve se dodobra razlikujejo od mojih in tudi od ugotovitev ostalih avtorjev. V situaciji brez obrambe so tako ugotovili 136,95° kot, v situaciji z obrambnim igralcem pa 138,79° kot v ramenskem sklep u izmetne roke.

Rezultati kota v desnem komolcu pri izmetu so se statistično pomembno razlikovali med situacijama brez obrambe/enaka obramba, medtem ko so bile razlike med situacijama brez obrambe/višja obramba blizu statistične pomembnosti. Najmanj iztegnjen komolec (135,69°) izmetne roke so imeli n apadalci v situaciji brez obrambe, presenetljivo pa je bilo to, da so imeli napadalci v situaciji z enako obrambo (149,56°) komolec bolj iztegnjen kakor v situaciji z višjo obrambo (145,88°). Navkljub temu, da je razlika med situacijama brez obrambe/višja obramba zelo blizu statistične pomembnosti, pa je z gotovostjo mogoče zatrditi le to, da na iztegnjenost komolca izmeten roke pri izmetu nedvomno vpliva prisotnost enako visokega obrambnega igralca. Diehl, idr. (1993) so v svoji raziskavi pri kotu v desnem komolcu pri izmetu ugotovili za met iz mesta iz tri metrske oddaljenosti kot 157,8° in iz šest metrske oddaljenosti kot 160,6° ter pri metu iz skoka iz tri metrske oddaljenosti kot 145,4° in iz šest metrske oddaljenosti kot 165,3°. Okazaki in Rodacki (2005) sta pri kotih v komolcu izmetne roke pri metu najmanjše in najlažje žoge ugotovila kot 168,9°, pri metu žoge srednje velikosti je kot znaš al 159,2° t er pri metu standardizirane žoge 171,5°. V svoji raziskavi Rojas idr. (2000) niso ug otovili statistične pomembnosti med situacijama brez in z obrambo pri kotu v komolcu izmetne roke ob izmetu. Izmed vseh razpoložljivih raziskav so njihovi rezultati glede kota v komolcu izmetne roke najbolj primerljivi z mojimi ugotovitvami, ker so situaciji brez obrambe ugotovili 123,81° kot, v situaciji z obrambnim igralcem pa 126,42° kot.

Kot izmetnega zapestja se je statistično pomembno razlikoval samo med situacijama brez obrambe/višja obramba. Kot desnega zapestja ob izmetu je bil s 151,00° največji v situaciji brez obrambe, sledila sta ji situacija z enako obrambo s 144,50° in situacija z višjo obrambo s 137,31°. Iz rezultatov je mogoče z gotovostjo zatrditi to, da prisotnost višjega obrambnega igralca vpliva na kot izmetne roke pri izmetu. Diehl idr. (1993) so ugotovili pri kotih zapestja izmetne roke pri metu iz mesta iz tri metrske oddaljenosti kot 175,2° in iz šest metrske oddaljenosti kot 170,0° ter pri metu iz skoka iz tri metrske oddaljenosti kot 173,1° in iz šest metrske oddaljenosti kot 174,4°. Okazaki in Rodacki (2005) sta pri kotih zapestja izmetne roke pri metu najmanjše in najlažje žoge ugotovila kot 170,3°, pri metu žoge srednje velikosti je kot znaš al 173,1° ter pri metu standardizirane žoge 165,0°. Razpoložljivi rezultati raziskav drugih avtorjev se glede kota zapestja izmetne roke precej razlikujejo od mojih ugotovitev. Razlike gre iskati v sami strukturi moje eksperimentalne naloge, ki se je od razpoložljivih raziskav razlikovala v tem, da je bil prisoten obrambni igralec. To je razvidno pri primerjavi moje eksperimentalne situacije brez obrambnega igralca z ostalimi raziskavami kjer razlike niso tako zelo velike, kot v situacijah z obrambo.

Nadalje je razlike potrebno iskati tudi v sami operativno – tehnološki izvedbi eksperimentalnih situacij in uporabljenih raziskovalnih metodah.

Horizontalna oddaljenost med položajema CTT v trenutku izmeta in v trenutku maksimalne vertikalne višine se je statistično pomembno razlikovala med situacijama brez obrambe/enaka obramba in med situacijama brez obrambe/višja obramba. V situacijah z obrambo so napadalci dokaj pričakovano izvrgli žogo z večje horizontalne oddaljenosti od maksimalnega vertikalnega položaja CTT, torej prej kot so dosegli maksimalno vertikalno višino CTT. Dokaj pričakovano je bilo tudi to, da so v situaciji z višjim obrambnim igralcem napadalci izvrgli žogo horizontalno bolj oddaljeni od maksimalne višine CTT kot v situaciji z enako visokim obrambnim igralcem. Upoštevanje dobljene rezultate je mogoče zatrditi, da ima prisotnost obrambnega igralca nedvomno vpliv na obravnavani parameter, da pa tega ni mogoče zatrditi glede vpliva višine obrambnega igralca.

Vertikalna oddaljenost med maksimalnim položajem in položajem CTT pri izmetu se je statistično pomembno razlikovala samo med situacijama enaka obramba/višja obramba. Napadalci so v vseh eksperimentalnih situacijah izvrgli žogo preden so dosegli optimalno točko za izmet, ki se nahaja v maksimalni točki njihovega leta oziroma v trenutku maksimalnega vertikalnega položaja CTT. Rezultati opazovanega parametra so za posamezne eksperimentalne situacije skladni s pričakovanjem, da bodo napadalci zaradi vpliva obrambnega igralca spremenili trenutek izmeta na takšen način, da bodo v situacijah proti obrambnem igralcu izvedli izmet nekoliko prej in posledično tudi na večji vertikalni oddaljenosti od optimalnega položaja za izmet. Najbolj so se napadalci približali optimalnemu položaju za izmet v situaciji brez obrambe, medtem ko so bili najdlje od tega položaja v situaciji z višjim obrambnim igralcem. Statistično pomembne razlike pa se povsem nepričakovano niso pojavile med situacijo brez obrambe in situacijama z obrambo, ampak samo med situacijama z obrambo. Na osnovi tega je mogoče sklepati, da prisotnost obrambnega igralca nima vpliva na vertikalno oddaljenost maksimalnega položaja in položaja CTT pri izmetu, da pa na ta parameter napadalčeve izvedbe meta vpliva višina obrambnega igralca.

Ugotovljene vrednosti parametra oddaljenosti minimalne višine žoge in višine žoge pri izmetu so bile v situaciji brez obrambe 1,70 m, v situaciji z enako visokim obrambnim igralcem 1,81 m in v situaciji z višjim obrambnim igralcem 1,80 m. Do statistično značilnih razlik je prišlo med situacijama brez obrambe/enaka obramba in med situacijama brez obrambe/višja obramba. Tovrstne razlike so bile pričakovane ob upoštevanju že poprej ugotovljenih razlik med eksperimentalnimi situacijami pri vertikalni oddaljenosti središča žoge od tal ob izmetu in tega, da pa pri minimalnem vertikalnem položaju žoge ni bilo razlik. Rezultati potrjujejo pričakovanja, da obramba vpliva na oddaljenost žoge med njenim minimalnim vertikalnim položajem v košarkarjevih rokah in položajem pri izmetu. V svoji raziskavi Rojas idr. (2000) niso ugotovili statistične pomembnosti med situacijama brez in z obrambo pri spremembi položaja žoge med njenim minimalnim vertikalnim položajem v košarkarjevih rokah in položajem pri izmetu. Čeprav niso ugotovili statistična pomembnosti razlik, pa so tudi oni ugotovili nižjo vrednost tega parametra v situaciji brez obrambe (1,89 m), kot v situaciji z obrambnim igralcem (1,92 m).

Skladno s pričakovanji so bile ugotovljene različne višine odrida za izmet med eksperimentalno situacijo brez obrambe in med situacijama z obrambo. Statistična značilnost razlik je bila izražena pri rezultatih med situacijama brez obrambe/enaka obramba in med situacijama brez obrambe/višja obramba. Višina odrida za izmet je znašala v situaciji brez obrambe 27 cm, v situaciji z enako obrambo 33 cm in v situaciji z višjo obrambo 34 cm. Takšne rezultate je bilo mogoče pričakovati že na osnovi odričnih kotov in odričnih hitrosti posameznih eksperimentalnih situacij. Rezultati kažejo, da prisotnost obrambnega igralca vpliva na višino odrida za izmet, da pa tega ni mogoče pripisati višini obrambnega igralca. Glede na poprejšnjo obravnavo razlik pri parametru maksimalne višine CTT in parametru oddaljenosti maksimalne višine CTT in višine CTT pri izmetu, pa velja ponovno izpostaviti to, da so napadalci prehitevali z izmetom in so žogo izvrgli preden so dosegli maksimalno višino CTT. Tovrstne razlike med maksimalno doseženo višino in višino pri izmetu so znašale v situaciji brez obrambe 2 cm, v situaciji z enako obrambo 3 cm in v situaciji z višjo obrambo 4 cm. Rojas idr. (2000) v svoji raziskavi niso ugotovili statistične pomembnosti med situacijama brez in z obrambo pri spremembi položaja CTT pri odridu in v trenutku izmeta. Za razliko od mojih ugotovitev so oni ugotovili višjo vrednost tega parametra v situaciji brez obrambe (32 cm) kot v situaciji z obrambnim igralcem (31 cm).

Povprečne vrednosti v fazi leta so bile za vse parametre gibanja izračunane na časovnem intervalu od trenutka odrida od tal do trenutka izmeta žoge.

V fazi leta se je povprečna vrednost predklona oziroma nagiba trupa statistično pomembno razlikovala med situacijama brez obrambe/višja obramba in med situacijama enaka obramba/višja obramba. Preseneča to, da med eksperimentalnima situacijama brez obrambe in z enako obrambo ni statistično pomembnih razlik in da so te prisotne med situacijama enaka obramba/višja obramba. Pričakovano pa je bil večji naklon trupa ugotovljen v situacijah z obrambo, kot pri situaciji brez obrambe. Na osnovi ugotovitev je mogoče zaključiti, da na povprečen predklon trupa v fazi leta vpliva višina in ne prisotnost obrambnega igralca.

Tabela 19: Časovna opredelitev faze leta.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	p _{BO/EO}	p _{BO/VO}	p _{EO/VO}
	M	SD	M	SD	M	SD					
t (T _{OD} -T ₀) [s]	0,21	0,11	0,22	0,11	0,20	0,11	1,562	0,232	1,000	1,000	0,110
t (T _{MAX} -T ₀) [s]	0,02	0,07	0,04	0,07	0,07	0,07	15,338	0,000*	0,072	0,000*	0,018*

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05); p_{BO/EO}...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; p_{BO/VO}...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; p_{EO/VO}...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; t(T_{OD}-T₀)...čas od odrida do izmeta; t(T_{MAX}-T₀)...čas od maksimalne višine CTT do izmeta

Faza leta se je na področju časov statistično pomembno razlikovala med situacijo brez obrambe in obema situacijama z obrambo. V situaciji brez obrambe je predstavljala faza leta 27% celotnega časa izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju, v situaciji z enako obrambo je bil delež 30% in v situaciji z višjo obrambo 32% (Slika 39). Tovrstne razmere so bile ob upoštevanju višjih hitrosti in večjih kotov odrida v situacijah z obrambo povsem pričakovane.

Pri parametru razlike med tem, kdaj je napadalec izvrigel žogo glede na trenutek maksimalne višine CTT je bila dokaj pričakovano statistična pomembnost izražena med situacijama brez obrambe/višja obramba in med enaka obramba/višja obramba. Napadalci so izvajali izmet preden so dosegli optimalno točko izmeta in katere so bili v trenutku izmeta oddaljeni v situaciji z višjo obrambo za 0,07 s, v situaciji z enako obrambo za 0,04 s in v situaciji brez obrambe za 0,02 s. Na osnovi ugotovitev je moč pri tem zaključiti, da na ta parametru vpliva višina obrambnega igralca, ne pa tudi neposredna prisotnost obrambnega igralca. Ob tem velja izpostaviti tudi to, da med eksperimentalnimi situacijami pri primerjavi trenutka odziva in trenutka izmeta ni bilo ugotovljenih statistično pomembnih razlik in da so se vrednosti tega parametra nahajale znotraj intervala 0,02 s.

3.2.5.1. Sprejem – zavrnitev hipoteze H_{05}

Hipoteza H_{05} je bila zavrnjena, ker so bile v fazi leta ugotovljene statistično pomembne razlike med posameznimi eksperimentalnimi situacijami na vseh področjih opazovanih parametrov gibanja. Hipotezo H_{05} je bilo potrebno zavrniti navkljub temu, da so bile ugotovljene statistično značilne razlike samo pri nekaterih in ne pri vseh opazovanih parametrih gibanja na področjih časovnega poteka, položajev, kotov in hitrosti. Se pa faza leta, za razliko od predhodnih faz izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju, od preostalih faz razlikuje po tem, da je po posameznih področjih opazovanja v tej fazi prihajalo do statistično značilnih razlik pri večjem številu opazovanih parametrov gibanja. Do statistično značilnih razlik opazovanih parametrov gibanja je v pretežni meri prihajalo med situacijo brez obrambe in situacijama z obrambo, ki so posledica prisotnosti obrambe oziroma obrambnega igralca, pri nekaterih parametrih pa je prihajalo tudi do razlik, ki so bile posledica višine obrambnega igralca.

3.2.6. Doskok

Z vidika izvedbe faza doskoka ne spada med pomembnejše faze meta iz skoka po predhodnem gibanju, medtem ko pa je ta faza z vidika nadaljevanja košarkarske igre in poteka tekme lahko zelo pomembna. Še kako je namreč pomembno to, kako bo napadalec po izvedenem metu doskočil, kako hitro bo pripravljen za nadaljnje akcije v primeru doseženega koša in še bolj v primeru, da je met zgrešil. Že v dosedanjem delu raziskave je bilo namreč izpostavljeno to, da ima tisti napadalec, ki je vrgel na koš, dodatno informacijo o tem, kako je met izvedel oziroma o tem, kako se bo žoga odbila od koša. Navkljub morebiti dobro postavljenemu obrambnemu igralcu, z dobro naučeno in izvedeno tehniko zapiranja prostora za skok, daje navedeno napadalcu ob predpostavki, da je naučen in pripravljen na skok za svojo žogo, določene oziroma dobre možnosti za uspešen napadalni skok.

Osnovni namen treh različnih eksperimentalnih situacij je bil raziskovanje izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju, zaradi česar je bil doskok definiran in opredeljen samo do trenutka, ko je napadalec CTT dosegel minimalno višino po doskoku. Zaradi tega tudi iz vidika števila opazovanih parametrov gibanja v sami raziskavi doskoku ni bila posvečena posebna pozornost. Bolj kot na doskok je bila osredotočenost usmerjena primerjavi minimalnih položajev med fazama zaviranja in doskoka.

Tabela 20: Prostorska opredelitev faze doskoka.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	p _{BO/EO}	p _{BO/VO}	p _{EO/VO}
	M	SD	M	SD	M	SD					
$y_{CTT+\dot{z}}(T_D)$ [m]	1,20	0,04	1,22	0,05	1,22	0,06	0,659	0,471	0,703	0,728	1,000
$R_{x_{CTT}}(T_D)$ [m]	-0,09	0,08	-0,15	0,06	-0,14	0,05	5,936	0,007*	0,024*	0,058	1,000
h_L [m]	0,27	0,08	0,28	0,08	0,30	0,08	0,553	0,581	1,000	0,696	1,000
$v_{AM}(T_{MIN}-T_{DM})$ [m]	0,14	0,06	0,12	0,05	0,13	0,06	4,912	0,014*	0,015*	0,095	1,000
$\alpha_{LK}(T_D)$ [°]	137,31	15,23	134,56	17,58	137,63	23,02	0,568	0,573	0,697	1,000	1,000
$\alpha_{DK}(T_D)$ [°]	128,00	19,28	133,25	15,45	133,06	17,23	1,622	0,222	0,680	0,448	1,000
$y_{CTT+\dot{z}}(T_{DM})$ [m]	1,00	0,04	0,97	0,05	0,99	0,06	3,688	0,037*	0,027*	1,000	0,265
$\alpha_{LK}(T_{MIN}-T_{DM})$ [m]	41,19	12,85	35,88	12,00	33,69	14,43	2,655	0,087	0,168	0,177	1,000
$\alpha_{DK}(T_{MIN}-T_{DM})$ [m]	21,75	15,15	26,69	12,04	23,38	11,14	1,413	0,259	0,518	1,000	0,400

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05); p_{BO/EO}...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; p_{BO/VO}...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; p_{EO/VO}...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; $y_{CTT+\dot{z}}(T_D)$...višina CTT pri doskoku; $R_{x_{CTT}}(T_D)$...horizontalna oddaljenost CTT od središča oporne ploskve pri doskoku; h_L ...horizontalna sprememba položaja CTT med letom; v_{AM} ...razlika minimalnih višin CTT v fazi zaviranja in pri doskoku; $\alpha_{LK}(T_D)$...kot v levem kolenu pri doskoku; $\alpha_{DK}(T_D)$...kot v desnem kolenu pri doskoku; $y_{CTT+\dot{z}}(T_{DM})$...minimalna višina CTT pri amortizaciji doskoka; $\alpha_{LK}(T_{MIN}-T_{DM})$...razlika minimalnih kotov levega kolena v fazi zaviranja in pri doskoku; $\alpha_{DK}(T_{MIN}-T_{DM})$...razlika minimalnih kotov desnega kolena v fazi zaviranja in pri doskoku

Pri časih doskoka med eksperimentalnimi situacijami niso bile ugotovljene statistično pomembne razlike. V situaciji brez obrambe je bil doskok izveden v 0,17 s, v situaciji z enako obrambo v 0,16 s in v situaciji z višjo obrambo v 0,13 s (Tabela 8).

Parameter horizontalne oddaljenosti CTT od središča oporne ploskve pri doskoku se je statistično pomembno razlikoval med situacijama brez obrambe/enaka obramba, pri primerjavi situacij brez obrambe/višja obramba pa so bile razlike blizu statistične pomembnosti. Pri tem parametru velja poudariti, da se je pri vseh eksperimentalnih situacijah CTT napadalca pri doskoku nahajala izza središča oporne ploskve. V situaciji brez obrambe je bila ta oddaljenost najmanjša, največja pa je bila v situaciji z enako visokim obrambnim igralcem. Na osnovi rezultatov je mogoče zaključiti, da na oddaljenost CTT od središča oporne ploskve pri doskoku najbrž vpliva prisotnost obrambnega igralca, zagotovo pa ima vpliv enako visok obrambni igralec. V kolikor bi imel ta parameter neposredni vpliv na izvedbo oziroma učinkovitost meta iz skoka po predhodnem gibanju, bi bilo prav gotovo smotrno ugotoviti vpliv razdalje med napadalcem in obrambnim igralcem v trenutku doskoka.

Amortizacija doskoka je bila v vseh eksperimentalnih situacijah izvedena na zelo podoben način o čemer priča odsotnost statistične pomembnosti pri kotih v kolenu. Očitno pa je pri doskoku le prihajalo do razlik v preostalih telesnih sklepih in do drugačne medsebojne postavitve preostalih telesnih segmentov ter posledično do statistično pomembne razlike v višini najnižjega vertikalnega položaja CTT pri amortizaciji doskoka. Zanimivo je, da je statistična pomembnost izkazana le med situacijama brez obrambe/enaka obramba in tako ni mogoče trditi, da na ta parameter vpliva prisotnost obrambe oziroma bi lahko trdili, da ima vpliv na ta parameter le prisotnost enako visokega obrambnega igralca.

Pri primerjavi minimalnih vertikalnih položajev CTT v fazi zaviranja in pri doskoku, so bile ugotovljene statistično pomembne razlike samo med situacijama brez obrambe/enaka obramba. Pri tem parametru je prišlo ob upoštevanju razmer višine

napadalčevega CTT pri amortizaciji doskoka do pričakovanih ugotovitev in jih je zato mogoče utemeljiti z enakimi argumenti kot poprej višino napadalčevega CTT.

Kljub odsotnosti statistično značilnih razlik je prihajalo do nadvse zanimivih razlik pri kotih v kolenu pri amortizaciji zaviranja in doskoka. Za razliko od amortizacije zaviranja, kjer so imeli napadalci bolj pokrčeno levo koleno, so imeli slednji pri amortizaciji doskoka nekoliko bolj pokrčeno desno koleno. Zanimivo pa je bilo tudi to, da so se koti med desnim in levim kolonom pri amortizaciji doskoka manj razlikovali kot pri amortizaciji zaleta.

3.2.6.1. Sprejem – zavrnitev hipoteze H_{06}

Hipoteza H_{06} je bila zavrnjena, ker so bile ugotovljene statistično pomembne razlike v vertikalni spremembi napadalčevega položaja med njegovima najnižjima položajema v fazi zaviranja in v fazi doskoka.

3.2.7. Uspešnost zadevanja

Tabela 21: Uspešnost zadevanja.

	BREZ OBRAMBE		ENAKA OBRAMBA		VIŠJA OBRAMBA		F	p	$p_{BO/EO}$	$p_{BO/VO}$	$p_{EO/VO}$
	M	SD	M	SD	M	SD					
%M _M [%]	12,50	34,16	37,50	50,00	43,75	51,23	2,561	0,094	0,311	0,059	1,000

LEGENDA: M...aritmetična sredina; SD...standardni odklon; F...F statistika; p...pomembnost F statistike (*p < 0,05); %M_M...odstotek zadetih metov

Tako met iz skoka po predhodnem gibanju, kot tudi vse ostale tehnike meta na koš, so namenjene doseganju osnovnega cilja košarkarske igre, ki je zadevanje cilja oziroma doseganje koša. Neodvisno od uporabljene tehnike meta vplivajo na uspešnost doseganja koša številni notranji in zunanji dejavniki. Za raziskavo je bila tehnika meta najpomembnejši notranji dejavnik in odsotnost oziroma prisotnost različno visokega obrambnega igralca najpomembnejši zunanji dejavnik uspešnosti zadevanja.

Vsak izmed napadalcev je izvedel enako število metov na koš tako, da je bilo v vsaki eksperimentalni situaciji izvedeno enako število metov. Čeprav primarni cilj raziskave ni bilo ugotavljanje natančnosti in primerjava natančnosti med posameznimi eksperimentalnimi situacijami, pa so dobljeni rezultati zelo zanimivi in presenetljivi. Navkljub temu, da ni prišlo do statistično značilnih razlik med posameznimi eksperimentalnimi situacijami, pa je bila statistična značilnost med situacijama brez obrambe/višja obramba na meji 5% statistične pomembnosti. Presenetljivo je bil najvišji odstotek zadetih metov dosežen v situaciji z višjim obrambnim igralcem in najnižji v situaciji brez obrambe. Tovrstni rezultati so bili popolnoma v nasprotju s pričakovanji, da bodo napadalci v situaciji brez obrambe dosegli najboljši odstotek zadetih metov, ker so met izvajali popolnoma neovirani. Proti pričakovanjem pa je bil tudi višji odstotek zadetih metov v situaciji proti višjemu obrambnemu igralcu kakor v situaciji proti nižjemu obrambnemu igralcu.

V kolikor bi bil v raziskavi sodelujoči košarkarji začetniki, z nizko stopnjo športne izkušnosti, bi bilo tovrstne rezultate mogoče pripisati tudi naključju ali nezkušenosti. Nepričakovan odstotek zadevanja je v danih razmerah moč pripisati uporabljenemu vrstnem redu posameznih situacij pri izvajanju eksperimentalnih nalog in vplivu same eksperimentalne procedure oziroma vplivu video kamere. Napadalci so namreč najprej izvedli eksperimentalno nalogo v situaciji brez obrambe, nato z enako visoko obrambo in nazadnje še z višjo obrambo. S ponovitvami nalog so se napadalci vedno bolj prilagajali eksperimentalni proceduri, tako z vidika prostorske omejenosti in usmerjenosti, kot tudi z vidika stresa. Stres je bil upoštevanje njihovo izpoved, kot tudi sodeč po opazovanju, zelo prisoten in dobro opazen. Na osnovi navedenega je mogoče predpostaviti, da bi v primeru ponovitve eksperimentalnih procedur, isti napadalci dosegli višji odstotek zadetih metov, še posebno v situaciji brez obrambe, kjer je bil ta odstotek najnižji.

3.2.7.1. Sprejem – zavrnitev hipoteze H₀₇

Hipoteza H₀₇ ni bilo mogoče zavrniti oziroma je bila sprejeta, ker eksperimentalne ugotovitve, kljub jasno razvidnim razlikam rezultatov, niso izkazale statistične pomembnosti razlik odstotka zadetih metov med posameznimi eksperimentalnimi situacijami.

3.2.8. Blokada meta

Problematika uspešnosti blokade meta je bila detajlno predstavljena že v poglavjih Uvod in Metode dela. Gibanje obrambnih igralcev je bilo prostorsko opredeljeno in omejeno s talnimi oznakami, vendar pa je bil začetek gibanja prepuščen njihovi prepoznavi prehoda napadalca preko talne označbe, ki je predstavljala štartni signal za začetek gibanja obrambnega igralca. Takoj je potrebno pojasniti, da enako visoki igralci niso uspeli blokirati nobenega meta, medtem ko je višji obrambni igralec uspešno blokiral en sam met. Povsem nerealno je bilo namreč pričakovati to, da bo branilec, v tako strukturirani situaciji, ko prihaja na pomoč preigranemu soigralcu, uspešno blokiral napadalčev met. Ob upoštevanju strukture eksperimentalne naloge, igralne vloge napadalcev (branilci) in povprečne uspešnosti blokiranja metov višjega igralca na uradnih tekmah, je bil dosežen izkupiček uspešnih blokad povsem skladen pričakovanjem.

Skladno z navodili obrambnim igralcem, ki so jim bila podana pred izvedbo eksperimentalnih nalog in ki so detajlno predstavljena v poglavju Metode dela, bodo v nadaljevanju rezultati in ugotovitve, glede uspešnosti blokade meta, obravnavani tako za levo, kot tudi za desno roko obrambnega igralca. Neodvisno od antropometričnih (telesnih) razsežnosti obrambnega igralca je bila odvisnost uspešnosti blokade meta obravnavana z vidika časovne, horizontalne in vertikalne odvisnosti. Poizkusi blokiranja meta so bili v nadaljevanju istočasno obravnavani za enako visokega in za višjega obrambnega igralca.

3.2.8.1. Časovna odvisnost blokade

Tabela 22: Časovna odvisnost blokade.

		Δt [s]		ΔD_0 [m]		F	p
		M	SD	M	SD		
ENAKA + VIŠJA OBRAMBA	DESNA ROKA	0,09	0,06	0,04	0,05	30,033	0,000*
	LEVA ROKA	0,09	0,06	0,05	0,05	14,578	0,001*

LEGENDA: M ...aritmetična sredina; SD ...standardni odklon; F ...F statistika; p ...pomembnost F statistike (* $p < 0,05$); $p_{BO/EO}$...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; $p_{BO/VO}$...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; $p_{EO/VO}$...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; Δt ...sprememba čas; ΔD_0 ...zmanjšanje oddaljenosti prstov roke obrambnega igralca do oboda žoge

Pri poskusu blokiranja meta je bila ugotovljena statistična pomembnost oddaljenosti prstov roke od oboda žoge in posledično odvisnost uspešnosti blokiranja meta od pravočasnosti oziroma od trenutka, ko obrambni igralec začne s svojim gibanjem. Takšna statistična pomembnost je bila ugotovljena tako za levo, kot tudi za desno roko obrambnega igralca. Za uspešno izvedbo blokade je obrambni igralec skorajda enako zamujal z desno in levo roko, pri čemur je ta zamuda znašala približno 0,09 s. Poudariti velja to, da bi bili obrambni igralci, kljub pravočasno začetemu gibanju in ob nespremenjenih prostorskih razsežnostih gibanja, še vedno neuspešni v svojih poizkusih blokiranja meta. Ob takšni idealni časovni in nespremenjeni prostorski razsežnosti gibanja, bi bil obrambni igralec od uspešne blokade povprečno oddaljen z desno roko 4 cm in z levo roko 5 cm. Na osnovi ugotovitev je mogoče zaključiti, da je pravočasnost gibanja pomemben dejavnik pri uspešnosti blokiranja meta.

3.2.8.2. Horizontalna odvisnost blokade

Tabela 23: Horizontalna odvisnost blokade.

		x_D [m]		Δx [m]		F	p
		Mean	SD	Mean	SD		
ENAKA + VIŠJA OBRAMBA	DESNA ROKA	1,04	0,13	0,76	0,17	5,594	0,028*
	LEVA ROKA	1,04	0,13	0,76	0,14	9,409	0,006*

LEGENDA: M ...aritmetična sredina; SD ...standardni odklon; F ...F statistika; p ...pomembnost F statistike (* $p < 0,05$); $p_{BO/EO}$...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; $p_{BO/VO}$...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; $p_{EO/VO}$...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; x_D ...razdalja med napadalcem in obrambnim igralcem pri odzivu; Δx ...horizontalni premik potreben za uspešno blokado meta

Ugotovitve kažejo statistično odvisnost horizontalne oddaljenosti obrambnega igralca in za izvedbo uspešne blokade potrebnega dodatnega horizontalnega premika obrambnega igralca. Povprečna horizontalna oddaljenost pri metu je med igralcema v eksperimentalnih situacijah znašala 1,04 m. Ob predpostavki enakega časovnega poteka in enake dosežne višine oziroma vertikalne razsežnosti skoka, bi se moral obrambni igralec za uspešno izvedbo blokade z levo ali desno roko približati napadalcu za 0,76 m. Ugotovitve kažejo, da so bili obrambni igralci v trenutku, ko je obstajala realna možnost uspešnega blokiranja meta, veliko predaleč od napadalca in da je tako uspešnost blokiranja meta odvisna od horizontalne oddaljenosti napadalca od obrambnega igralca.

3.2.8.3. Vertikalna odvisnost blokade

Tabela 24: Vertikalna odvisnost blokade.

		y_V [m]		Δy [m]		F	p
		Mean	SD	Mean	SD		
ENAKA + VIŠJA OBRAMBA	DESNA ROKA	2,85	0,10	0,38	0,20	19,826	0,000*
	LEVA ROKA	2,82	0,11	0,27	0,20	13,781	0,001*

LEGENDA: M ...aritmetična sredina; SD ...standardni odklon; F ...F statistika; p ...pomembnost F statistike (* $p < 0,05$); $p_{BO/EO}$...pomembnost statistike brez obrambe/enaka obramba; $p_{BO/VO}$...pomembnost statistike brez obrambe/višja obramba; $p_{EO/VO}$...pomembnost statistike enaka obramba/višja obramba; y_V ...dosežna višina obrambnega igralca; Δy ...dodatna višina potrebna za uspešno blokado

Ob nespremenjenih horizontalnih in časovnih parametrih gibanja obrambnega igralca in napadalca je bila ugotovljena statistična pomembnost uspešnosti blokiranja meta oziroma za uspešno izvedbo blokade potrebne dosežne višine in dejanske dosežne višine obrambnega igralca. Ugotovitve kažejo, da je bila povprečna dosežna višina desne roke obrambnega igralca 2,85 m in leve roke 2,82 m. Ob nespremenjenih ostalih parametrih gibanja tako napadalca, kot tudi obrambnega igralca, bi morala biti za uspešno blokiranje meta povprečna dosežna višina desne roke višja za 0,38 m in leve roke za 0,27 m. Na prvi pogled navedeno deluje presenetljivo in nasprotujoče, ker je dejanska dosežna višina desne roke višja od leve, pa je navkljub temu pri desni roki potrebno večje povečanje dosežne višine za uspešno blokiranje meta. Logična razlaga navedenih dejstev se skriva v nespremenjenih horizontalnih in časovnih parametrih gibanja obrambnega igralca in napadalca. Poleg horizontalno konstantnih parametrov gibanja, je bila kot drugi pogoj upoštevana ohranitev časovnih parametrov gibanja. Tako je že iz dosežnih višin leve in desne roke moč razbrati, da je leva roka v ugodnejšem položaju kot desna roka, ker je kljub nekoliko nižji dosežni višini le to dosegla ob primernejšem trenutku. Ugodnejši položaj predstavlja žoga na nižji višini in pa položaj žoge bolj neposredno nad obrambnim igralcem. Ugotovitve nedvomno potrjujejo to, da uspešnost blokiranja meta zavisi od dosežne višine obrambnega igralca oziroma od njegove vertikalne oddaljenosti od žoge.

3.2.8.4. Sprejem – zavrnitev hipoteze H_{08}

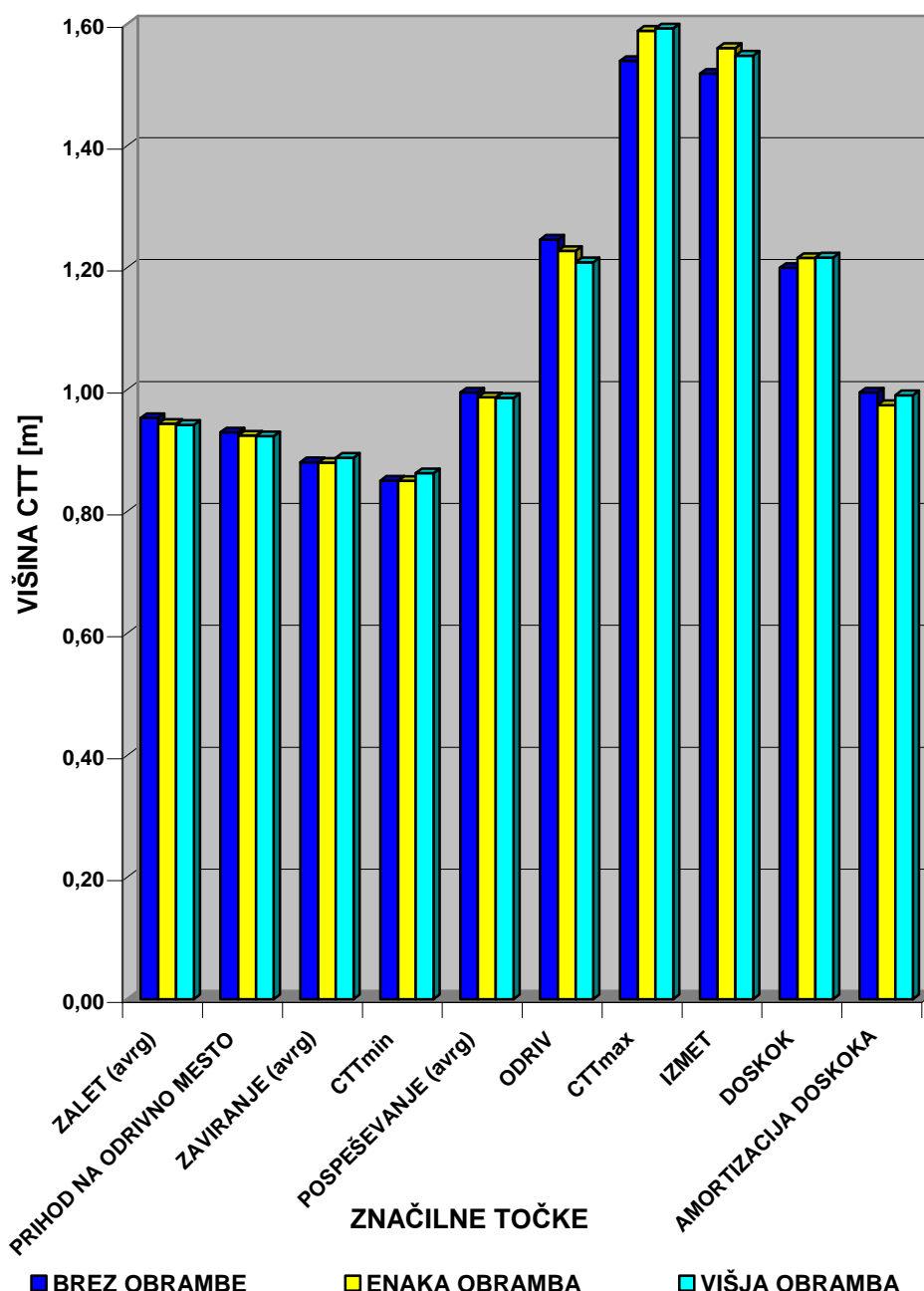
Hipoteza H_{08} je bila zavrnjena, ker je bila ugotovljena statistična odvisnost uspešne izvedbe blokade meta od pravočasnosti, dosežne višine in horizontalne oddaljenost obrambnega igralca od napadalca.

3.3. Analiza celostne izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju

V nadaljevanju tega poglavja bodo predstavljeni nekateri najbolj zanimivi oziroma reprezentativni parametri napadalčevega gibanja skozi celoten potek izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju. Pozornost bo namenjena predvsem trendom spreminjanja posameznega parametra gibanja med eksperimentalnimi situacijami in med levo in desno stranjo telesa ter povezanosti posameznih parametrov gibanja.

3.3.1. Višina centralnega težišča telesa

Napadalci so glede višine CTT zavzemali zelo podobne začetne položaje, ki pa z vidika raziskave tako niso bili posebej pomembni, ker se je eksperimentalna naloga začela s prehodom v gibanje iz statične napadalne preže zaradi boljšega nadzora eksperimentalnih okoliščin in ne zato, da bi s tem dejansko ponazarjala igralno situacijo. Glede tega je eksperimentalna situacija dodobra odstopala od realnih igralnih okoliščin na tekmi, kjer mora običajno napadalec zato, da bi izigral oziroma



Slika 40: Višina CTT pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju.

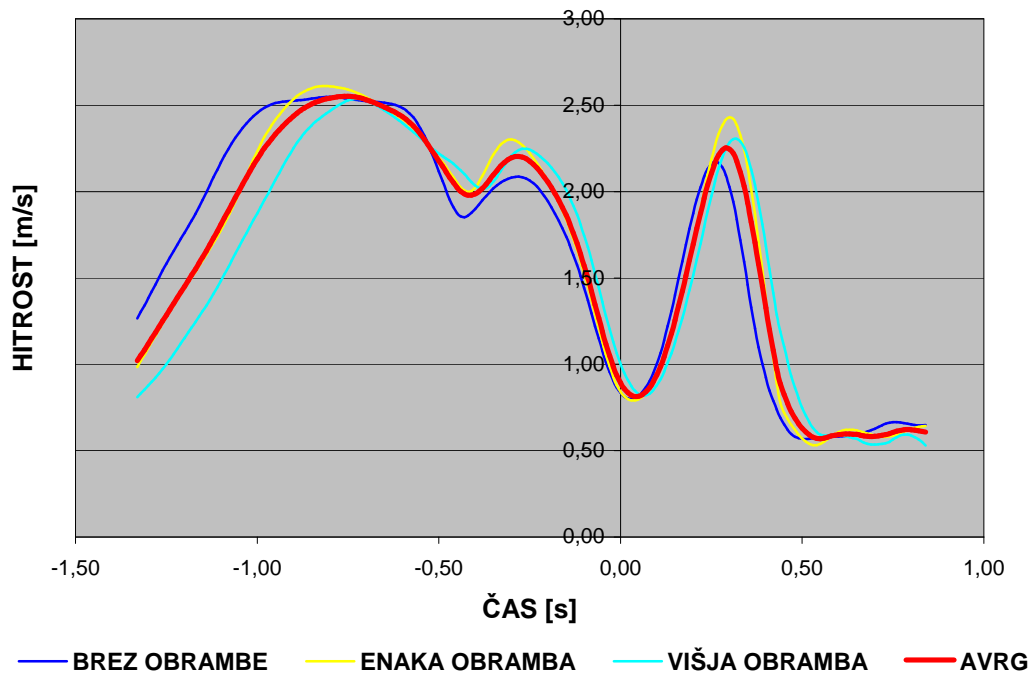
preigral nasprotnika, postoriti veliko več kakor le preiti v gibanje z vodenjem žoge. Na Sliki 40 so prikazane višine CTT v značilnih točkah gibanja in povprečne vrednosti višin napadalčevega CTT v posameznih fazah izvedbe meta iz skoka po

predhodnem gibanju. V fazi zaleta in ob prihodu na odzivno mesto so imeli napadalci v situaciji z obrambo CTT nekoliko nižje, medtem ko se je v fazi zaviranja višina CTT spremenila tako, da je bila CTT najvišja v situaciji z višjo obrambo. Tovrstne razmere so se ohranile skozi vso fazo zaviranja do trenutka minimalne višine CTT_{MIN} . V fazi pospeševanja je prihajalo do večjega prirastka višine CTT v situacijah brez obrambe in z enako obrambo, kot v situaciji z višjo obrambo, tako, da so imeli napadalci v trenutku odziva najnižji CTT v situaciji z višjo obrambo. Odziv je bil v situacijah z obrambo nedvomno opravljen drugače kot pri situaciji brez obrambe, ker so v teh situacijah napadalci dosegali višje maksimalne vrednosti CTT. Napadalci so prav tako v situacijah z obrambo izvedli izmet višje kot v situaciji brez obrambe. Pri tem pa je bilo presenetljivo to, da je bil izmet izveden najvišje v situaciji z enako obrambo. Pri doskoku oziroma pri prvemu kontaktu s tlemi po metu velja poudariti, da se je v tem trenutku višina CTT najmanj razlikovala od višine CTT pri zadnjem kontaktu s tlemi pred odzivom v situaciji z višjim obrambnim igralcem in najbolj v situaciji brez obrambe. Isto velja tudi za primerjavo amortizacije zaleta in doskoka. Ob tem velja opozoriti na to, da pa je bila višina CTT pri amortizaciji zaleta nižja, kot pri amortizaciji doskoka po metu. Iz navedenega je moč zaključiti, da gre pri amortizaciji pretežno horizontalnega gibanja zaleta za večjo amortizacijo, ki je posledica pretežno horizontalnega gibanja, kot pri amortizaciji pretežno vertikalnega gibanja ob doskoku po metu.

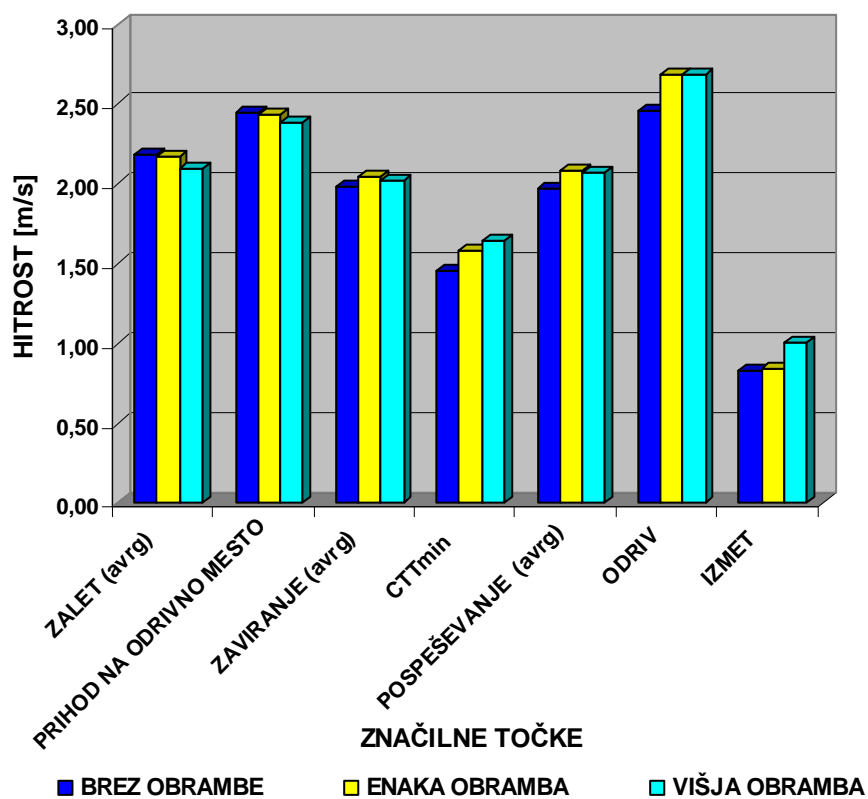
Na področju višine napadalčevega CTT so bila opazna precejšnja nihanja med posameznimi eksperimentalnimi situacijami, predvsem med situacijo brez obrambe in situacijo z višjo obrambo. Ugotovljene razmere so skladne pričakovanjem, ker so se največje razlike pojavile med ekstremnima eksperimentalnima situacijama – med situacijo brez obrambe in situacijo z višjim obrambnim igralcem.

3.3.2. Hitrost gibanja napadalca

Iz Slik 41 in 42 je razvidno, da so napadalci najhitreje prehajali v gibanje v situaciji brez obrambe in da so večjo hitrost ohranjali skozi vso fazo zaleta ter tudi po prihodu na odzivno mesto. Tovrstne ugotovitve so presenetljive, ker je bilo za pričakovati, da bo napadalec proti obrambi poskušal priti na odzivno mesto hitreje, a je bila očitno izbrana drugačna strategija gibanja, ki je ob nekoliko nižji hitrosti omogočala boljšo kontrolo tako gibanja, kot tudi dogajanja v prostoru. Na Sliki 41 je razvidno, da je bilo tudi zaviranje v situaciji brez obrambe opravljeno bolj sunkovito kakor v situacijah z obrambo, kar potrjujejo tudi povprečne vrednosti hitrosti v fazi zaviranja in v točki CTT_{MIN} na Sliki 42. Nadalje je med pospeševanjem prihajalo do popolnega preobrata, ker so napadalci v situacijah z obrambo močnejše pospeševali kot v situaciji brez obrambe. Že pri višini CTT je bilo razvidno, da so v situaciji z enako obrambo napadalci po odzivu dosegali višji višino CTT, zato ne preseneča dejstvo, da je bilo pospeševanje izvedeno najhitreje in da je bila tudi odzivna hitrost najvišja v situaciji z enako obrambo. Iz Slike 41 je razvidno tudi to, da so napadalci izvrgli žogo predčasno, med približevanjem točki CTT_{MAX} . Primerjava hitrosti posameznih eksperimentalnih situacij s povprečno vrednostjo vseh izvedb kaže, da je bila hitrost gibanja v situacijah z obrambo bližje povprečnim vrednostim kakor v situaciji brez obrambe.



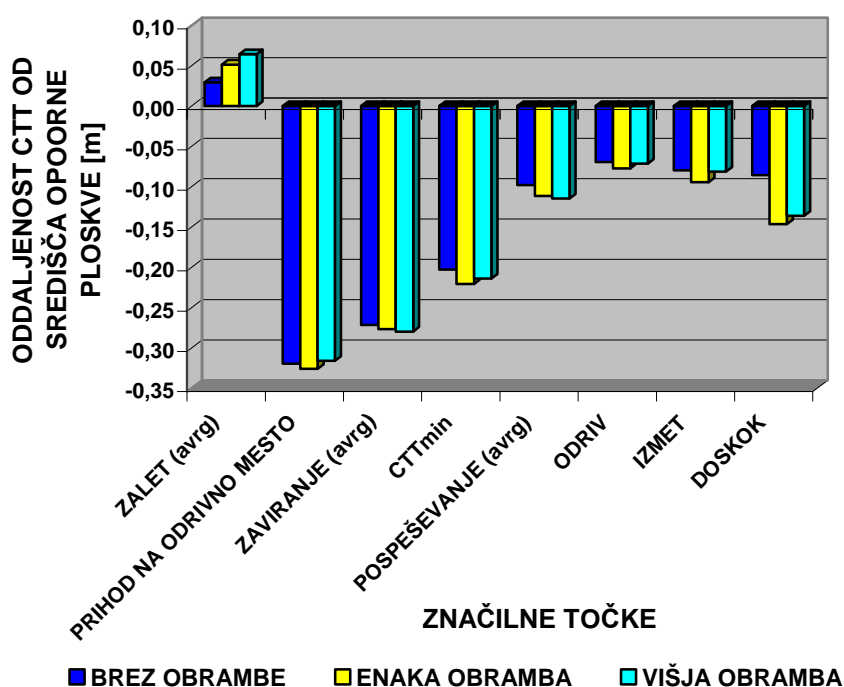
Slika 41: Spreminjanje hitrost CTT pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.



Slika 42: Hitrost napadalca pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

3.3.3. Horizontalna oddaljenost težišča od središča oporne ploskve

Na Sliki 43 izstopa različna predznačenost vrednosti oddaljenosti CTT od središča oporne ploskve pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju. Pozitivne vrednosti so značilne za primere, ko je točka CTT pred središčem oporne ploskve, medtem ko velja ravno obratno za negativne vrednosti. Iz Sliki 43 je razvidno tudi to, da v nobeni izmed značilnih točk izvedbe ni prihajalo do zelo velikih odstopanj med posameznimi eksperimentalnimi situacijami. Med izvedbo zaleta je v vseh eksperimentalnih situacijah CTT nekoliko pred središčem oporne ploskve, vendar je ta oddaljenost dokaj majhna. V tej fazi izvedbe je napadalec povprečno v najbolj stabilnem horizontalnem položaju v situaciji brez obrambe in pogojno rečeno v najmanj stabilnem položaju v situaciji z višjim obrambnim igralcem. So pa te razlike med posameznimi situacijami zelo majhne in imajo na samo stabilnost položaja in gibanja bistveno manjši vpliv od vertikalnih komponent CTT. S prihodom napadalca na odrivno mesto pa se je tudi horizontalna komponenta stabilnosti oziroma oddaljenost med središčem oporne ploskve in CTT bistveno povečala in spremenila predznak. Od tega trenutka nadalje, pa vse do doskoka, je bil CTT pomaknjen izza središča oporne ploskve. Oddaljenost je bila največja ravno pri prihodu na odrivno mesto oziroma pri prvem dotiku napadalčevih stopal s podlago po zaključku zaleta. Takšni rezultati so bili povsem pričakovani, ker je imel napadalec pri zaustavljanju na odrivnem mestu zgornji del pomaknjen najbolj nazaj čez spodnji del telesa.



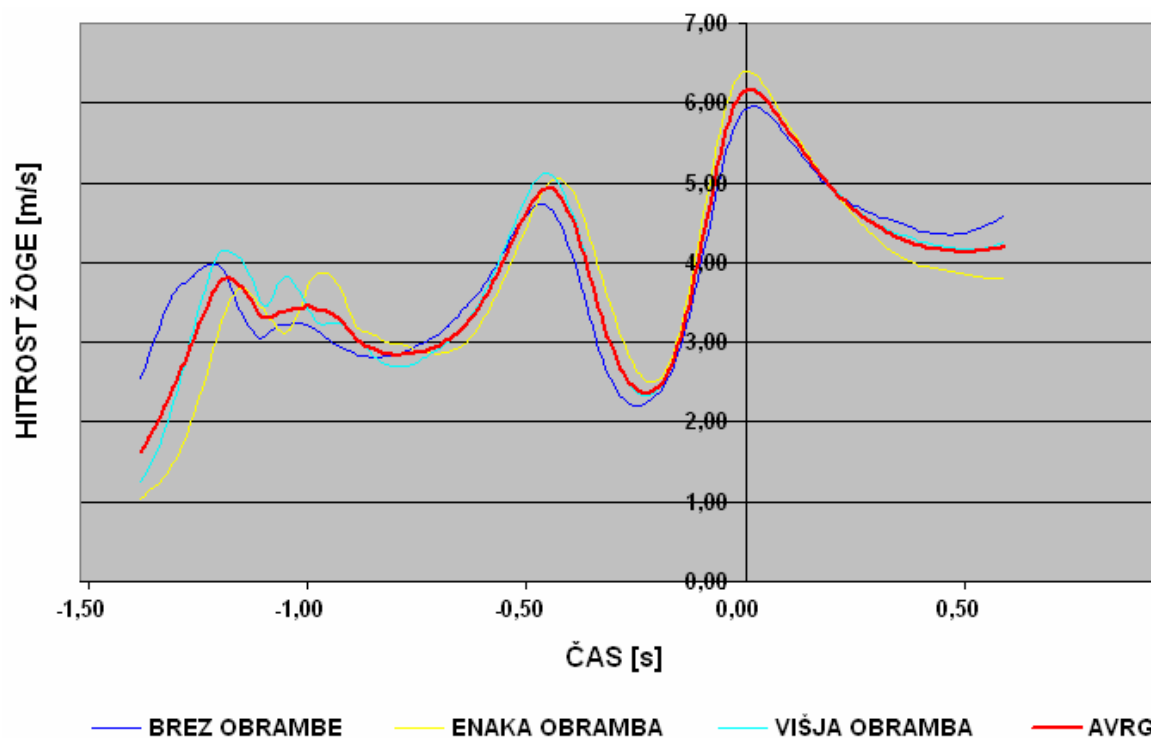
Slika 43: Horizontalna oddaljenost CTT od oporne ploskve pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

Zamaknjenost napadalčevega zgornjega glede na spodnji del telesa se je z nadaljevanjem gibanja zmanjševala in je dosegla minimalno vrednost v trenutku odriva. Po odrivu se je zamaknjenost zopet postopno povečevala vse do doskoka. Pri situacijah z obrambo so bile v fazah zaviranja in pospeševanja vrednosti tega parametra gibanja večje kot v situaciji brez obrambe. Razlike niso velike, so pa prisotne in mogoče je, da skupaj z razlikami v hitrosti napadalčevega gibanja vplivajo

na izvedbo oziroma učinkovitost odrida. V trenutku odrida so bile vrednosti tega parametra zelo podobne pri vseh treh eksperimentalnih situacijah, medtem ko je bilo pri izmetu moč zaslediti nekoliko večje vrednosti v situaciji z enako obrambo. Do nekoliko večjih razlik pa je prihajalo pri doskoku, ko so bile vrednosti pri situacijah z obrambo nekoliko večje kot v situaciji brez obrambe. Takšne razmere so bile povsem pričakovane, ker se je napadalec pri doskoku moral v situacijah z obrambo prilagajati položaju obrambnega igralca.

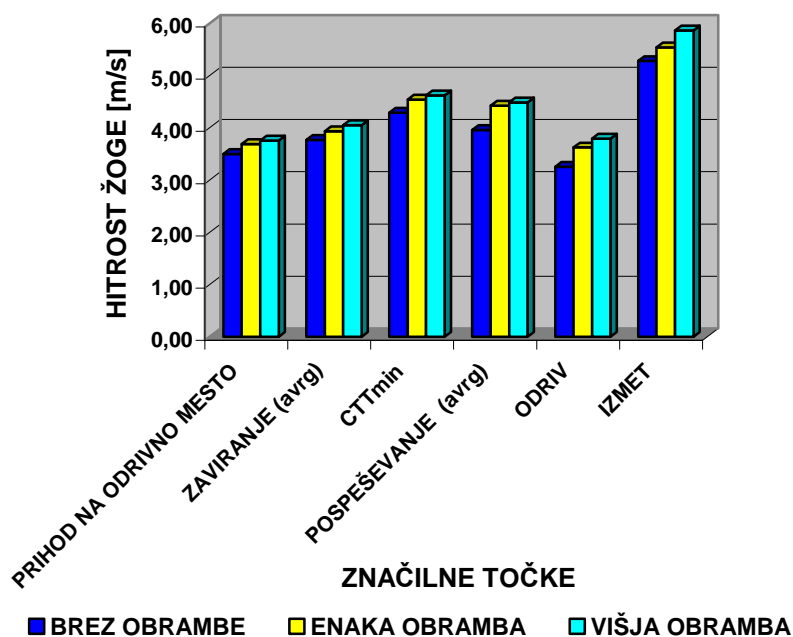
3.3.4. Hitrost gibanja žoge

Na Sliki 45 je prikazano kako se je hitrost žoge spreminjala med izvedbo meta iz skoka po predhodnem gibanju. Hitrosti žoge med zaletom ni bila posvečena posebna pozornost, ker nima značajnega vpliva na samo učinkovitost izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju. Pri prihodu na odridno mesto je bila v primerjavi z nadaljevanjem napadalne akcije hitrost žoge manjša in se je do trenutka oziroma točke CTT_{MIN} povečevala. Nadalje je do odrida sledilo zmanjševanje hitrosti žoge. Po odridu se je hitrost žoge povečevala do trenutka izmeta, ko je po izmetu tudi dosegla največjo hitrost.



Slika 44: Spreminjanje hitrosti gibanja žoge pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

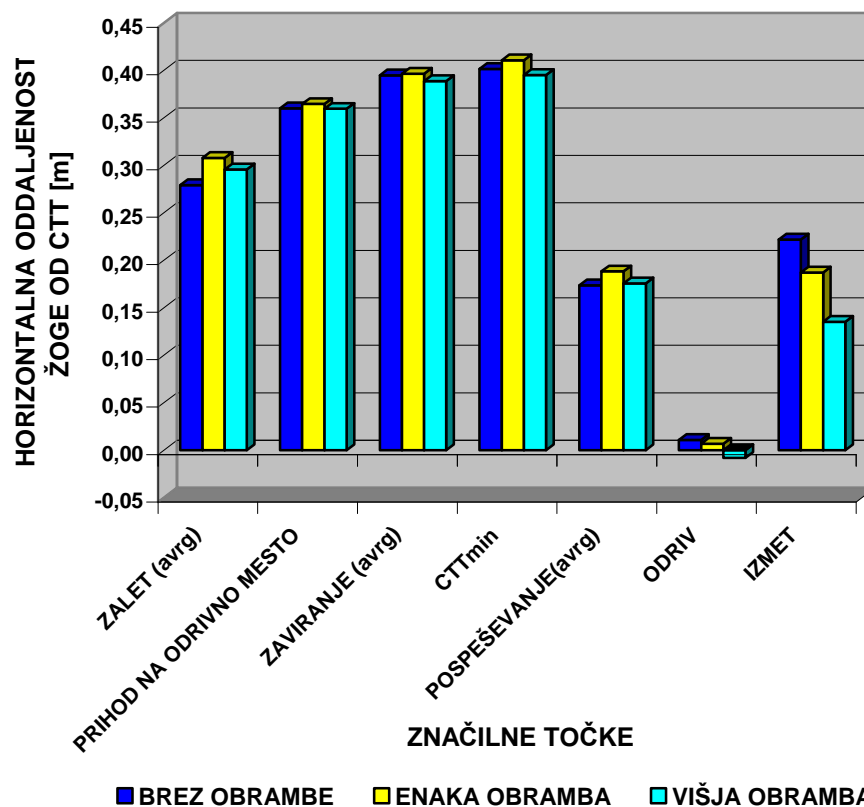
Pri hitrostih žoge je takoj opazno to, da so med posameznimi eksperimentalnimi situacijami obstajala podobna razmerja v vseh, za raziskavo relevantnih, značilnih točkah in povprečjih posameznih faz. Tako so bile hitrosti žoge vedno najvišje v situaciji z višjo obrambo in najnižje v situaciji brez obrambe. Potrebno je izpostaviti tudi obratni trend povečevanja hitrosti žoge in hitrosti napadalčevega gibanja. Kadar se je hitrost napadalčevega gibanja zmanjševala, se je hitrost gibanja žoge povečevala in obratno.



Slika 45: Hitrost gibanja žoge pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

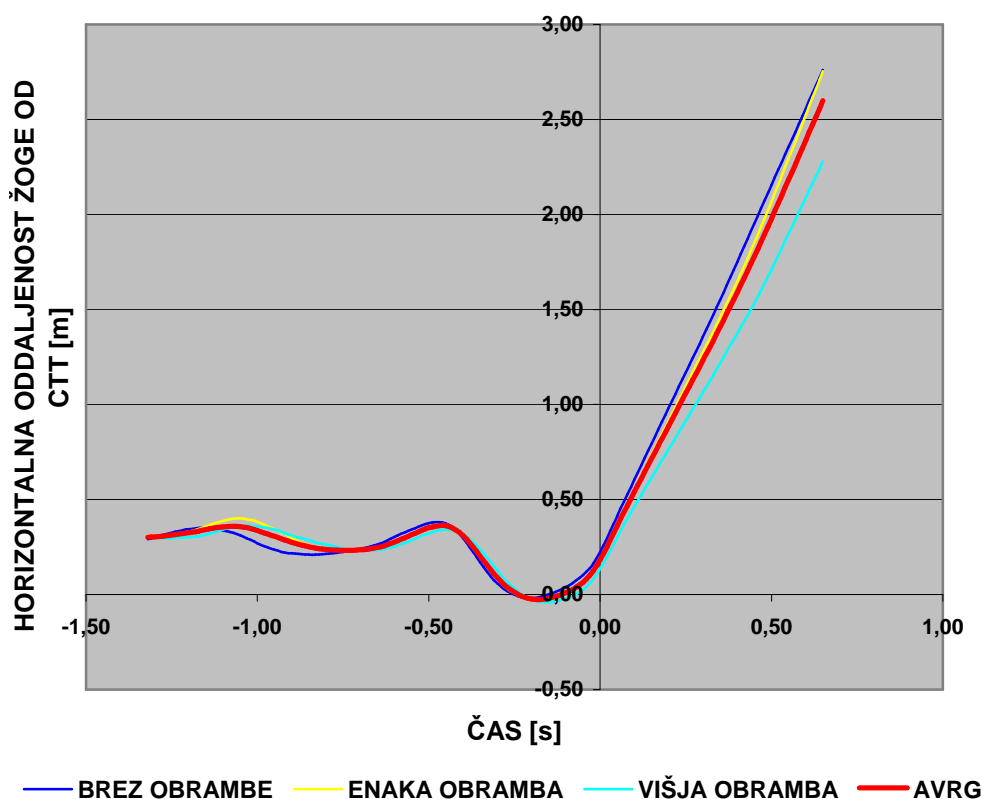
3.3.5. Oddaljenost žoge od napadalca

Pri horizontalni oddaljenosti središča žoge od CTT so med posameznimi eksperimentalnimi situacijami ostajala razmerja velikosti dokaj podobna v vseh fazah



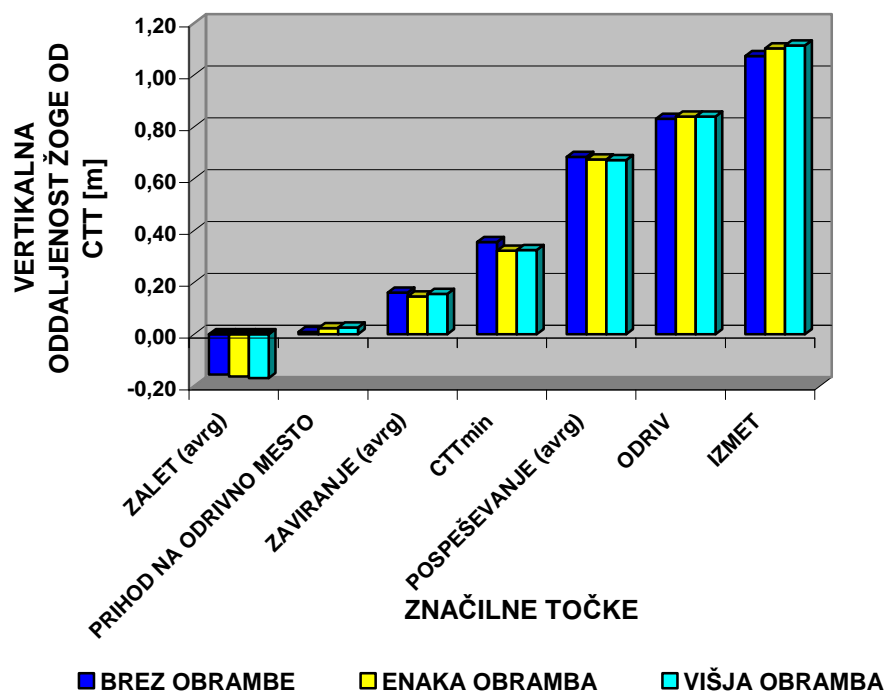
Slika 46: Horizontalna oddaljenost žoge od CTT pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju. Tako, kot se je že hitrost žoge povečevala od začetka zaleta do točke CTT_{MIN} , se je povečeval tudi njen horizontalni odmik od CTT. Za razliko od hitrosti žoge pa je bil na tem intervalu razviden največji horizontalni odmik žoge v situaciji z enako obrambo, medtem ko se je minimalni horizontalni odmik izmenično pojavljal pri situaciji brez obrambe in pri situaciji z višjo obrambo. Med pospeševanjem je v vseh eksperimentalnih situacijah nadalje prihajalo do več kot dvakratnega zmanjšanja velikosti tega parametra. Horizontalni komponenti položaja CTT in središče žoge sta v trenutku odriva skorajda sovpadali, pri situaciji z višjo obrambo pa se je horizontalni položaj središča žoga nahajal celo izza CTT. V vseh eksperimentalnih situacijah se je z nadaljevanjem priprave meta horizontalni razmik teh dveh točk ponovno povečeval tako, da je bil v trenutku izmeta največji v situaciji brez obrambe in pričakovano najmanjši v situaciji z višjo obrambo. Na Sliki 47 je zelo nazorno razvidno, da je šlo pri vseh eksperimentalnih situacijah za enak trend spreminjanja odmika žoge od CTT in da so bile do trenutka izmeta vse eksperimentalne situacije zelo blizu povprečnim vrednostim.



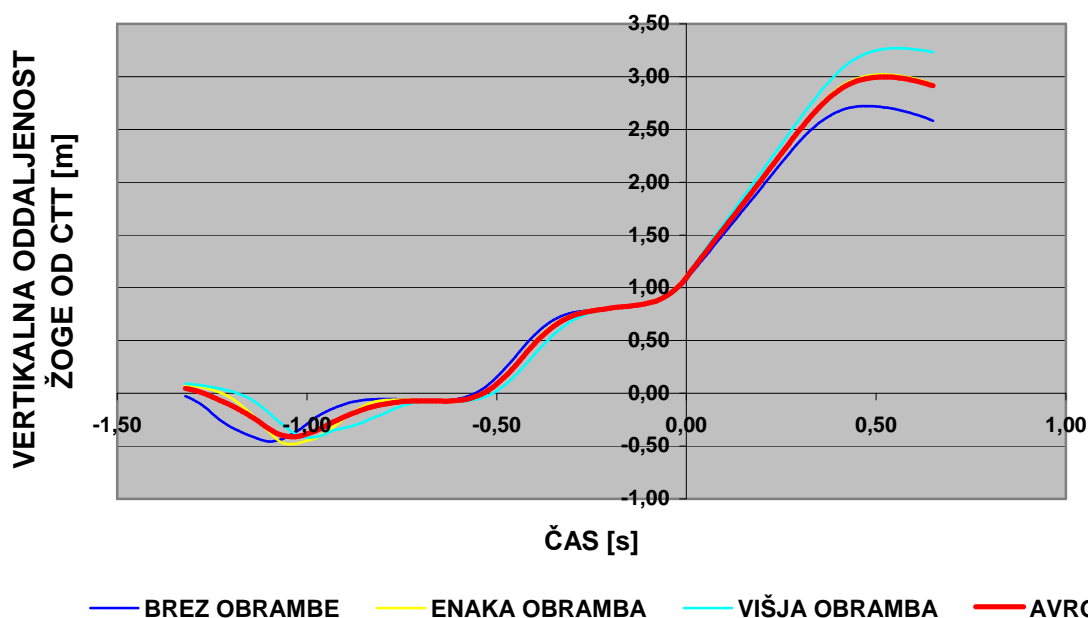
Slika 47: Spreminjanje horizontalne oddaljenosti žoge od CTT pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

Zato, da napadalec ne bi kršil košarkarskih pravil, je moral med gibanjem v fazi zaleta odbiti žogo od tal. Zaradi odboja žoge od tal je bilo za pričakovati, da bo v tej fazi žoga na vertikalno nižji povprečni višini kakor CTT. Na prvi pogled je bilo presenetljivo to, da je bila višina CTT v fazi zaleta najnižja v situaciji z višjim obrambnim igralcem in da je bil obenem tukaj tudi najmanjši odmik središča žoge od CTT. Po podrobnejšem razmisleku in pregledu Slike 49 pa lahko ugotovimo, da so napadalci izvajali odboj v situaciji z višjo obrambo nekoliko bolj pred seboj, tako, da je bila v tej eksperimentalni situaciji žoga najdalj časa izrazito pod višino CTT.



Slika 48: Vertikalna oddaljenost žoge od CTT pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

V trenutku prihoda na odzivno mesto sta bili višini CTT in središča žoge v vseh treh eksperimentalnih situacijah vertikalno skoraj povsem poravnani. Od prihoda na odzivno mesto pa vse do izmeta žoge pa se je odklik žoge od CTT ves čas povečeval in nato v trenutku izmeta dosegel maksimalno vrednost.



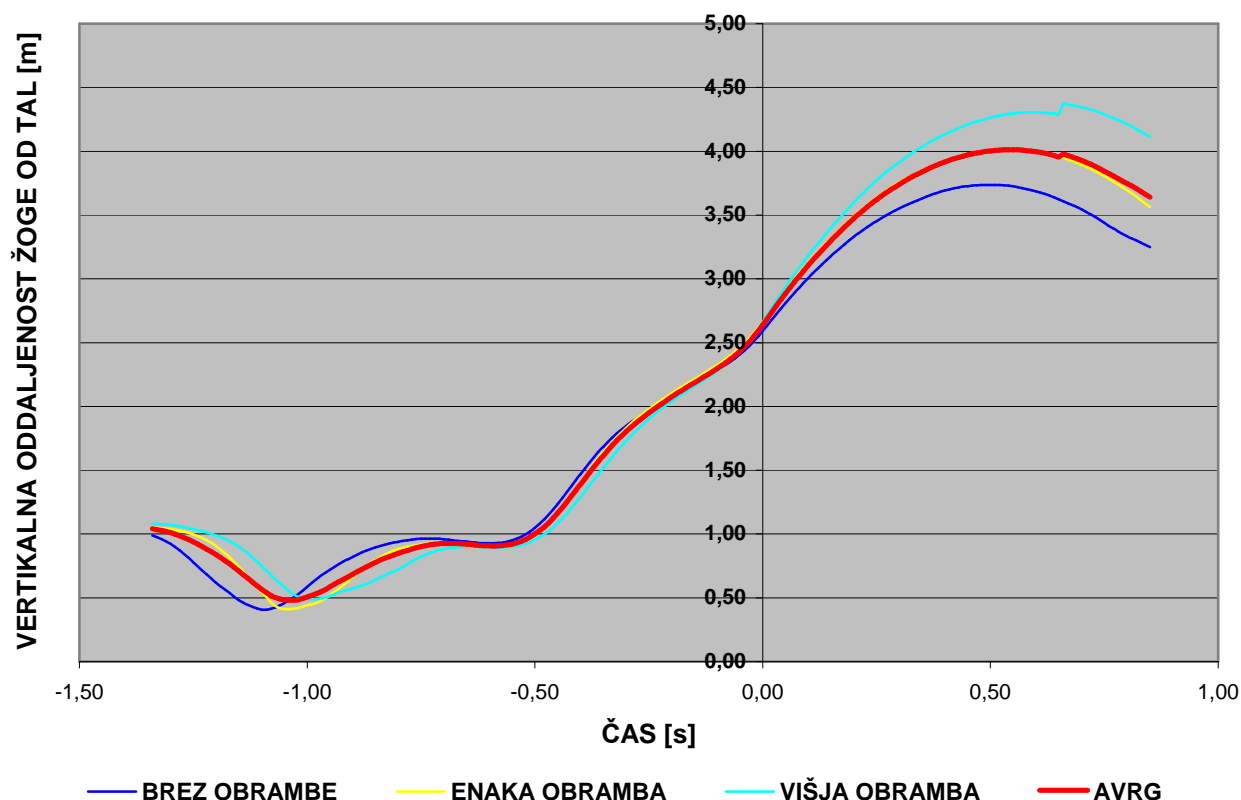
Slika 49: Spreminjanje vertikalne oddaljenosti žoge od CTT pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

Od prihoda na odzivno mesto do izvedbe odriva so bile vrednosti tega parametra pri vseh treh eksperimentalnih situacijah zelo podobne, medtem ko je bilo po odrivu do izmeta moč zaslediti nekoliko višji vertikalni odklik žoge od CTT pri situacijah z

obrambo in pa pričakovano najvišjega ravno v situaciji z višjo obrambo. Pri primerjavi posamezne eksperimentalne situacije s povprečnimi vrednostmi se povprečju pričakovano najbolj približa situacija z enako obrambo, vendar pa tudi vrednosti preostalih dveh eksperimentalnih situaciji bistveno ne odstopajo od povprečja.

3.3.6. Vertikalna oddaljenost žoge od tal

Parameter vertikalne oddaljenosti žoge od tal je bil uporabljen kot neke vrste kontrolni in primerjalni parameter za parameter vertikalne oddaljenosti žoge od CTT. Razmere pri obeh parametrih vertikalne oddaljenosti žoge so zelo podobne, razlikujeta pa se v tem, da je pri vertikalni oddaljenosti žoge od tal podlaga v funkciji konstantne referenčne točke. Primerjava kontur grafov na Slikah 49 in 50 navedeno zelo nazorno potrjuje. Razlike povprečnih vrednosti posameznih eksperimentalnih situacij so iz Slike 50 jasno razvidne že pri odboju žoge. Pri odboju žoge velja poudariti to, da so povprečne vrednosti vertikalne oddaljenosti žoge od tal v trenutku odboja žoge pri posameznih eksperimentalnih situacijah večje od polmera košarkarske žoge, kar je posledica časovne sinhronizacije posameznih ponovitev eksperimentalnih situacij na trenutek izmeta. Povsem jasno je, da odboj žoge od tal pri posameznih ponovitvah eksperimentalnih situacij ni bil izveden v enaki časovni oddaljenosti od trenutka izmeta, zato se pri povprečnih vrednostih razmik središča žoge nekoliko razlikuje od polmera košarkarske žoge.



Slika 50: Spreminjanje višine žoge pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

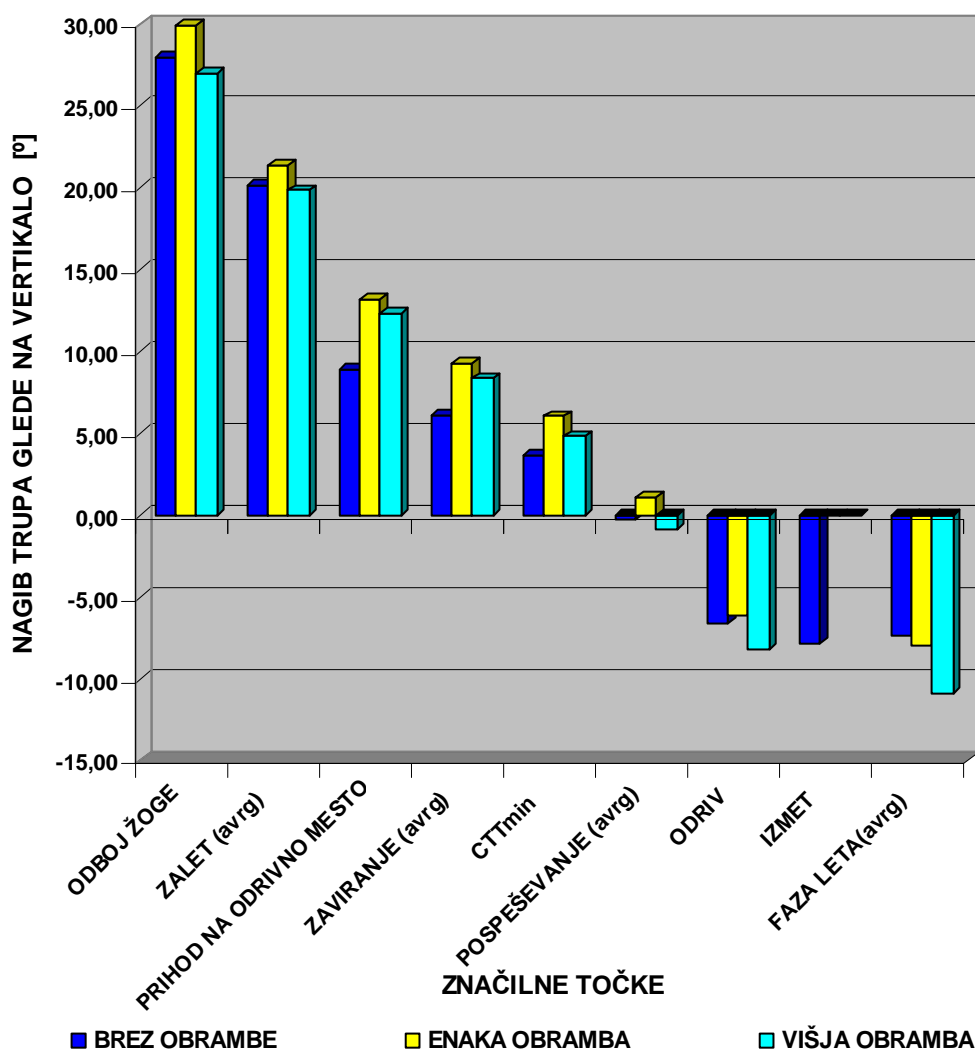
Za pričakovati je bilo tako to, da je bilo povprečje vseh posameznih eksperimentalnih situacij najbližje izvedbi v situaciji z enako obrambo, kot tudi to, da so napadalci pri pripravi meta ohranjali žogo v situacijah z obrambo nekoliko nižje kakor v situaciji

brez obrambe. Povsem v skladu s pričakovanji je bil tudi nekoliko višji položaj izmeta v situacijah z obrambo in pa tudi to, da je bila žoga v teh situacijah izvržena v drugačno, nekoliko višjo parabolo leta.

3.3.7. Koti v sklepih

3.3.7.1. Nagib trupa

Napadalci so imeli v trenutku odboja žoge trup najbolj predklonjen v situaciji z enako obrambo, sledili sta ji situacija brez obrambe in situacija z višjo obrambo. Takšna razmerja so se ohranjala skozi celotno fazo zaleta, nakar je pri prihodu na odzivno mesto prihajalo do sprememb. V situaciji brez žoge je prihajalo do najbolj izrazite izravnave trupa, medtem ko je bila v situacijah z obrambo izravnava trupa nekoliko manjša.



Slika 51: Nagib trupa pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

Takšna razmerja so se ohranila skozi celotno fazo zaviranja, nato pa je že v fazi pospeševanja prihajalo v situaciji z višjim obrambnim igralcem do zaklanjanja trupa.

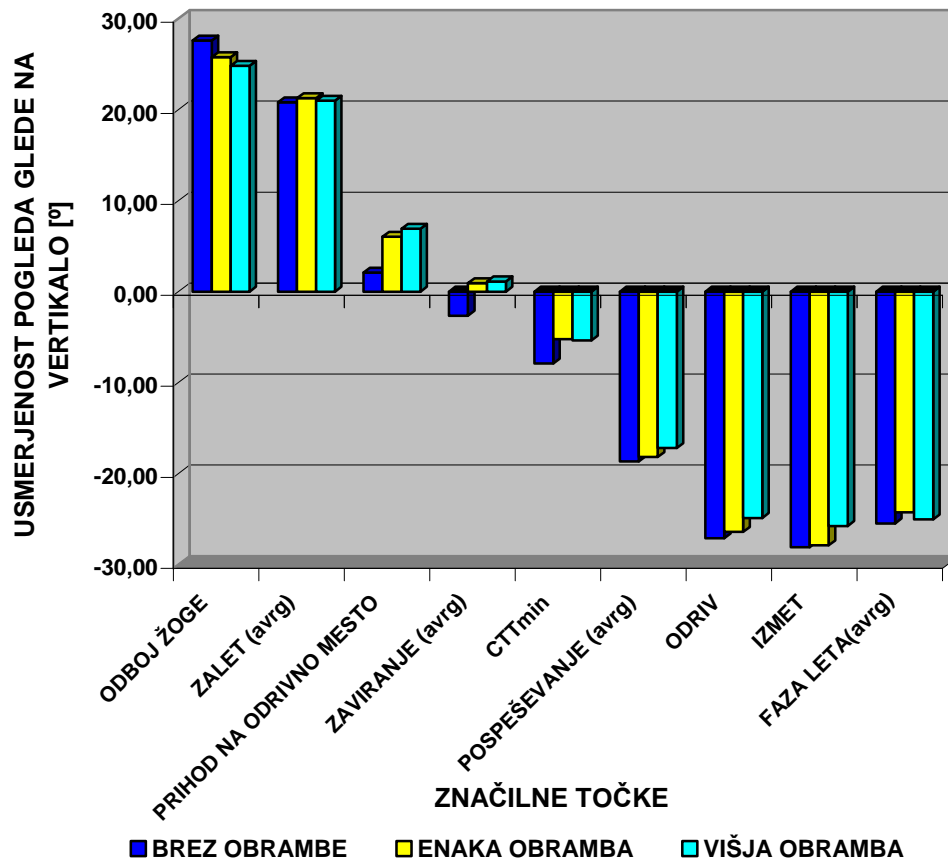
V fazi pospeševanja je bila prisotna izrazita razlika nagiba trupa med situacijama z obrambo, kjer so imeli napadalci v situaciji z enako obrambo trup še vedno predklonjen, medtem ko so imeli napadalci v situaciji brez obrambe trup skoraj popolnoma vertikalno izravnani. Pri odzivu so imeli napadalci v vseh eksperimentalnih situacijah zaklonjen trup in sicer najbolj v situaciji z višjo obrambo in najmanj v situaciji z enako obrambo. V trenutku izmeta pa so imeli napadalci v situacijah z obrambo skorajda povsem poravnani trup, medtem ko so napadalci presenetljivo v situaciji brez obrambe trup od odziva do izmeta še dodatno zaklanjali.

Povprečno so imeli napadalci med letom najbolj zaklonjen trup v situaciji z višjo obrambo in najmanj v situaciji brez obrambe. Na osnovi vrednosti zaklona trupa pri odzivu, izmetu in povprečja v fazi leta, je mogoče zaključiti, da prihaja v fazi leta do izrazitejšega gibanja trupa v situacijah z obrambo kot v situaciji brez obrambe.

Ob upoštevanju položajev žoge glede na CTT je bilo za pričakovati, da bodo napadalci zaradi boljše zaščite žoge v pripravljanih fazah meta iz skoka po predhodnem gibanju, trup bolj predklanjali v situacijah z obrambo, kot v situaciji brez obrambe. Takšna pričakovanja se na začetku napadalčevega gibanja niso izkazala kot popolnoma pravilna, so se pa potrdila od prihoda na odzivno mesto in v nadaljnjem gibanju. Skladno s pričakovanji so bile ugotovljene tudi razmere pri prehodu iz predklona v zaklon in ob izmetu, kjer je, iz skoraj vertikalno poravnane trupa v situacijah z obrambo, razvidna želja napadalcev po čim višjem položaju žoge pri izmetu.

3.3.7.2. Usmerjenost pogleda (nagib glave)

Napadalci so imeli v trenutku odboja žoge najbolj predklonjeno glavo in posledično pogled usmerjen najbolj v tla v situaciji brez obrambe, najmanjši predklon glave pa so imeli v situaciji z višjo obrambo. Nekoliko višje usmerjen pogled v situacijah z obrambo je bil posledica prisotnosti obrambnega igralca in tako bolj spremenljivih razmer v prostoru, na kar je moral biti napadalec še posebej pozoren. V vseh treh eksperimentalnih situacijah so bile povprečne vrednosti predklona glave v fazi zaleta dokaj podobne, medtem ko je prihajalo pri prihodu na odzivno mesto do povsem nepričakovanih situacij. V situaciji brez obrambe so imeli napadalci glavo najmanj predklonjeno, medtem ko so imeli napadalci v situacijah z obrambo, navkljub prisotnosti obrambnega igralca, glavo dosti bolj predklonjeno. V fazi zaviranja so bile pri napadalcih v situacijah z obrambo povprečne vrednosti nagiba glave še vedno v področju predklona, medtem ko so imeli v situaciji brez obrambe napadalci glavo že rahlo zaklonjeno in tako pogled usmerjen višje in bolj naprej. Od točke CTT_{MIN} pa do izmeta žoge se je zaklon glave povečeval in posledično je bil pogled usmerjen višje in bolj naprej. Povsem presenetljivo je bilo to, da so imeli napadalci pogled najvišje usmerjen ravno v situaciji brez obrambe in najnižje v situaciji z višjim obrambnim igralcem. Povsem pričakovano pa so imeli napadalci najvišje in najbolj naprej usmerjen pogled v trenutku izmeta, čeprav ni bilo bistvenih razlik z vrednostmi pri odzivu. Do bistvenih razlik pa ni prihajalo niti med povprečnimi vrednostmi nagiba glave v fazi leta in med vrednostmi pri odzivu in pri izmetu. Na osnovi navedenega je moč zaključiti, da je bil pogled skozi celotno fazo leta usmerjen skorajda enako visoko in naprej, kar je zagotavljalo dobro osredotočenost pogleda proti košu.

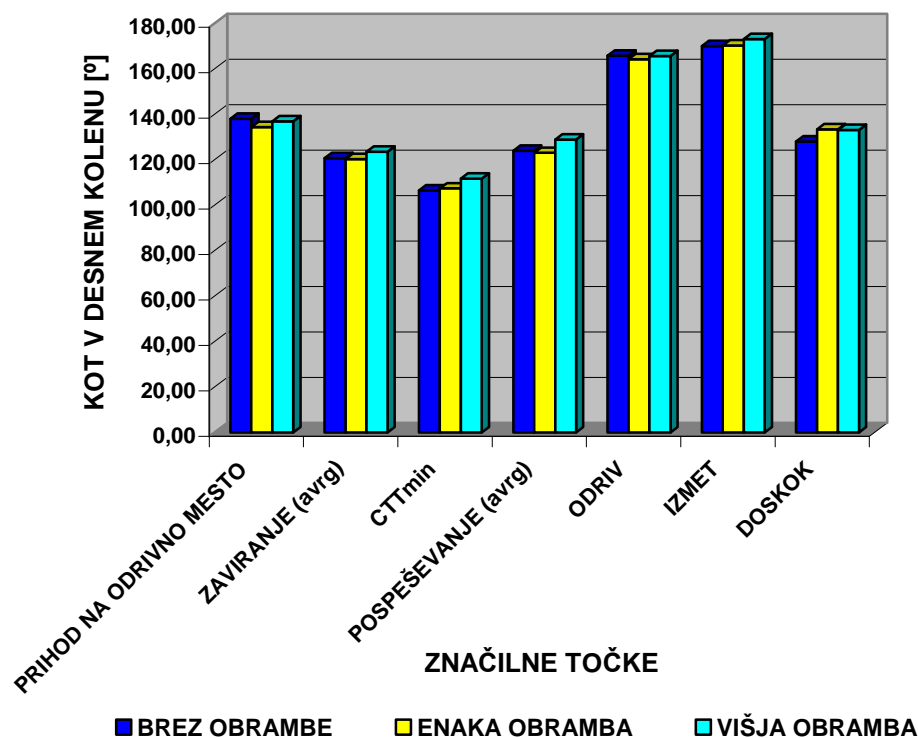


Slika 52: Usmerjenost pogleda pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

3.3.7.3. Kot v desnem kolenu

Kot je razvidno iz Slike 53 so imeli napadalci v situaciji z višjo obrambo nekoliko bolj izravnano desno koleno, kakor v preostalih dveh eksperimentalnih situacijah. Razlike med eksperimentalnimi situacijami pri kotu desnega kolena so bile ob prihodu na odzivno mesto majhne, kot pa se je v fazi zaviranja nadalje zmanjševal. Tako povprečne vrednosti kota v desnem kolenu v fazi zaviranja, kot tudi vrednosti v točki CTT_{MIN} , so bile skorajda povsem enake v situacijah brez obrambe in z enako obrambo, medtem ko so imeli napadalci v situaciji z višjo obrambo desno koleno nekoliko bolj izravnano. Od začetka in nato skozi celotno fazo pospeševanja so napadalci desno koleno iztegovali. Pri odzivu je pričakovano prihajalo do izrazitega iztegovanja kolena, na ravni faze pospeševanja pa so se ohranjala razmerja med vrednostmi posameznih eksperimentalnih situacij. Do trenutka izmeta je v letu prihajalo do nadaljnjega iztegovanja desnega kolena, nato pa je bila pri doskoku izvršena amortizacija tako, da je prihajalo do zmanjševanja kota v kolenu približno na raven povprečnih vrednosti pri pospeševanju. Amortizacija doskoka je bila nekoliko bolj izrazita v situaciji brez obrambe, medtem ko je bila amortizacija v situacijah z obrambo nekoliko manjša. Primerjava amortizaciji doskoka, po pretežno horizontalnem gibanju v točki CTT_{MIN} in po pretežno vertikalnem skoku ob doskoku je pokazala višjo stopnjo amortizacije oziroma manjši kot v desnem kolenu v točki CTT_{MIN} . Iz primerjave posameznih eksperimentalnih situacij pa je razvidno to, da so

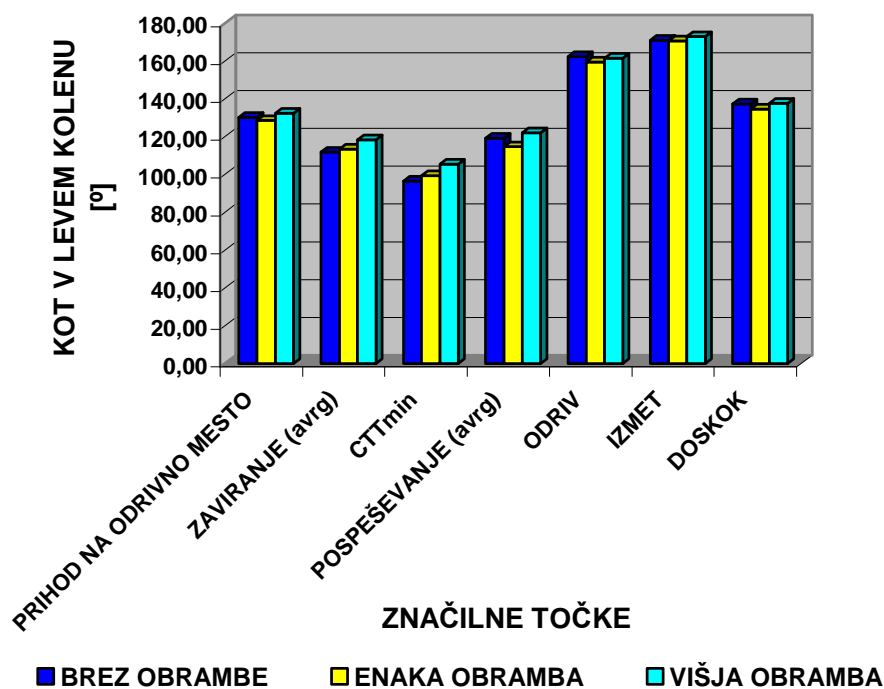
vrednosti v točki CTT_{MIN} v situaciji z enako obrambo bližje vrednostim situacije brez obrambe, medtem ko so pri doskoku bližje vrednostim z višjo obrambo.



Slika 53: Koti v desnem kolenu pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

3.3.7.4. Kot v levem kolenu

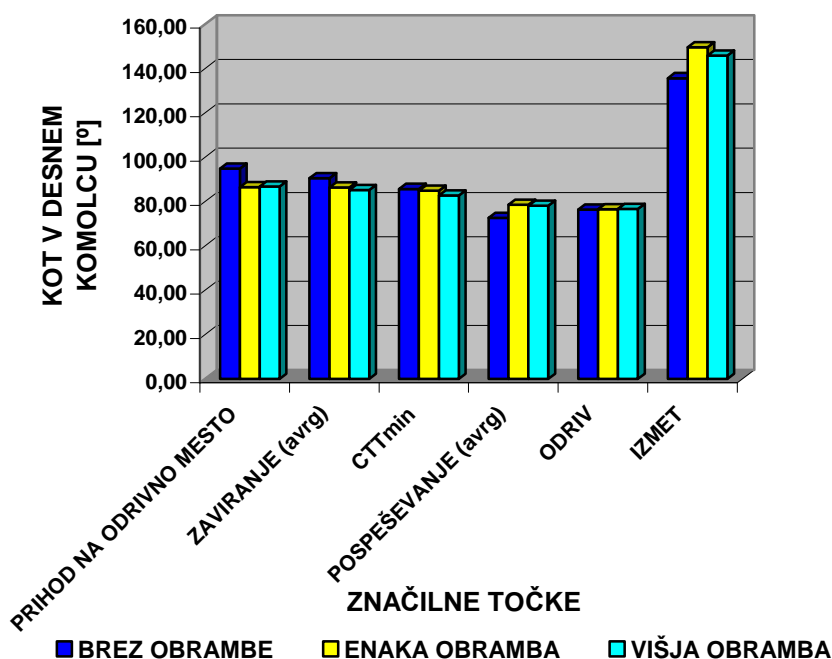
Pri kotu in pri spreminjanju kota v levem kolenu presenetljivo med eksperimentalnimi situacijami ni bilo zaznati enakega trenda razmerij velikosti kot pri desnem kolenu. Tako kot že pri desnem kolenu so bile v vseh opazovanih točkah največje vrednosti kota v levem kolenu ugotovljene v situaciji z višjo obrambo. Za razliko od kota v desnem kolenu pa je bilo pri primerjavi vrednosti kota v levem kolenu med situacijo brez obrambe in med situacijo z enako obrambo zaznati veliko večja nihanja. Primerjava vrednosti pri posameznih značilnih točkah pa je pričakovano pokazala dokaj primerljive vrednosti levega in desnega kolena. Podobno je mogoče ugotoviti tudi pri primerjavi trenda spreminjanja vrednosti skozi potek izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju. V točki CTT_{MIN} in pri povprečnih vrednostih v fazi pospeševanja so bile pri kotu v levem kolenu ugotovljene, za razliko od desnega kolena, manjše vrednosti kotov in večje razlike med posameznimi eksperimentalnimi situacijami. V vseh eksperimentalnih situacijah je bil odziv pričakovano izveden sonožn tako, da so bile pričakovano tudi vrednosti in razmerja vrednosti v obeh kolenih skorajda povsem enake. Za razliko od desnega kolena so bile pri doskoku vrednosti kotov v levem kolenu domala povsem enake v situacijah brez obrambe in z višjo obrambo, medtem ko so bile v situaciji z enako obrambo vrednosti nekoliko nižje. Pri doskoku je bilo zanimivo to, da so imeli napadalci ob doskoku nekoliko bolj izravnano levo koleno.



Slika 54: Kot v levem kolenu pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

3.3.7.5. Kot v desnem komolcu

Pri komolcu izmetne roke, oziroma pri kotu v desnem komolcu, so iz Slike 55 razvidne zelo podobne vrednosti v situacijah z obrambo, medtem ko se vrednosti v situaciji brez obrambe nekoliko bolj razlikujejo.

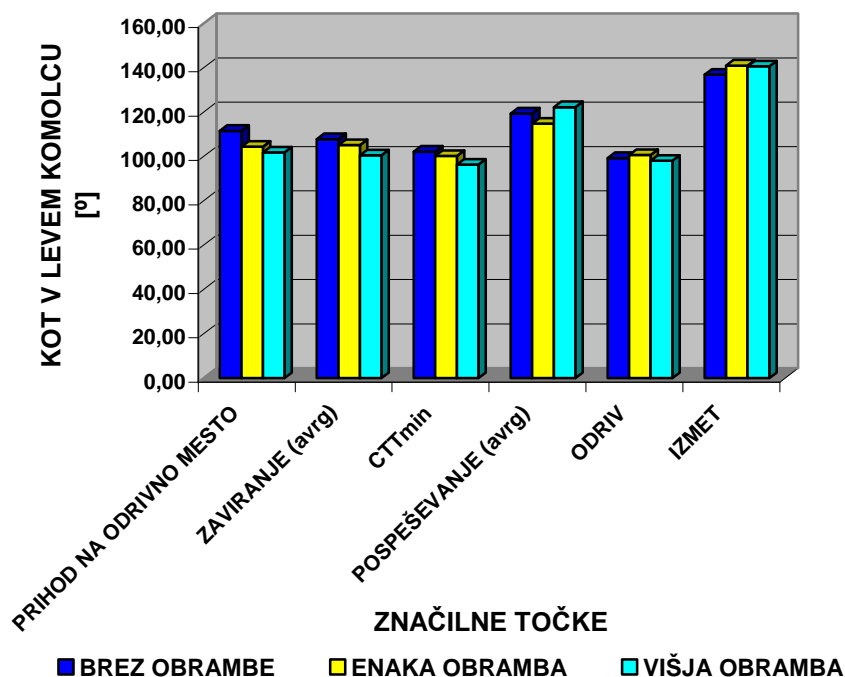


Slika 55: Kot v desnem komolcu pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

V fazi zaviranja so imeli napadalci v situacijah z obrambo desni komolec manj skrčen kot v situaciji brez obrambe. Izrazitejše krčenje komolca je bilo nato zaznati v prvem delu faze pospeševanja. Pri odrivu so imeli napadalci v vseh treh eksperimentalnih situacijah skorajda povsem enako skrčen desni komolec, ki so ga nato do trenutka izmeta iztegovali. Ob izmetu je bilo za pričakovati, da bodo vrednosti posameznih eksperimentalnih situacij zelo blizu druga drugi, vendar temu ni bilo povsem tako. Na Sliki 55 je razvidno, da so v situacijah z obrambo napadalci bolj iztegovali komolec izmetne roke in da je bil komolec najbolj iztegnjen v situaciji z enako obrambo.

3.3.7.6. Kot v levem komolcu

V fazi zaustavljanja so bile razmere v levem komolcu zelo podobne razmeram v desnem komolcu. Napadalci so imeli v tej fazi levi komolec najbolj iztegnjen v situaciji brez obrambe in najmanj v situaciji z višjo obrambo. Takšne razmere v levem komolcu v fazi zaviranja, ob hkratnem upoštevanju razmer v desnem komolcu, potrjujejo pričakovanja, da napadalci v situaciji z obrambo skušajo ohranjati žogo čim bližje k sebi. Tako kot že pri desnem komolcu, je tudi v levem komolcu med pospeševanjem prihajalo do nadaljnega iztegovanja, ki pa je bilo na levi strani veliko izrazitejše. Do največjega iztegovanja levega komolca je prihajalo v situaciji z višjo obrambo, do za spoznanje nižjega v situaciji z enako obrambo in do najmanjšega v situaciji z enako obrambo. V nadaljevanju pospeševanja je prihajalo do ponovnega krčenja levega komolca, ki je bilo v vseh eksperimentalnih situacijah izvedeno do podobnega kota v levem komolcu ($\approx 98\text{--}100^\circ$). Odrivu je sledilo ponovno iztegovanje levega komolca do trenutka izmeta, ko je bil v situacijah z obrambo kot v levem komolcu $\approx 141^\circ$, medtem ko je bil v situaciji brez obrambe kot nekoliko nižji in je znašal $\approx 137^\circ$.



Slika 56: Kot v levem komolcu pri metu iz skoka po predhodnem gibanju.

4.0. SKLEP

V današnjem času je za odgovorno in strokovno delo v športu potrebno združiti teoretično in praktično področje z raziskovalnimi izsledki v aplikativno celoto, s katero naj bi nato trener oziroma strokovnjak s svojega 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 predvsem za taktično pripravo in v statistične namene, zelo poredko pa za analizo gibanja.

Sodobna košarka in košarkarska pravila stremijo k atraktivnosti z vedno hitrejšo igro in posledično k večjemu številu napadov in metov na košarkarski tekmi, kar bi se moralo odražati tudi v višjih končnih rezultatih na tekmah. Pa temu ni tako. Razlogi za takšno stanje so zagotovo večplastni, zagotovo pa k temu pripomorejo vedno agresivnejše obrambe z veliko kontakti, ki silijo napadalca v to, da mora za doseg koša vložiti vedno večji napor, meti morajo biti izvršeni iz vedno večjih oddaljenosti, pripravljalna gibanja pred metom pa vedno bolj dinamična in hitrejša ter odrivi višji. Slika je popolna, če k temu dodamo še pogostokrat slabo izdelano tehniko meta in posledično nizko stopnjo preciznosti, 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 doseg 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. Opravljena raziskava je v hipotezah $H_01 - H_06$ obravnavala ravno gibanje napadalca pri izvedbi meta iz skoka po predhodnem gibanju v različnih igralnih situacijah.

Osnoven motiv pri izbiri eksperimentalne situacije je bila njena podobnost z napadalno akcijo na košarkarski tekmi, kjer je met na koš, v odvisnosti od uspešnosti napada, izveden povsem neovirano ali iz ugodne situacije. V eksperimentalni situaciji se je napadalec s pravočasno začetim frontalnim gibanjem v globino izognil fiktivnemu lateralno približujočemu se obrambnemu igralcu, v višini črte prostega meta pa se je zaustavil v met zato, da se je izognil posredovanju obrambnega igralca, ki se mu je približeval frontalno od spredaj.

Osnovna cilja raziskave sta bila biomehansko analiziranje in ugotavljanje razlik pri metu iz skoka po predhodnem gibanju v treh različnih situacijah. Izvedeni sta bili tudi analizi uspešnosti zadevanja in uspešnosti izvedbe blokade meta v okviru uradnih košarkarskih pravil. Tako je bila v raziskavi uspešnost zadevanja analizirana v okviru hipoteze H_07 , medtem ko je večplastno uspešnost izvedbe blokade obravnavala hipoteza H_08 .

Met iz skoka po predhodnem gibanju je bil razdeljena na pet tipičnih faz, ki so bile poimenovane kot faze zaleta, zaviranja, pospeševanja, let in doskok. Na osnovi raziskovalnih ciljev in delitve na faze je bilo pred začetkom izvedbenega dela raziskave postavljenih osem ničelnih hipotez, ki so trdile, da med posameznimi eksperimentalnimi situacijami ni razlik z vidika časov, hitrosti, položajev in sledi gibanja ter kotov v sklepih.

V raziskavi je sodelovalo 5 košarkarjev mladinskega moštva KD Postojna. Štirje so bili izbrani iz razpoložljivega nabora branilcev tako, da so si bili čim bolj podobni po telesni višini in igralni izkušeni. Peti košarkar pa je bil izbran z upoštevanjem višje telesne višine in uspešnosti pri blokiranju meta.

V raziskavi je bilo izvedeno 2D analiziranje gibanja zato je bilo snemanje eksperimentalnih situacij opravljeno z dvema DV mini kamerama. Na odločitev za 2D biomehansko analizo so vplivali napotki avtorjev, ki so že izvedli podobne raziskave in pa dejstvo, da je met iz skoka izveden pretežno v sagitalni ravnini. Kot bo razvidno v nadaljevanju pa se je tudi tretja dimenzija (globina) izkazala kot zelo pomembna, zato bi se sam pri ponovitvi tovrstnih analiz vsekakor odločil za 3D analizo gibanja. Pred snemanjem je bil prostor za izvedbo eksperimentalnih nalog v večnamenski športni dvorani dodatno opremljen z dodatnimi talnimi oznakami. Z dvema stojaloma za skok v višino pa je bila izvedena umeritev prostora za kalibracijska video posnetka.

Zaradi boljše vidljivosti pri nadaljnji obdelavi video posnetkov je bilo pred snemanjem izvedeno markiranje relevantnih telesnih sklepov z lepilnimi trakovi različnih barv. Pri tem so se izkazali za posebej težavne uho in teme napadalca ter središče žoge, ker nimajo jasno izražene središčne točke. Načrtovano markiranje se v nadaljevanju raziskave ni izkazalo kot najboljšo, ker so se težave pojavile zaradi različne oprijetosti oblačil in obarvanosti obutve in oblačil. Nadaljnjo obdelavo posnetega materiala, so poleg težav zaradi markiranja, dodatno otežili odsevi, ki so bili posledica sonca uprtega proti JVC kameri. Zaradi obilice težav, vloženega npora in porabljenega časa pri nadaljnji obdelavi video materiala, bi bilo smotno pri ponovitvi tovrstne raziskave povsem drugače pristopiti k temu delu eksperimenta. Vsi udeleženci v raziskavi bi morali biti v isto barvnih in povsem oprijetih elastičnih oblačilih, nepokrite telesne predele pa bi obarval z neškodljivo in enostavno odstranljivo barvo ali z ženskim ličilom, medtem ko bi v ušesa namestil barvne protihrupne čepke največje možne velikosti, pri markiranju temena pa bi uporabil elastično tiaro.

Eksperimentalne naloge so napadalci izvajali v treh situacijah – brez obrambnega igralca, proti enako visokemu in proti višjemu obrambnem igralcu. V vsaki situaciji je bil branilec po štiri krat v vlogi napadalca tako, da je vsak izvedel po dvanajst metov. Skupaj je bilo tako posnetih in analiziranih 48 metov pri katerih je bil vsak branilec po štiri krat tudi v vlogi obrambnega igralca, medtem ko je bil višji igralec šestnajst krat v vlogi obrambnega igralca.

Iz video kamer je bil posnet material prenesen v računalnik, kjer je bila najprej opravljena sinhronizacija posnetkov obeh kamer. Sledila je digitalizacija video posnetkov z označevanjem izhodiščne točke, štirinajstih točk pri napadalcu, sedmih točk pri obrambnem igralcu in središča žoge. Označevanje točk se je izkazalo kot zelo zamudno in koncentracijsko zahtevno delo, zato bi za ponovno izvedbo tovrstne raziskave najprej pristopil k detajlnjšemu pregledu na tržišču razpoložljivih računalniških programov in strojne opreme, ki jo je na področju biomehanskih analiz vedno več na razpolago. V okviru finančnih zmožnosti bi nato poizkušal uporabiti čim bolj avtomatiziran postopek, nikakor pa tako obširne raziskave ne bi izvajal samostojno, ampak bi skušal k sodelovanju pritegniti širši raziskovalni team.

Digitalizaciji je sledil preračun računalniškega zapisa iz pik v dolžinske mere. Pri tem je prišlo do nadaljnjih zapletov, ker košarkarji in žoga niso dvo dimenzionalni objekti in ker se tudi gibali niso povsem po srednjici med kamerama. V odvisnosti od tega, koliko je bila opazovana točka oddaljena od srednjice, jo je bližja kamera zaznala kot večjo, medtem ko jo je bolj oddaljena kamera zaznala kot manjšo. Korekcija odmaknjenosti točke od srednjice je bila opravljena z uporabo algoritma, ki je odmaknjenost od srednjice upošteval pri merilu za preračun v dolžinske mere pri vsakem posameznem kadru video posnetka. Preračunu v dolžinski merski sistem je sledil preračun na novo koordinatno izhodišče, združevanje in kontrola skladnosti podatkov obeh kamer. Kontrola skladnosti je bila izvršena na osnovi točk, ki sta jih ves čas pokrivali obe kameri (teme in središče žoge). Ugotovljeno je bila 1,89% neskladnost podatkov obeh kamer, ki je bila posledica digitalizacije oziroma ne povsem jasno definirane središča točk in pa nesimetričnosti leve in desne strani človeka (glava) ter preračuna iz računalniških v dolžinske mere. V nadaljevanju so bili podatki interpolirani iz 25 na 100 Hz in časovno sinhronizirani na trenutek, ko žoga ni bila več v stiku s prsti napadalčeve izmetne roke. Sledil je izračun vseh parametrov, ki so bili potrebni za sprejem ali zavrnitev postavljenih hipotez iz za celovito biomehansko analizo. Tako so bili izračunani vsi položaji, časi, koti in hitrosti potrebni za nadaljnjo statistično analizo, kjer je bila uporabljena 5% raven statistične pomembnosti.

Pri izvedbi prvega dela zaleta vključno z odbojem žoge ni bilo mogoče z gotovostjo trditi, da se eksperimentalne situacije razlikujejo glede tehnike izvedenega gibanja, ker pri večini opazovanih parametrov gibanja ni bilo statistično pomembnih razlik. Razlike so bile prisotne samo pri trenutku kontakta izkoračne noge in žoge ter pri deležu, ki ga izkorak zavzema v času izvedbe celotnega zaleta. Nadalje so se na mestu za izvedbo meta vsi napadalci zaustavljali z dvotaktno zaustavitvijo v diagonalno postavitev stopal za met desničarja. Kadar so napadalci prehajali v desno stran z vzdolžnim prehodom v vodenje, so prvi kontakt na mestu zaustavitve opravili z levo nogo in obratno. Pri zaustavitvi so bile ugotovljene razlike v dolžini leta in času izvedbe, medtem ko so bile pri povprečnih vrednostih parametrov izvedbe zaleta ugotovljene razlike pri parametrih horizontalne oddaljenosti CTT od središča oporne ploskve, horizontalni oddaljenosti žoge od CTT in vertikalni oddaljenosti žoge od tal.

Proti pričakovanjem napadalci v situacijah z obrambo niso zaleta izvajali hitreje, ampak so počasnejšo izvedbo in vpliv obrambnega igralca kompenzirali s krajšim zaletom in s krajšim časom izvedbe, zaradi česar so prihajali do ugodnejšega položaja za met z boljšim nadzorom gibanja in dogajanja v prostoru. Krajši zalet in posledično večja oddaljenost od koša in obrambnega igralca, so omogočili bolj odprt met z manjšim pritiskom obrambnega igralca in posledično z manjšo verjetnostjo blokiranja meta.

Hipoteza H_{01} je bila zavrnjena zaradi ugotovljenih razlik med eksperimentalnimi situacijami v fazi zaleta na področju časovnega poteka in položajev, medtem ko na področju kotov v sklepih in hitrosti ni bilo razlik.

Tako iz parametrov, ki so se statistično pomembno razlikovali, kot tudi iz razlik, ki niso bile statistično pomembne, je mogoče razbrati, da so napadalci zalet v situaciji z obrambnim igralcem izvajali drugače kot v situaciji brez obrambnega igralca. Pri aplikaciji ugotovitev eksperimentalnih situaciji na tekmovalne razmere nedvomno

lahko zaključimo, da bi bili napadalci nedvomno veliko nevarnejši za nasprotnika, če bi tudi v situacijah z obrambnim igralcem ohranili hitrost in dolžino zaleta vsaj na ravni situacije brez obrambnega igralca. Na osnovi ugotovljenih razlik je moč sklepati, da bi bilo pri vadbi v raziskavi sodelujočih košarkarjev priporočljivo v kar največji možni meri vključiti situacijsko vadbo s stalno prisotnostjo obrambe.

Zaletu je sledila faza zaviranja, ki je časovno najkrajša izmed vseh faz in zavzema približno 5% celotnega časa potrebnega za izvedbo meta iz skoka po predhodnem gibanju. Faza zaviranja je pomembna z vidika ohranjanja gibalne količine in transformacije pretežno horizontalnega v pretežno vertikalno gibanje. Skozi celotno fazo zaviranja se je žogi v napadalčevih rokah hitrost povečevala, medtem ko se je ravno nasprotno hitrost gibanja napadalcev zmanjševala. Obe hitrosti pa sta bili ob zaključku zaviranja nižji v situaciji brez obrambe kot v situacijah z obrambnim igralcem. V situacijah z obrambo so imeli napadalci v fazi zaviranja pogled usmerjen nekoliko nižje, komolce nekoliko bolj pokrčene in so prehajali iz predklona v zaklon trupa, medtem ko sta se od začetka faze horizontalna in vertikalna oddaljenost žoge od CTT ves čas povečevali.

Hipoteza H_{02} je bila zavrnjena, ker so bile v fazi zaviranja ugotovljene razlike med eksperimentalnimi situacijami glede kotov in hitrosti.

Faza zaviranja se je nadaljevala v fazo pospeševanja, ki so jo napadalci izvedli hitreje v situacijah z obrambo, kjer so bili povprečna hitrost, prirastek hitrosti in hitrost odziva višji kot v situaciji brez obrambe. Enake je bilo ugotovljeno tudi za hitrost gibanja žoge. Razlike pri odzivnem kotu med eksperimentalnimi situacijami niso bile statistično pomembne, medtem ko je bila, kot posledica drugačne postavitve oziroma položaja žoge in večjega zaklonu trupa pri odzivu v situaciji z višjo obrambo, statistična pomembnost izkazana pri višini CTT napadalca v trenutku odziva. Pri odzivu so imeli napadalci trup še vedno izza vertikale, horizontalna komponenta središča žoge je bila skoraj povsem poravnana s horizontalno komponento položaja CTT, žoga je bila pozicionirana nekoliko iznad višine glave, pogled pa je bil v situaciji brez obrambe usmerjen nekoliko višje kot v situacijah z obrambnim igralcem.

Hipoteza H_{03} je bila zavrnjena zaradi ugotovljenih razlik med eksperimentalnimi situacijami v fazi pospeševanja, ki jih je na področju časovnega poteka in hitrosti gibanja mogoče pripisati prisotnosti obrambnega igralca, na področjih položajev in kotov pa višini obrambnega igralca.

V hipotezi H_{04} je bil neodvisno od višine obrambnega igralca obravnavan vpliv oddaljenosti obrambnega igralca na odzivni kot in odzivno hitrost napadalca. Kljub poizkusu neposredne kontrole eksperimentalnih razmer z dodatnimi talnimi označbami, pa se je med ponovitvami oddaljenost med košarkarjema razlikovala, kar je nenazadnje omogočilo opazovanje kako oddaljenost vpliva na odziv. Pri odzivu je bila povprečna oddaljenost med košarkarjema 1,27 m, napadalec pa se je povprečno odzval pod kotom $79,45^\circ$ in s hitrostjo 2,68 m/s.

Hipoteza H_{04} je bila sprejeta, ker ni bila izkazana statistična pomembnost vpliva oddaljenosti med košarkarjema v trenutku odziva na odzivno hitrost in odzivni kot.

Po odzivu je napadalec prehajal v fazo leta, ki je najpomembnejša faza meta iz skoka po predhodnem gibanju, ker je v tej fazi izvršen izmet žoge proti košu. V trenutku izmeta so bile ugotovljene številne statistično pomembne razlike med posameznimi eksperimentalnimi situacijami. Tako je bilo ugotovljeno, da sama prisotnost obrambnega igralca ni imela neposrednega vpliva pri kakšni hitrosti je napadalec vrgel žogo proti košu, ampak je na ta parameter gibanja vplivala samo prisotnost višjega obrambnega igralca. Enako je bilo pri izmetu ugotovljeno tudi za kot izmetnega zapetja, za vertikalno oddaljenost žoge od temena in za kot v desnem kolenu pri izmetu.

Pri izmetu je bilo nadalje ugotovljeno, da na hitrost žoge, na horizontalno oddaljenost žoge od CTT, na vertikalno oddaljenost med maksimalnim položajem in položajem CTT pri izmetu, na nagib trupa in na kot v levem kolčnem sklepu, prisotnost obrambnega igralca ni imela neposrednega vpliva, ampak je na te parametre gibanja vplivala višina obrambnega igralca.

Na vertikalno oddaljenost žoge od tal pri izmetu pa je vplivala prisotnost obrambnega igralca, ne pa tudi njegova višina. Enako je bilo pri izmetu ugotovljeno tudi za višino odziva, pri kotu v levem ramenskem sklepu, za horizontalno oddaljenost med položajema CTT v trenutku izmeta in v trenutku maksimalne višine in pri oddaljenosti minimalne višine žoge in višine žoge pri izmetu.

Za kote v desnem kolčnem sklepu, v desnem ramenskem sklepu in v desnem komolcu pa je bila statistična pomembnost pri izmetu ugotovljena med situacijama brez obrambe/enaka obramba, medtem ko je bila statistična pomembnost med situacijama brez obrambe/višja obramba blizu statistične pomembnosti. Na osnovi navedenega je bilo dokaj zanesljivo mogoče zaključiti, da tudi na navedene parametre gibanja vpliva prisotnost obrambnega igralca.

Vzletni kot žoge je bil najnižji v situaciji brez obrambe z $47,50^\circ$, sledila je situacija z enako obrambo z $51,18^\circ$ in situacija z višjo obrambo z $56,53^\circ$. Na vzletni kot žoge sta vplivala tako prisotnost, kot tudi višina obrambnega igralca.

V fazi leta so bile ugotovljene razlike tudi pri dolžini faze in sicer zaradi vpliva prisotnosti obrambnega igralca, ne pa tudi njegove višine, medtem ko je na parameter razlike med tem, kdaj je napadalec izvrgel žogo glede na trenutek maksimalne višine CTT, vplivala višina obrambnega igralca in ne njegova neposredna prisotnost. Napadalci so bili v vseh eksperimentalnih situacijah predčasni in sicer v situaciji z višjo obrambo za 0,07 s, v situaciji z enako obrambo za 0,04 s in v situaciji brez obrambe za 0,02 s.

Povprečne vrednosti v fazi leta so bile izračunane na intervalu od trenutka odziva od tal do trenutka izmeta žoge. Pri povprečnih vrednostih je bila ugotovljena razlika samo pri nagibu trupa zaradi vpliva višine obrambnega igralca.

Hipoteza H_{05} je bila zavrnjena, ker so bile v fazi leta ugotovljene razlike na vseh področjih opazovanih parametrov gibanja.

Faza doskoka ne spada med pomembnejše faze meta iz skoka po predhodnem gibanju, je pa lahko zelo pomembna z vidika nadaljevanja košarkarske igre in poteka

tekme. Napadalec, ki je vrgel na koš, sam najbolj ve kako je met izvedel in kako se bo žoga odbila od koša, kar mu daje dobre možnosti za uspešen napadalni skok. Doskok je bil definiran do trenutka, ko je po doskoku napadalcev CTT dosegel minimalno višino. Raziskava je bila, bolj kot v neposreden doskok, usmerjena v primerjavo minimalnih položajev med fazama zaviranja in doskoka.

Prisotnost enako visokega obrambnega igralca vpliva na višino najnižjega vertikalnega položaja CTT pri amortizaciji doskoka, na razliko vertikalnih položajev CTT v fazi zaviranja in pri doskoku in na horizontalno oddaljenost CTT od središča oporne ploskve pri doskoku. Pri doskoku velja opozoriti tudi na to, da se je CTT napadalca v vseh eksperimentalnih situacijah nahajala izza središča oporne ploskve in da so imeli napadalci za razliko od amortizacije zaviranja, kjer je bilo bolj pokrčeno levo koleno, pri amortizaciji doskoka bolj pokrčeno desno koleno. Zanimivo je bilo tudi to, da so se koti med desnim in levim kolenom pri amortizaciji doskoka manj razlikovali kot pri amortizaciji zaleta.

Hipoteza H_{06} je bila zavrnjena zaradi ugotovljen razlike pri vertikalni spremembi napadalčevega položaja med njegovima najnižjima položajema v fazi zaviranja in v fazi doskoka.

Ne glede na vrsto meta vplivajo na uspešnost zadevanja številni notranji in zunanji dejavniki. Za raziskavo je bila tehnika meta najpomembnejši notranji dejavnik in odsotnost oziroma prisotnost različno visokega obrambnega igralca najpomembnejši zunanji dejavnik uspešnosti zadevanja. V raziskavi je bil presenetljivo najvišji odstotek zadetih metov dosežen v situaciji z višjim obrambnim igralcem, najnižji pa v situaciji brez obrambe. Vzroke takšnih rezultatov je z veliko verjetnostjo mogoče iskati v tem, da so napadalci situacijo brez obrambe izvajali preveč ležerno, ob nezadostni koncentraciji in motivaciji. V kolikor bi bil v raziskavi sodelujoči košarkarji začetniki, z nizko stopnjo športne izkušnosti, bi bilo tovrstne rezultate mogoče pripisati tudi naključju ali neizkušnosti. V danih razmerah pa je nepričakovani odstotek zadevanja mogoče pripisati uporabljenemu vrstnem redu izvajanja eksperimentalnih nalog (brez obrambe \Rightarrow enaka obramba \Rightarrow višja obramba) in stresu, ki ga je po izpovedih preizkušancev predstavljala eksperimentalna procedura s prisotnostjo video kamere. Iz navedenega je mogoče zaključiti, da bi v primeru ponovitve eksperimenta preizkušanci dosegli boljši odstotek zadetih metov.

Hipoteza H_{07} je bila sprejeta, ker ni bilo izkazane statistične pomembnosti razlik odstotka zadetih metov med posameznimi eksperimentalnimi situacijami.

Uspešnost blokiranja meta je bila obravnavana z vidika časovne, horizontalne in vertikalne odvisnosti in neodvisno od višine obrambnega igralca. Enako visoki igralci niso uspeli blokirati nobenega meta, višji obrambni igralec pa je uspešno blokiral en met.

Pri časovni odvisnosti uspešnosti blokiranja meta je bila ugotovljena statistična pomembnost oddaljenosti prstov roke od oboda žoge in posledično odvisnost uspešnosti blokiranja meta od pravočasnosti oziroma od trenutka, ko obrambni igralec začne s svojim gibanjem. Obrambni igralci so pri odskoku zamujali 0,09 s in bi bili tudi v primeru idealne časovne izvedbe, ob nespremenjeni prostorski razsežnosti

gibanja, še vedno neuspešni pri svojih poizkusih blokiranja meta, ker bi bili od uspešne blokade oddaljeni z desno roko za 4 cm in z levo roko za 5 cm.

Ugotovljena je bila statistična odvisnost horizontalne oddaljenosti in za izvedbo uspešne blokade potrebnega dodatnega horizontalnega premika obrambnega igralca. Povprečna horizontalna oddaljenost pri metu je med igralcema znašala 1,04 m, zato bi se moral obrambni igralec, ob predpostavki enakega časovnega poteka in enake dosežne višine skoka, za uspešno izvedbo blokade povprečno približati napadalcu za 0,76 m.

Ugotovitve so nedvomno potrdile, da uspešnost blokiranja meta zavisi od dosežne višine obrambnega igralca oziroma od njegove vertikalne oddaljenosti od žoge. Povprečna dosežna višina obrambnega igralca je bila z desno roko 2,85 m in z levo roko 2,82 m. Ob nespremenjenih horizontalnih in časovnih parametrih gibanja napadalca in obrambnega igralca, bi se morala za uspešno izvedbo blokade meta, dosežna višina desne roke povečati za 0,38 m in leve roke za 0,27 m. Navkljub nižji dosežni višini pa bi se ta morala povečati manj levi kot desni roki zato, ker je leva roka na dosežni višini ob primernejšem trenutku, ko je žoga bolj neposredno nad obrambnim igralcem.

Hipoteza H_{08} je bila zavrnjena zaradi ugotovljene odvisnosti uspešnosti izvedbe blokade meta od pravočasnosti, dosežne višine in horizontalne oddaljenosti obrambnega igralca od napadalca.

Raziskava se je dotaknila tudi nekaterih najbolj reprezentativnih parametrov napadalčevega gibanja z vidika celotnega poteka izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju tako z vidika trendov spreminjanja posameznega parametra gibanja, kot tudi z vidika primerljivosti leve in desne strani telesa ter medsebojne povezanosti posameznih parametrov gibanja. Pri tako obravnavanih parametrih gibanja so bili zaključki skladni tistim po posameznih fazah izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju.

Na osnovi izsledkov raziskave je mogoče zatrditi, da imajo preizkušanci, navkljub številnim razlikam med izvedbami posameznih eksperimentalnih situacij, že dodobra avtomatizirano gibanje izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju, ki ga tudi dokaj uspešno prilagajajo v odvisnosti od situacije oziroma od razmer, ki se pred in med gibanjem pojavljajo. Rezultati eksperimentalne naloge brez obrambe kažejo, da imajo napadalci glede na opazovane parametre gibanja, medsebojno dokaj primerljivo tehniko izvedbe meta iz skoka po predhodnem gibanju, ki pa se razlikuje od tehnike izvedbe v situacijah z obrambo. V nekaterih opazovanih parametrih gibanja sta bili primerljivi situaciji brez obrambe in z enako obrambo, spet pri drugih parametrih gibanja pa sta bili bolj primerljivi situaciji z enako in višjo obrambo. Na osnovi tega lahko zaključimo, da je bilo pričakovano največ razlik med ekstremnima situacijama – med situacijo brez obrambe in situacijo z višjo obrambo.

Ugotovitve raziskave bi bilo smotno vključiti v vadbeni proces mladih košarkarjev tako, da bi se slednji, ko bi njihova morfološko – motorična zrelost dosegla zadovoljivo raven, najprej učili posamezne faze meta iz skoka, ki bi ji nato sledila izvedba celotne akcije. Pri postopku učenja osnovnih gibanj po fazah in pozneje pri združevanju faz, bi morala biti pozornost usmerjena v čim bolj natančno gibanje in

korekcijo le tega ob upoštevanju izsledkov raziskave. Celotno izvedbo meta iz skoka po predhodnem gibanju je potrebno ponavljati v situaciji brez obrambe dokler ni gibanje že povsem osvojeno oziroma že kar avtomatizirano. Avtomatizaciji gibanja naj sledi vadba v situacijah tako z enako kot tudi z višjo obrambo, ki dobro ponazarjata tekmovalne okoliščine. Izsledki raziskave nedvomno potrjujejo dosedanje praktične izkušnje, da je od trenutka, ko košarkar gibalno povsem obvlada met iz skoka po predhodnem gibanju, vadba v situaciji brez obrambe nepotrebna in neučinkovita, čeprav nekateri avtorji takšno vadbo zagovarjajo z argumentom razvoja natančnosti meta.

V raziskavi je bila uporabljena razpoložljiva oprema, merske metode in postopki, ki pa zaradi bliskovitega razvoja tovrstnih tehnologij, ne sodijo med najbolj moderne. Na tržišču je veliko bolj sofisticirane opreme, ki omogoča sledenje biomehanskim parametrom gibanja z neposredno zapisovanjem in shranjevanjem v računalniku. Z uporabo takšne opreme se je mogoče izogniti težavam in napakam, do katerih lahko prihaja pri izvedbi raziskave, kjer ima človeški faktor vpliv na številne korake in spremenljivke v raziskovalnem postopku. Prav tako uporaba najnovejših tehnologij tovrstne biomehanske raziskave poenostavi, olajša in omogoči takojšnjo uporabo izsledkov v praksi ter tako takojšnjo modifikacijo oziroma korekcijo morebitnih napak vadbenega procesa.

5.0. VIRI

- Baumler, G. in Schnider, K. (1981). *Sportmechanik*. Munchen: Verlagsgesellschaft mbh.
- Breuer, H. (1993). *Atlas klasične in moderne fizike*. Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Button, C., Macleod, M., Sanders, R. in Coleman, S. (2003). Examining movement variability in the basketball free-throw action at different skill levels. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(03), 257-269.
- Brancazio, P. J. (1981). The physics of basketball. *American Journal of Physics*, 49, 356–365.
- Brancazio, P. J. (1984). *Sport Science*. New York: Simon and Schuster.
- Diehl, D., Tant, C. L., Emmons, S. in Osborn, R. (1993). A kinematic comparison of the basketball set shot and jump shot at two different distances of female I division intercollegiate players. Prispevek predstavljen na simpoziju *Biomechanics in Sports XI, Proceedings of the XIth International Symposium of Biomechanics in Sports*. Pridobljeno 07.01.2011, iz <http://w4.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/1735>
- Elliott, B.C. (1992). A kinematic comparison of the male and female two-point and three-point jump shots in basketball. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(04), 111–118.
- Elliott, B.C. in White, E. (1989). A kinematic and kinetic analysis of the female two point and three point jump shots in basketball. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(02), 7–11.
- Enoka, R. (1994). *Neuromechanical basis of kinesiology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Gorton, B. A. (1978). *Selected kinetic and kinematic factors involved in the basketball jump shot*. Doktorsko delo, Bloomington, IN: Indiana University.
- Hay, J. G. (1994). *The Biomechanics of Sports Techniques*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice–Hall.
- Hess, C. (1980). Analysis of the jump shot. *Athletic Journal*, 61(3), 30–33, 37–38, 58.
- Hochmuth, G. (1984). *Biomechanics of athletic movement*. Berlin: Sportverlag.
- Hudson, J. L. (1982). A biomechanical analysis by skill level of free throw shooting. *Biomechanics in Sports* (str. 95–102). Del Mar, CA: Academic Publishers.
- Hudson, J. L. (1985). Prediction of basketball skill using biomechanical variables. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56, 115–121.
- Knudson, D. (1993). Biomechanics of the basketball jump shot – six key teaching points. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 64 (2), 67–73.
- Miller, S. in Bartlett, R. M. (1996). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of Sports Sciences*, 14, 243–253.
- Ripoll, H., Bard, C. in Paillard, J. (1986). Stabilization of head and eyes on target as a factor in successful basketball shooting. *Human Movement Science*, 5, 47–58.
- Rojas, F.J., Cepero, M., Ona, A. in Gutierrez, M. (2000). Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*, 43(10), 1681–1660.
- 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.
- Okazaki, V. H. A. in Rodacki, A. L. F. (2005). Changes in basketball shooting coordination in children performing with diferent balls. *The FIEP bulletin*, 75, 368 – 371.
- Opavski, P. (1987). *Osnovi biomehanike*. Beograd: IRO Naučna knjiga.

- Oudejans, R.R.D., Langenberg, R.W.V. in Hutter, R.I. (2002). Aiming at a far target under different viewing conditions: visual control in basketball jump shooting. *Human Movement Science*, 21, 457–480.
- Satern, M. N. (1993). Kinematic parameters of basketball jump shots projected from varying distances. v J. Hamill, T. R. Derrick in E. H. Elliott (ur.), *Biomechanics in Sports XI, Proceedings of the XIth International Symposium of Biomechanics in Sports* (str. 313-317). Amherst, MA: The International Society of Biomechanics in Sports.
- Walters, M., Hudson, J. M. in Bird, M. (1990). Kinematic adjustments in basketball shooting at three distances. v M. Nosek, D. Sojka, W. E. Morrison in P. Susanka (ur.), *Biomechanics in Sports VIII* (str. 219–223). Prague: Conex.
- Winter, D. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement*. New Jersey: Johan Wiley & sons.
- Zatsiorsky, V.M. (1998). *Kinematics of human motion*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zatsiorsky, V.M. (2000). *Biomechanics in sport*. Oxford [etc.] : Blackwell scientific.