

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

STANISLAV MATJAŽ FERKOLJ

**RAZLIKE V PARAMETRIH TEHNIKE PREMET DVOJNI SKRČENI
SALTO NAPREJ NA KONJU IN MIZI ZA PRESKOK**

MAGISTRSKA NALOGA

Mentor: Izr. prof. dr. Ivan Čuk

Ljubljana, 2007

Magistrska naloga z naslovom Razlike v parametrih tehnike premet dvojni skrčeni salto naprej na konju in mizi za preskok je rezultat lastnega znanstvenoraziskovalnega dela.

Za skrbno vodenje in spremljavo pri izdelavi naloge se iskreno zahvaljujem mentorju profesorju dr. Ivanu Čuku, ki je iz znanstvenega in izkustvenega vidika usmerjal moje raziskovalno delo od zasnove projekta do končnega izdelka.

Lepo se zahvaljujem tudi Stanku Štuhcu za pomoč pri obsežni obdelavi podatkov.

UDK 796.412.2

Športna gimnastika – preskok – premet naprej dvojni salto – miza za preskok – biomehanika – kinematika

RAZLIKE V PARAMETRIH TEHNIKE PREMET DVOJNI SKRČENI SALTO NAPREJ NA KONJU IN MIZI ZA PRESKOK

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport

Stanislav Matjaž Ferkolj

IZVLEČEK

Obseg: 123 strani, 50 preglednic, 73 slik, 9 grafov, 62 virov.

V magistrski nalogi je izvedena primerjava tehnike vrhunske gimnastične prvine premet dvojni skrčeni salto naprej na starem konju za preskok in na novi mizi za preskok.

Mednarodna gimnastična zveza je novembra 2000 uradno oznanila odločitev, da bodo prvega januarja 2001 starega konja za preskok zamenjali z novo mizo za preskok. Tako so tekmovalci morali svojo tehniko skoka in pristop prilagoditi novi mizi za preskok, z analizo pa smo ugotavljali, kako tekmovalci rešujejo enak problem v novih pogojih.

Namen magistrske naloge je bilo ugotoviti razlike v izvedbi prvine premet dvojni skrčeni salto naprej na starem konju in novi mizi za preskok. Prvino smo razdelili na pomembne faze, s pomočjo kinematične analize pa smo znotraj posamezne faze določili pomembne kinematične spremenljivke, ki vplivajo na uspešnost izvedbe.

Vzorec merjencev so predstavljali tekmovalci na Svetovnem pokalu, ki je bil leta 2000 v Ljubljani, Slovenija (N=9) in tekmovalci na Svetovnem prvenstvu, ki je bilo leta 2002 v Debrecenu, Madžarska (N=9). Vsi posnetki so bili narejeni s sistemom kamer med samim tekmovanjem. Za kinematično analizo smo uporabili programsko opremo APAS – Ariel Performance Analysis System in CMAS – Conspport Motion Analises Systems. Vzorec spremenljivk predstavlja sklop kinematičnih parametrov (104), ki so bili izračunani na podlagi 15 - segmentnega modela tekmovalca, katerega smo definirali s 17-timi referenčnimi točkami (Sušanka s sodelavci, 1987). Po filtriranju podatkov smo izračunali razdalje, hitrosti, čase in kote za pomembne položaje. Podatki so bili obdelani s statističnim programom SPSS (Statistical package for the social sciences, verzija 12.0, Chicago, IL, USA). Za vse spremenljivke smo izračunali osnovne statistične parametre. Za določitev statistično značilnih razlik aritmetičnih sredin spremenljivk smo uporabili t-test ($p < 0.05$).

Razlike so se pokazale med mnogimi spremenljivkami, toda najpomembnejše so tiste, ki se nanašajo na fazo opore in odriva z orodja (položaj rok, navpična hitrost v fazi odriva) in te vplivajo na fazo drugega leta in fazo doskoka. Nova miza za preskok je zaradi boljše anatomske opore in večje oporne površine resnično mnogo boljše orodje kot stari konj, saj omogoča večjo vrtilno količino in večjo hitrost odriva v navpični smeri.

UDK 796.412.2

Artistic gymnastics – vault – vaulting table – handspring forward double salto – biomechanics – kinematics

KINEMATICS CHARACTERISTICS OF HANDSPRING DOUBLE SALTO FORWARD TUCKED PERFORMED ON HORSE AND VAULTING TABLE

University of Ljubljana, Faculty of sport

Stanislav Matjaž Ferkolj

ABSTRACT

Pages 123, Tables 50, Pictures 73, Graphs 9, References 62.

In the research was compared gymnastic element handspring double salto forward tucked performed on the old horse and on the new vaulting table.

In November 2000 The International Federation of Gymnastics (FIG) officially announced that in January 2001 the old horse will be replaced with the new vaulting table. Therefore, the competitors were forced to adapt their technique to the new vaulting table. With the analysis we were researching how are the competitors solving the same problem in different conditions.

The aim of the research was to determinate the differences in the performance of the element handspring double salto forward tucked on the old horse and on the new vaulting table. The element was divided into different phases; with the kinematics analysis we determinated important kinematics variables which have influence on the performance of this element.

Sample of measurement were those gymnasts who were performing handspring and double salto forward tucked at World Cup competition in Ljubljana 2000 (N=9) and those gymnasts who were performing the same type of vault at World Championship in Debrecen 2002, Hungary (N=9). All the pictures were recorded during the competition. For kinematics analysis we used programmes APAS (Ariel Performance Analysis System) and CMAS (Conspont Motion Analyses Systems). The sample of variables represents range of kinematics parameters (104), which were calculated on the basis of Sušanka body model with 17 body points and 15 segments. After we filtered data we calculated trajectories, velocities, time and angles of important positions. The data were cultivated with statistical programme SPSS (Statistical package for the social sciences, version 12.0, Chicago, IL, USA). For all variables we calculated basic statistic parameters. For determination of statistically characteristic differences of arrhythmic means we used t-test ($p < 0.05$).

There are differences in many variables, but most important are those related to the support phase (position of hands, take off vertical velocity) which also causes better outcome during the flight and landing. New vaulting table is really much better apparatus than the horse as has better place for support, which makes easier production of angular momentum (inclined table) and higher vertical take off velocity.

KAZALO

UVOD	6
2.0 PREDMET IN PROBLEM	8
2.1. Osnovne biomehanske značilnosti preskokov	11
2.1.1. Prva faza – Zalet	15
2.1.2. Druga faza – Naskok na odskočno desko	18
2.1.3. Tretja faza – Opora in odriv z odskočne deske	18
2.1.4. Četrta faza – Prvi let	20
2.1.5. Peta faza - Opora in odriv z mize za preskok	20
2.1.6. Šesta faza – Drugi let	23
2.1.7. Sedma faza – Doskok	26
3.0 CILJI	28
4.0 HIPOTEZE	28
5.0 METODE DE LA	29
5.1. Vzorec merjencev	29
5.2. Vzorec prvin	29
5.3. Vzorec spremenljivk	30
5.4. Metode obdelave podatkov	47
5.4.1. Biomehanske analize	47
5.4.2. Statistične analize	50
5.4.3. Napake pri meritvah in obdelavi podatkov	51
5.5. Organizacija meritev	52

6.0 REZULTATI IN RAZLAGA	53
6.1. Kinogrami prvine premet dvojni skrčeni salto naprej	53
6.2. Primerjava preskoka na mizi in na konju	62
6.2.1. Višina težišča telesa	63
6.2.2. Višina ramen	65
6.2.3. Hitrost težišča telesa v smeri x	66
6.2.4. Hitrost težišča telesa v smeri y	67
6.2.5. Hitrost težišča telesa v prostoru (xyz)	68
6.2.6. Kot v kolčnem sklepu v prostoru (xyz)	69
6.2.7. Kot v kolenskem sklepu v prostoru (xyz)	70
6.2.8. Kot v ramenskem sklepu v prostoru (xyz)	71
6.3. Analiza osnovnih statističnih pokazateljev izbranih spremenljivk ter razlike med konjem in mizo za preskok	72
6.3.1. Prva faza – Zalet	73
6.3.2. Druga faza – Naskok na odskočno desko	74
6.3.3. Tretja faza – Opora in odriv z odskočne deske	75
6.3.4. Četrta faza – Prvi let	81
6.3.5. Peta faza – Opora in odriv z orodja	83
6.3.6. Šesta faza – Drugi let	96
6.3.7. Sedma faza – Doskok	110
7. ZAKLJUČEK	114
8. LITERATURA	120

1.0 UVOD

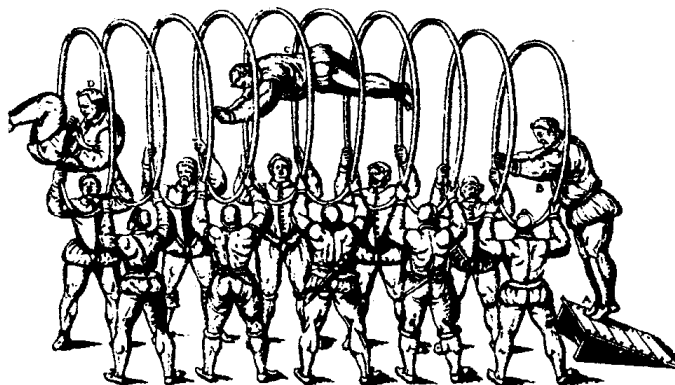
Športna gimnastika je po svojih značilnostih polistrukturni konvencionalni šport. Tekmovalne sestave so sestavljene iz niza raznovrstnih prvin, značilnih za vsako orodje. Osnova vseh tekmovanj je gimnastični mnogoboj, ki obsega sestave na več orodjih, eno izmed teh orodij pa je tudi preskok.

Preskok je disciplina, katere zametki segajo daleč nazaj v zgodovino. Najstarejši znan preskok je zabeležen že v Kretsko-Mikenski kulturi približno 2500 let pred našim štejetem. Slika in pečat spodaj (slika 1) prikazujeta zahtevno akrobatiko tudi za današnja merila. Leva slika prikazuje premet naprej čez bika z vmesnim doskokom na bikovem hrbtu in nato skok z njega. Desna slika prikazuje pečat, na katerem je akrobat na konjskem hrbtu. Naskok ali preskok čez lesenega konja, z orožjem in brez, so vadili tudi mladeniči v rimskih vojaških šolah (juventah) o čemer piše Vegetius v 4. stoletju (Čuk, Karacsony, 2004).



Slika 1: *Levo – risba akrobata pri preskoku čez bika, desno – pečat, ki prikazuje akrobata na konju (Čuk, Karacsony, 2004)*

Leta 1599 je Arhangel Tuccaro prvič omenil odskočno desko kot pomoč za lažji odriv (slika 2).



Slika 2: Prva slika preskoka s pomočjo odskočne deske (Čuk, Karacsony, 2004)

V športni gimnastiki se je konj za preskok razvijal skozi desetletja tako po svoji zgradbi, obliki in merah. Na začetku za preskoke niso poznali posebnega orodja, uporabljali so kar konja z ročaji. Temu so ročaje sneli in odprtine zamašili. Prvotno je bil konj za preskok postavljen počez, od leta 1956 pa telovadci skačejo le preko konja vzdolž. Ustalila se je tudi višina konja za preskok, ki je za telovadce znašala 135 centimetrov. Do leta 1960 je bila dolžina konja 180 centimetrov, od tega leta dalje pa se je dolžina zmanjšala na 160 centimetrov, kar je prispevalo k napredku preskokov čez konja. Še vidnejši je napredek z uvedbo elastične odskočne deske, ki je bila kasneje še izboljšana s prožnimi vzmetmi (Gregorka, Vazzaz, 1984; Čuk, Karacsony, 2004).

V preteklosti so morali tekmovalci za boljšo oceno izvajati odriv z rokami na točno določenem delu konja. Tekmovalci v današnjem času imajo poljubno izbiro za dotik konja z rokami, prav tako pa lahko izvedejo tudi dodatno prvino pred odrivom za sam preskok.

2.0. PREDMET IN PROBLEM

Predmet in problem magistrske naloge je primerjava tehnike vrhunske gimnastične prvine premet dvojni skrčeni salto naprej na starem konju za preskok in na novi mizi za preskok. Od konja do mize je bila relativno dolga pot. Ker gre za pomembno vzročno povezavo med orodjem in gimnastično prvino je potrebno pojasniti razlike med orodjema.

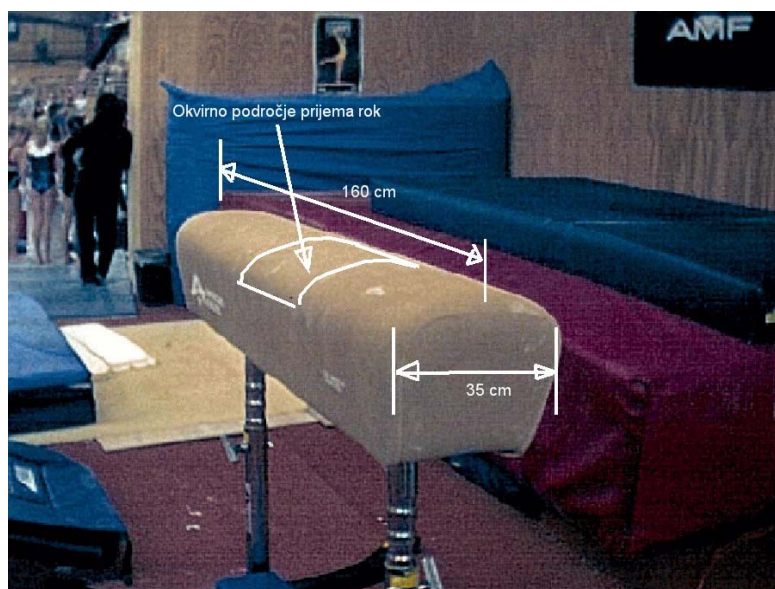
Na pobudo Mednarodne gimnastične zveze (FIG) je leta 1993 izdelovalec gimnastičnih orodij Janssen&Fritsen (2003) začel razvijati novega konja za preskok. Leta 1996 je bil Mednarodnemu tehničnemu komiteju za moško gimnastiko prvič predstavljen model novega konja za preskok. Že naslednje leto (1997) je bil novi konj za preskok predstavljen Mednarodni gimnastični zvezi na Svetovnem prvenstvu v Lausanni. Mednarodna gimnastična zveza je novembra 2000 uradno oznanila odločitev, da bodo prvega januarja 2001 starega konja za preskok zamenjali z novo mizo za preskok (Spith, 2000; McNitt-Gray s sodelavci, 2002).



Slika 3: Nova miza za preskok izdelovalca Janssen&Fritsen (2003)

Na predlog Mednarodne gimnastične zveze sta prva začela izdelovati novo mizo za preskok izdelovalca gimnastičnega orodja Janseen&Fritsen in Spith. Ta verzija mize za preskok je dobila ustrezen certifikat od Mednarodne gimnastične zveze. Na 35. Svetovnem prvenstvu v gimnastiki, ki je bilo oktobra 2001 v Ghentu, Belgija, je postala nova miza za preskok novo uradno orodje (slika 3).

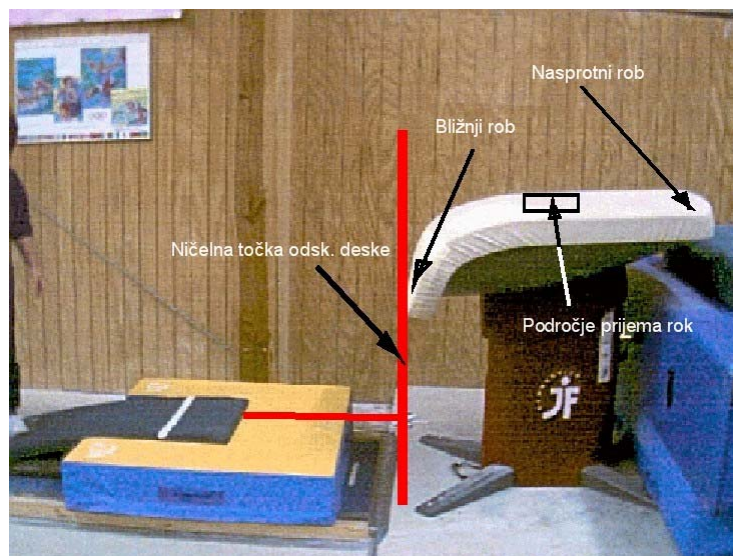
Stari konj (slika 4) je bil dolg 160 centimetrov in širok 35 centimetrov ter visok 135 centimetrov za telovadce in 120 centimetrov za telovadke (FIG, 1989). Nova miza za preskok pa je široka 95 centimetrov in dolga 95 do 105 centimetrov. Miza je enakih izmer in enako postavljena tako za telovadce kot za telovadke. Razlika je le v višini mize, ki znaša za telovadce še vedno 135 centimetrov, za telovadke pa se je višina s 120 centimetrov povečala na 125 centimetrov (FIG, 2001a).



Slika 4: Stari konj za preskok, ki se je uporabljal na vseh tekmovanjih iz športne gimnastike vse do leta 2001 (McNeal, 2003)

Zgornja površina, s katere se tekmovalec odriva z mize, je rahlo nagnjena proti zaletališču in zato omogoča telovadcu boljši pogled na odzivno površino. Konstrukcija je v prvem delu mize za preskok, ki je obrnjena proti odzivni deski, narejena tako, da nima nobenih ostrih robov, kar ščiti telovadca v primeru, da se mu odziv z odskočne deske ponesreči in se s telesom zaleti v mizo. Tako telovadci nimajo strahu, da ne bodo uspeli uspešno preleteti razdalje od odzivne deske do mize za preskok (McNeal, 2003; Čuk, Karacsony, 2004).

Nova miza za preskok ima na zgornji površini barvno označeno, kje telovadec ne sme izvesti odziva s konja (slika 5). Nova miza za preskok je veliko bolj varna za vse oblike skokov (McNeal, 2003).



Slika 5: Področje opore za roke na novi mizi za preskok (McNeal, 2003)

Dinamične lastnosti so podobne tistim pri prejšnjem orodju in preprečujejo preveliko elastičnost (efekt trampolina). Širša in krajša površina mize za preskok omogoča telovadcu optimalne varnostne pogoje za tehnično popolno izvedbo preskokov (McNeal, 2003).

Stari konj je imel področje opore za roke veliko približno 50 krat 30 centimetrov, nova miza pa ima to področje širše, veliko je približno 50 krat 50 centimetrov. Telovadci imajo na novi mizi večjo svobodo oprijema, kam bodo postavili roke v fazi opore in zato so bolj samozavestni, kar jim omogoča, da preskok izvedejo bolj agresivno in eksplozivno (McNeal, 2003).

2.1. OSNOVNE BIOMEHANSKE ZNAČILNOSTI PRESKOKOV

Potreba po raziskovanju zakonov relativnega gibanja in mirovanja živega organizma je pogojevala oblikovanje nove znanosti, ki združuje mehaniko in anatomijo in so jo poimenovali z izrazom biomehanika.

Biomehanika torej proučuje posebnosti gibanja človeka v prostoru in času. Na osnovi biomehanične analize ugotavljamo učinkovitost posameznih načinov izvedbe elementov gibanja. Biomehanika proučuje splošne zakonitosti gibanja, med drugim tudi delovanje posameznih sil pri gibanju človeka v povezavi z osnovnimi mehanizmi gibanja. Pod pojmom mehanizem gibanja razumemo najbistvenejše zakonitosti gibanja ne glede na posameznikove posebnosti, torej to kar je skupnega vsem ljudem.

Raziskave na področju biomehanike v športni gimnastiki imajo več kot stoletje dolgo tradicijo. Tako kot razvoj metod, se je od vsega začetka razvijal tudi instrumentarij. Začetek je predstavljal fotoaparati, ki je omogočal le registracije statičnih položajev. Sledila je kamera, ki je omogočala tudi delno analizo gibanja. Analizi fotografskih in filmskih posnetkov sta omogočali le dvodimenzionalne izračune parametrov. Z razvojem računalnikov in videokamer ter njihovo prostorsko razporeditvijo je nastala tudi možnost izračuna tridimenzionalnih kinematičnih parametrov (povzeto po Čuk, 1996).

Države, ki so največ dajale za razvoj športa v svetu (ZDA, SZ, NDR), so že v osemdesetih letih razvile prve kinematične sisteme. Meritve s pomočjo kamer ne motijo tekmovalcev med izvajanjem prvin, zato se lahko meritve izvajajo tudi na tekmovanjih. Namen biomehanskih analiz v športni gimnastiki je identifikacija kinematičnih in dinamičnih spremenljivk, ki odločilno vplivajo na uspešno izvedbo določenega gibanja. Na osnovi teh spremenljivk se lahko določi ustrezen sistem predvaj in metodični postopek pri učenju prvin v športni gimnastiki (povzeto po Čuk, 1996).

V kinematiki (gibanju telesa) se proučuje gibanje geometrijskih teles na osnovi oblike in prostornine brez prisotnosti pojma materialnosti teles. Temu so dodali novo dimenzijo - čas. Strogo se poudarja časovne intervale, v katerih se odvija gibanje telesa (ploskovno in prostorsko gibanje).

Pod pojmom gibanje materialne točke se razume sprememba položaja te točke v prostoru v odnosu na neko drugo točko ali telo. Če se opazuje gibanje točke z ozirom na mirujoče telo, je to absolutno gibanje; v primeru pa, ko se opazuje gibanje materialne točke v odnosu na neko točko ali telo v gibanju, govorimo o relativnem gibanju.

Med gibanjem se povezuje cel niz posameznih točk v prostoru. S povezovanjem teh točk dobimo linijo gibanja točke ali trajektorijo. Ta je lahko predstavljena s premim ali krivim nizom točk, ki lahko ležijo v ravnini (dve dimenziji) ali v prostoru (tri dimenzije). Z ozirom na obliko niza točk v prostoru ločimo premočrtna in krivočrtna gibanja. Premočrtna gibanja nastopajo pri prostem padu in vertikalnem metu, krivočrtna gibanja pa imajo lahko različno obliko (krog, parabola itd.).

V sestavljenih gibanjih človeka si najpogosteje impulzi sile sledijo pod določenim kotom glede na navpičnico in na delujočo silo teže. Gibanje, ki pri tem nastane, je sestavljeno gibanje.

Preskoke, ki jih bomo obravnavali v magistrski nalogi, delimo na sedem faz (Čuk, Karacsony 2004; Prassas, 2002):

- zalet (pripravljalna faza)
- naskok na odskočno desko
- opora in odriv z odskočne deske
- prvi let
- opora in odriv z orodja
- drugi let
- doskok

V nadaljevanju je podanih nekaj izsledkov dosedanjih raziskav, ki zajemajo celovit preskok (vse faze preskoka), nato pa so pri opisu posamezne faze preskoka podani še izsledki dosedanjih raziskav, ki opisujejo to fazo preskoka.

Longyka M. (1969) je analiziral osnovno tehniko preskokov in razdelil posamičen preskok na sedem osnovnih faz, in sicer na: zalet, fazo predhodnega odziva z eno nogo, fazo naskoka na odzivno desko in odziv z obema nogama, prvi let, odziv z rokami od konja, drugi let in doskok.

Kovač M. (1980) je v diplomski nalogi naredila analizo finalnih preskokov na Svetovnem prvenstvu v Strasbourgu leta 1978. S primerjavo osnovnih parametrov preskokov posameznih tekmovalk ter posameznih tipov preskoka ponazarja modele preskokov takrat najuspešnejših tekmovalk ter ugotavlja in pojasnjuje prednosti in pomanjkljivosti posameznih tekmovalk oziroma njihove izvedbe. Analiza je bila narejena za štiri različne preskoke, med katerimi je pri vsakem izbrala najboljšega med njimi in določila vrednost parametrov, ki pogojujejo uspešnost preskoka. Ti parametri so bili: oddaljenost odskočne deske od konja, razdalja od odziva pred odskočno desko do naskoka nanjo, višina zadnjega koraka, kot naskoka na odskočno desko in kot naskoka na konja. Glede na težavnost med preskoki se delno spreminja tudi vrednost parametrov. Naloga nam daje natančen opis in analizo preskokov, brez katerih danes ni mogoč vrhunski rezultat.

Plešnar I. (1982) je v diplomski nalogi statistično obdelal 84 preskokov, ki so jih telovadke izvajale na Olimpijskih igrah leta 1972 v Münchnu in na Svetovnem prvenstvu leta 1974 v Varni. Naredil je tudi biomehansko analizo preskoka Nadie Comaneci v finalnem delu tekmovanja na Balkanskem prvenstvu leta 1979 v Ljubljani. Na vzorcu statistične obdelave desetih spremenljivk je prišel do ugotovitve, da je vpliv teh spremenljivk medsebojno odvisen, tako da imajo lahko popolnoma različne vrednosti spremenljivk enak končni vpliv.

Nissinen M. in Nixdorf E. (1991) sta razvila sistem hitre informacije o izvedbi preskoka, ki sestoji iz fotocelic in kontaktnih blazin, postavljenih na odskočni deski, konju in prostoru za doskok. Po vrsti meritev več državnih reprezentanc sta ugotovila, da sistem daje dovolj informacij, pomembnih za opredelitev kakovostnega preskoka, saj omogoča merjenje hitrosti zaleta, trajanja odziva z odskočne deske, trajanje prvega leta, trajanje opore in trajanje drugega leta.

Sharma R. C. (1992) je izvedel biomehansko analizo na nivoju telovadcev osmih narodnosti, da bi ugotovil vpliv hitrosti, sposobnosti odziva nog in rok na nekatere biomehanske parametre pri preskoku čez konja. Osnova analize je bil preskok premet naprej in salto z

obratom za 540 stopinj in preskok Cukahara. Gibalne sposobnosti so bile izmerjene z uporabo standardnih testov. Raziskava je pokazala, da so boljši telovadci hitrejši v zaletu, ter hitrejši pri odzivu z nogami in rokami. Raziskava je tudi pokazala, da imajo telovadci, ki so boljši v prej naštetih sposobnostih, boljše izhodiščne možnosti za razvoj večje zaletne hitrosti, večje vrtilne količine pri odzivu s konja ter navadno dosežejo večjo višino težišča telesa pri drugem letu.

Bedenik K. (1995) je v svoji diplomski nalogi ugotavljal, kateri fizikalni parametri pri plovki čez konja so pomembni prediktorji za uspešno in korektno izvedbo preskoka. Vzorec merjencev je sestavljalo 13 telovadcev, kandidatov za državno reprezentanco Madžarske v športni gimnastiki, ki so se leta 1994 udeležili skupnega treninga v Budimpešti. V analizi je bilo upoštevanih skupaj 23 plovk. Rezultati raziskave so pokazali, da fizikalni parametri značilno razlikujejo dobre in slabe preskoke v izbranem vzorcu.

Šipčić B. (1998) je v svoji diplomski nalogi obravnavala preskok Cukahara skrčeno in jo poskušala opredeliti kot osnovno prvino pri učenju vrhunskih preskokov. Na osnovi video posnetkov je prišla do zaključka, da vse faze preskoka odločilno vplivajo na končno izvedbo preskoka. Napake, ki jih telovadka avtomatizira v katerikoli fazi, ne omogočajo izvedbe preskoka Cukahara skrčeno. Zato mora biti cilj učenja preskoka Cukahara skrčeno idealna tehnika, na podlagi katere kasneje preskok nadgradimo.

Takei Y. in sodelavci (2000) so s pomočjo biomehanske analize v svoji raziskavi določili mehanske spremenljivke, ki vplivajo na uspešnost preskoka. Merjenci so bili telovadci (N=122), ki so se udeležili Svetovnega prvenstva v gimnastiki leta 1995. S pomočjo korelacijske analize so ugotavljali povezavo med mehanskimi spremenljivkami in ocenami sodnikov. S pomočjo analize so ugotovili, da na uspešnost preskoka vplivajo naslednje spremenljivke: vodoravna in navpična hitrost pri odzivu z odskočne deske in pri odzivu s konja, čas trajanja odziva s konja, dolžina prvega in drugega leta, največja višina težišča telesa, in čas trajanja drugega leta.

Takei Y. in sodelavci (2003a, 2003b) so v svoji raziskavi s pomočjo kinematične analize med seboj primerjali 16 najboljše in 16 najslabše ocenjenih preskokov premet dvojni skrčeni salto naprej na starem konju. Preskoki so bili posneti na Olimpijskih igrah leta 2000. Razlike so avtorji ugotavljali s pomočjo t-testa. Analiza je pokazala, da imajo boljše ocenjeni preskoki

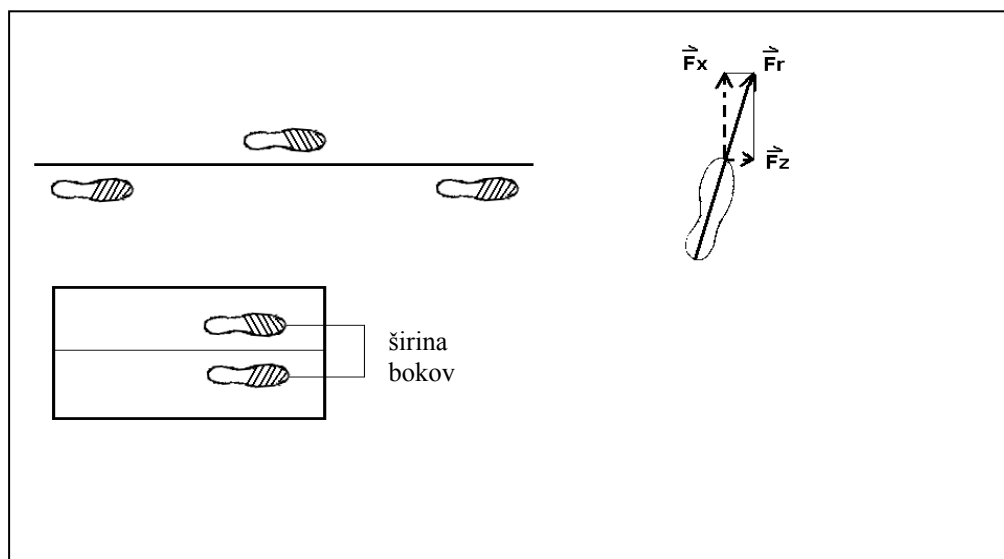
krajšo fazo odziva z odskočne deske, večjo navpično hitrost v zadnji točki odziva z odskočne deske, večjo navpično hitrost v zadnji točki odziva z orodja.

2.1.1 PRVA FAZA - ZALET

Zalet je prvi sestavni del vsakega preskoka. Dobro izveden zalet omogoča dober odziv, dober odziv pa dobro izvedbo preskoka. Za dober preskok je nujno potrebno, da je zalet avtomatiziran, ker se s tem pozornost tekmovalca usmeri na sam odziv (Bricelj s sodelavci, 2007).

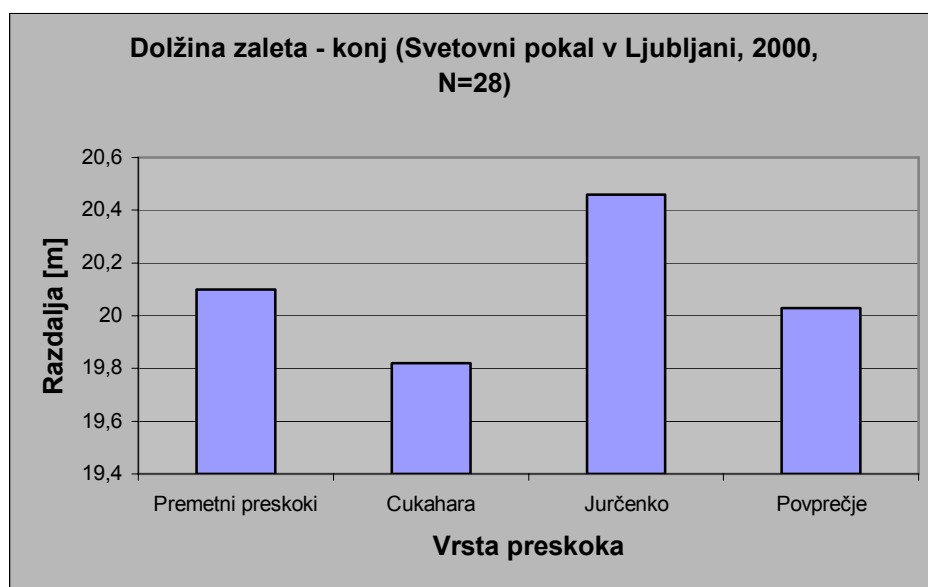
Začetni položaj je stoja spetno. Zalet je pri telovadcih omejen na 25 metrov (FIG, 2001b, 2006). Vsak telovadec si določi svojo oddaljenost od konja.

Tek se začne s porušitvijo ravnotežnega položaja v smeri naprej, kar je povzročeno z notranjo silo mišic, ki dajo telesu pospešek. Ker se nadaljuje nagnjenost telesa naprej, so potrebni nadaljnji koraki. Ker med tekom potrebujemo ravnotežje, mora biti smer in vsota sil med koraki usrediščena (centrirana). Vsota sil med koraki gre skozi težišče telesa in ravnotežje teka je odvisno od razmerja med silami v x, y, z osi. Tako kot pri teku na atletski stezi je stik z zaletno preprogo le s sprednjim delom stopal. Da bi povečali učinkovitost odziva morajo biti stopala vzporedna s smerjo teka (slika 6) (povzeto po Čuk, Karacsony, 2004)



Slika 6: Postavitev stopal pri zaletu in na odskočni deski (Čuk, Karacsony, 2004)

Telovadci izvajajo vse bolj zahtevne preskoke, ti pa zahtevajo vse večjo hitrost. Končna hitrost je odvisna od razdalje, trajanja teka, dolžine in števila korakov. Tek se začne s prednoženjem ene noge (noga se dvigne od podlage) in konča z naskokom na odskočno desko. Glede na analizo video posnetkov nastopov telovadcev s Svetovnega pokala, ki je bilo leta 2000 v Ljubljani, Slovenija (Čuk, Karacsony 2004), meri zalet pri vrhunskih telovadcih od 19.80 do 20.45 metrov (graf 1). Na tej razdalji večina telovadcev naredi od 13 do 14 korakov. Nekateri telovadci naredijo tudi manj kot 13 korakov.



Graf 1: Dolžina zaleta za različne vrste preskokov (Čuk, Karacsony, 2004)

Telovadčeva hitrost pri zaletu ne more biti največja, saj mora telovadec prileteti na odskočno desko v skladu s svojimi sposobnostmi in skočiti mora na določeno mesto na odskočni deski. Torej mora telovadec teči z optimalno hitrostjo, ki mu še dopušča kontrolo nad tem. To tudi pomeni, da mora biti tek čim bolj avtomatiziran (Čuk, Karacsony, 2004).

Tik pred odzivom na odskočno desko hitrost in dolžina zadnjega koraka rahlo padeta, ker je namen natančno skočiti na odskočno desko. Na splošno je ta padeč hitrosti in dolžine zadnjega koraka večji pri Jurčenko preskokih in preskokih z obrati v prvi fazi letenja. Zadnja faza teka je odziv z ene noge. Glede na začetno nogo in število korakov je definirana odzivna noga (Čuk, Karacsony, 2004).

Antonov (1975) in Semenov (1987) sta ugotovila, da mora biti za enostavne preskoke v zadnjih petih metrih hitrost zaleta 3-5 m/s, za telovadke ki izvajajo za preskok premet 7 m/s in za težje preskoke 8 m/s. Za telovadce, ki morajo skočiti čez višjega konja, mora biti za srednje težke preskoke hitrost teka 7.5 – 8.5 m/s, za težke preskoke 8.5 – 9.5 m/s, za preskoke z dvojnimi saltom pa mora biti hitrost več kot 10 m/s.

Bajin B. (1983) je v svoji doktorski disertaciji obdelal vse komponente in tehnike premeta naprej na preskoku. Še posebej se je ukvarjal s povezavami odzivnih impulzov in posledicami le teh na ostale faze preskoka. Glede hitrosti zaleta pri telovadkah je ugotovil, da je manjša hitrost zaleta najpogosteje posledica slabe tehnike teka, in da telovadke z večjo hitrostjo zaleta dosegajo tudi boljše rezultate. Ugotovil je tudi, da se pri preskokih, ki so narejeni z večjo hitrostjo, podaljšuje dolžina skoka oziroma zvišuje najvišja točka težišča telesa pri drugem letu. To pa je v tem primeru poglavitni faktor, ki določa kvaliteto preskoka v celoti.

Čoh M. in sodelavci (1990) so raziskovali nekatere biomehanske parametre tehnike troskoka pri mladih atletih in ugotovili, da so rezultati troskoka v največji meri povezani s hitrostjo zaleta in kinematičnimi parametri drugega in tretjega skoka. Za nas so zanimive predvsem ugotovitve glede zaleta. Ugotovili so, da je najpomembnejša naloga skakalca v zaletu, da razvije čim večjo optimalno hitrost. Poleg zagotavljanja optimalne hitrosti pa je drugi ključni problem zaleta njegova natančnost. Natančnost zaleta je odvisna od sposobnosti prostorskega zaznavanja, skakalec mora namreč znati brati svoj položaj glede na odzivno desko. Največja zaletna hitrost pri vrhunskih skakalcih troskoka v zadnjih petih metrih pred odzivno desko je od 10.00 m/s do 10.67 m/s. Kot pomembno so ugotovili, da je eden od kriterijev učinkovitosti odziva čas njegovega trajanja.

Mišmaš T. (1998) je v svoji diplomski nalogi analizirala preskok premet naprej čez konja po fazah. Ugotovila je, da se fizikalni in mehanski dejavniki gibanja, ki so povzročeni v prvi fazi preskoka (zalet), nadaljujejo skozi vse nadaljnje faze. Posledično vse napake storjene pri zaletu, vplivajo na druge faze preskoka. Z opazovanjem video posnetkov je ugotovila, da je mnogokrat slaba tehnika teka kriva za počasen zalet. Telovadke tako ne morejo pridobiti dovolj velike vodoravne hitrosti, potrebne za izvedbo tehnično bolj ali manj zahtevnih preskokov.

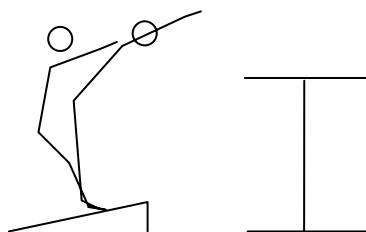
Čuk in sodelavci (2007) so v svoji raziskavi proučevali vpliv hitrosti zaleta na izhodiščno oceno preskoka. Na osnovi posnetkov 204-ih telovadcev s Svetovnega prvenstva, ki je bilo leta 1997 v Lausanni so ugotovili, da je na osnovi novega pravilnika o ocenjevanju v športni gimnastiki izhodiščna ocena preskoka v 53 % v korelaciji s hitrostjo zaleta.

2.1.2 DRUGA FAZA - NASKOK NA ODSKOČNO DESKO

Ekscentrični odziv pred težiščem telesa rahlo nagne trup nazaj, noge prehitijo trup in telovadec ostane v takem položaju vse do prvega dotika nog z odskočno desko. Glede na Antonova (1975) in Semenova (1987) je dolžina leta med 2,30 in 2,80 metra. Čas leta na odskočno desko je odvisen od hitrosti teka in odzivne sile. Običajno je čas med 0.24 in 0.30 sekunde, stopala so največ 0,35 metra nad podlago. Telovadke imajo nekoliko nižje vrednosti vseh parametrov.

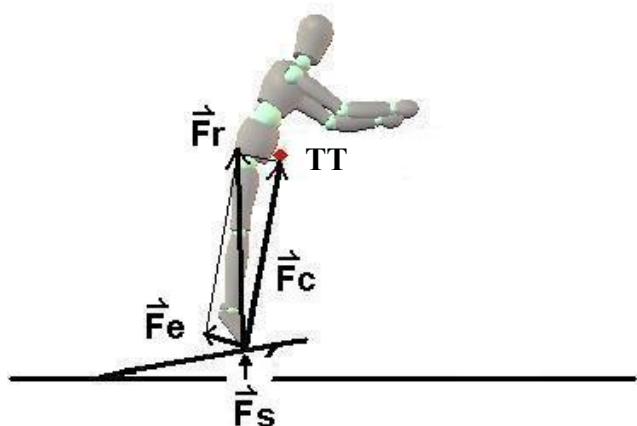
2.1.3 TRETJA FAZA - OPORA IN ODRIV Z ODSKOČNE DESKE

Ko se stopala dotaknejo odskočne deske je telo rahlo nagnjeno nazaj (približno 35 stopinj od navpičnega položaja). Zaradi vztrajnosti telo potuje naprej, medtem ko se stopala ne premikajo naprej, premikajo pa se v smeri navzdol v času pritiska na odskočno desko in navzgor v fazi odziva. Odriv se konča, ko je telo nagnjeno naprej od navpičnega položaja za okoli 20 stopinj. Roke so v trenutku prvega dotika z odskočno desko za telesom (v zaročenju), na začetku odziva z odskočne deske so roke poleg telesa (v priročanju) in na koncu odziva z odskočne deske so roke pred telesom (v predročanju) (Čuk, Karacsony 2004).



Slika 7: Opora in odziv z odskočne deske

Faza opore na odskočno desko je razdeljena na fazo pritiska in fazo odriva. Za prvo je značilno veliko breme in pritisk odskočne deske, v drugi fazi pa je pomembna optimalna izraba elastične reakcije odskočne deske in največje sile mišic, ki sodelujejo pri odrivu. Končna sila odriva je vedno ekscentrično usmerjena za težišče telesa (slika 8).



Legenda:

F_e – ekscentrična sila

F_c – centrična sila

F_s – elastična sila odskočne deske

F_r – rezultanta vseh sil

TT – težišče telesa telovadca

Slika 8: Smer sil pri odzivu telovadca z odskočne deske (Čuk, Karacsony, 2004)

Čas opore na odskočni deski je zelo kratek, približno 0,12 sekunde. Stopala na odskočni deski morajo biti vzporedna v širini bokov (slika 6), težišče telesa telovadca mora biti na sredini glede na smer levo-desno in prsti stopal naj bodo 0,2 metra od roba odskočne deske. Razdalja od stopal do roba orodja (mize) je več kot en meter, za preskoke tipa Jurčenko pa mora biti ta razdalja krajša (Čuk, Karacsony, 2004).

Antonov L. (1975) podrobno opisuje posamezne faze preskoka, navaja optimalne vrednosti zaleta in odriva za uspešno izvedbo preskoka in ugotavlja, da napake v katerikoli od navedenih faz negativno vplivajo na izvajanje preskoka v celoti. V nadaljevanju opisuje tehnike in metodike različnih preskokov, ki so se takrat izvajali.

Bradshaw E. J. in Le-Rossignol P. (2004) sta v raziskavi ugotavljala telesne značilnosti in biomehanske pogoje za izvajanje zahtevnih prvin na parterju in preskoku. Dvajset telovadcev starih od osem do štirinajst let je izvajalo poskoke v stoji na rokah ter enojne in zaporedne poskoke na prenosni Kistlerjevi tenziometrijski plošči. Telovadci so bili izmerjeni tudi v šprintu (brez preskoka in s preskokom). Analiza gibanja je bila opravljena s programom

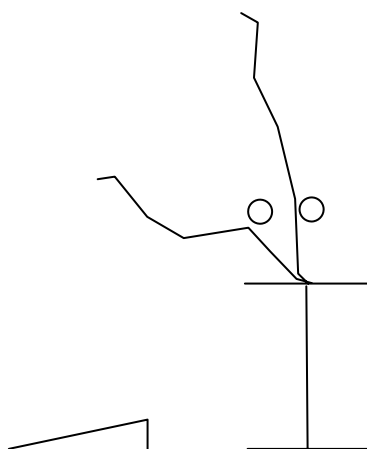
Video expert II. Z enosmerno analizo variance se je pokazalo, da je najboljši prediktor za napoved nadarjenosti pri preskoku čez konja rezultanta hitrosti pri odzivu z deske, odzivna moč s polčepa in povprečna moč pri petih zaporednih skokih.

2.1.4 ČETRТА FAZA – PRVI LET

Po odzivu z odskočne deske je pot težišča telesa parabolična in se več ne spreminja. Telovadec lahko spremeni le kotno hitrost v določeni osi s spreminjanjem vztrajnostnega momenta. Namen prvega leta je pravilno izvesti prvi dotik z mizo, primerno strukturni skupini preskoka. Čas prvega leta je odvisen glede na strukturno skupino preskoka. Najkrajši je pri Cukahara preskoku, Jurčenko preskok in premet oporno naprej imata podoben čas, plovke imajo nekoliko daljši čas in preskoki z obrati v prvi fazi leta imajo najdaljše trajanje prvega leta.

2.1.5. PETA FAZA – OPORTA IN ODRIV Z MIZE ZA PRESKOK

Ko se telovadec opre na mizo se mu roke ustavijo in se zaradi vztrajnosti njegovo telo še vedno premika naprej in navzgor in celoten premik ima značilnosti nihajočega premika z osjo v zapestju. Glede na pravila (FIG, 2001b, 2006) se mora telovadec dotakniti mize z eno ali obema rokama. Namen opore na mizi je ohraniti ali po možnosti povečati vrtilno in gibalno količino, kar omogoča, da telovadec doskoči vsaj dva metra za orodjem (mizo). Opora in odziv z mize imata podobne značilnosti kot opora in odziv z odskočne deske. Prvi del je pritisk, v drugem delu pa sledi odziv z rokama.



Slika 9: Prvi in zadnji dotik rok z orodjem (mizo)

Čuk in Karacsony (2004) sta s pomočjo video posnetkov nastopov telovadcev na Svetovnem prvenstvu, ki je bilo leta 2002 v Debrecenu, Madžarska, ugotovila, da so pri novi mizi za preskok časi opore daljši pri premetnih preskokih in Jurčenko preskokih, medtem ko so pri Cukahara preskokih časi opore enaki kot pri starem konju. Opazila sta tudi, da telovadke postavljajo roke na sredino mize, telovadci pa na rob mize.

Antonov (1975) in Semenov (1987) navajata, da so časi opore najdaljši pri Cukahara preskokih, saj se telovadec dotakne mize s svojo prvo roko takoj, ko je mogoče (to je tudi razlog zakaj je prva faza pri tem preskoku najkrajša). Z analizo sta avtorja tudi ugotovila, da se telovadec najprej dotakne z roko, ki je nasprotna odzivni nogi na odskočno desko. Semenov (1987) pravi, da je čas opore na splošno med 0.13 in 0.15 sekunde.

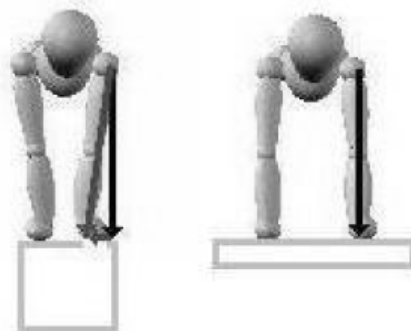
Semenov (1987) poroča tudi o veliki sili na mizo, ki je pri moških med 3500 - 4500 N. Podobne podatke navaja Schweizer (2003).

Alt W. (1991) je na vzorčnem primeru izdelal študijo kinematične analize preskoka Jurčenko. Pod odskočno desko in pod površino konja je uporabil več tenziometričnih plošč. Rezultate preskoka Jurčenko je primerjal z rezultati premeta naprej in ugotovil, da preskoki Jurčenko omogočajo višje vrednosti sile pri odzivu s konja tako v vodoravni kot v navpični smeri.

Čuk I. in Karacsony I. (1995) sta s pomočjo kinematične analize posnela 46 plovk in jih za nadaljnjo analizo izbrala 21, ki so jih izvedli člani madžarske državne reprezentance v športni gimnastiki. Za vsak preskok sta izračunala najpomembnejše fizikalne parametre pri odzivu z deske in konja, v prvi in drugi fazi leta ter pri doskoku, hkrati pa sta vsak preskok ocenila v skladu s Pravilnikom o ocenjevanju. Ugotovila sta, da se pri uspešnem preskoku kot v ramenih med odzivom s konja ne zmanjša za več kot 20 stopinj, kot med konjem in rokami pa ne presega 70 stopinj.

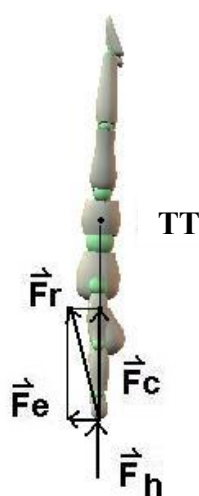
Čuk I. in Karacsony I. (2004) sta s pomočjo posnetkov nastopov telovadcev s Svetovnega prvenstva, ki je bilo leta 2002 na Madžarskem (Debrecen) ugotovila, da je pri novi mizi za preskok čas opore daljši pri premetnih preskokih in Jurčenko preskoku, medtem ko je pri Cukahara preskoku čas opore enak kot pri starem konju.

Postavitev dlani na mizi za preskok je odvisna od anatomsko optimalne postavitve za iztegovalke rok. Dlani morajo biti postavljene vzporedno v širini ramen in vzporedno glede na smer preskoka pri premih preskokih, premetnih preskokih in preskokih s celim obratom v prvi fazi leta (Čuk, Karacsony, 2004).



Slika 10: Postavitev rok telovadca pri starem konju (levo) in novi mizi za preskok (desno) (Čuk, Karacsony, 2004)

Sile, ki delujejo na ramenski sklep so pri novi mizi večje, ker pa so roke postavljene v bolj naravnem položaju je manjša obremenitev ramenskega sklepa in posledično manjša možnost poškodb (Čuk, Karacsony, 2004).



Legenda:

F_e – ekscentrična sila

F_c – centrična sila

F_h – elastična sila mize (konja)

F_r – rezultanta vseh sil

TT – težišče telesa telovadca

Slika 11: Sila odziva v fazi opore pri premetnih preskokih (Čuk, Karacsony, 2004)

2.1.6 ŠESTA FAZA – DRUGI LET

Drugi let je določen z zakoni o ohranitvi gibalne in vrtilne količine. Med letom je vrtilna količina konstantna. Vrtilna količina je enaka produktu vztrajnostnega momenta in kotne hitrosti. Telovadec lahko poveča kotno hitrost z nižanjem vztrajnostnega momenta (s krčenjem) ali zmanjša kotno hitrost s povečanjem vztrajnostnega momenta (z iztegovanjem) (prirejeno po Kladniku, 1974).

$$\vec{\Gamma} = J \times \vec{\omega}$$

Γ vrtilna količina

J vztrajnostni moment

ω kotna hitrost

$$J = \sum \Delta m \cdot r^2$$

m masa telovadca

r polmer kroženja telovadca

$$\vec{\Gamma} = \sum \Delta m \cdot r^2 \times \vec{\omega}$$

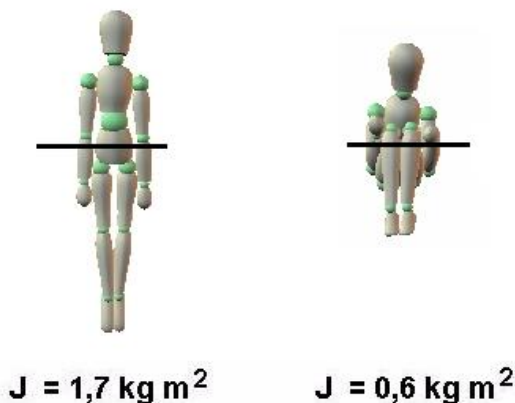
Med letom je vrtilna količina konstantna: $\vec{\Gamma} = \sum \Delta m \cdot r^2 \times \vec{\omega} = \text{konst.}$

Telovadec lahko s krčenjem poveča kotno hitrost. S tem se zmanjša polmer kroženja r , pri nespremenjeni masi telovadca m se bistveno (s kvadratom r) zmanjša vztrajnostni moment J , posledica tega pa je povečanje kotne hitrosti.

Telovadec lahko z iztegovanjem zmanjša kotno hitrost. S tem se poveča polmer kroženja r , pri nespremenjeni masi telovadca m se (s kvadratom r) poveča vztrajnostni moment J , posledica tega pa je zmanjšanje kotne hitrosti.

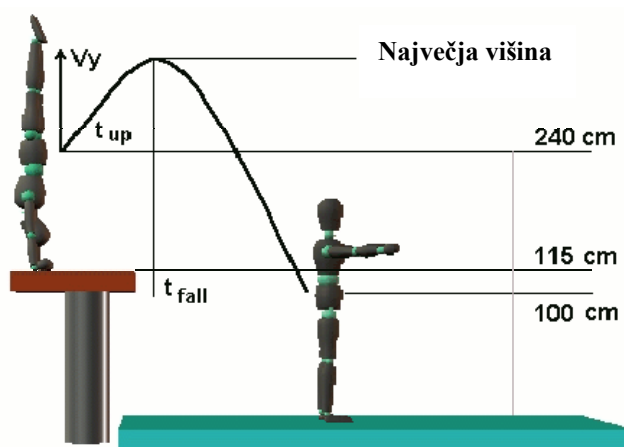
Položaj telesa telovadca je med letom lahko skrčen, sklonjen ali iztegnjen. Iz fizikalne zakonitosti izhaja, da je med letom vrtilna količina konstantna. Po ugotovitvah sovjetskih

avtorjev Petrova in Gagina (1974) lahko sprememba vztrajnostnega momenta okrog čelne osi pri iztegnjenem oziroma skrčenem položaju telesa povzroči skoraj potrojitev kotne hitrosti (velja za telovadca visokega 1,70 metra s težo 70 kilogramov) (slika 12).



Slika 12: Vztrajnostni moment J v čelni osi za iztegnjeni in skrčeni položaj telesa telovadca (po Petrovu, Gaginu, 1974 v Čuk, Karacsony, 2004).

Pot težišča telesa je parabolična, najprej se pomika navzgor in nato navzdol. Med letom je vodoravna komponenta hitrosti (x -os) konstantna in je potrebna le v tolikšni meri, da telovadec ne bo doskočil preblizu orodja (mize, konja). Hitrost v z -osi mora biti zelo majhna ali celo nič, saj mora telovadec pristati v pasu 40 centimetrov levo oziroma desno od sredine mize. Čas in višina leta sta odvisna od navpične komponente hitrosti (y -os) pri odzivu rok z mize. Večja navpična hitrost ima torej za posledico večjo višino in s tem daljšo fazo leta (slika 13) (povzeto po Čuk, Karacsony, 2004).



Slika 13: Parabola druge faze leta pri premetnih preskokih (Čuk, Karacsony, 2004)

Različni preskoki zahtevajo različne najmanjše čase leta. Zahtevnejši preskoki imajo več obratov okoli čelne osi (več saltov) in tudi več obratov okoli vzdolžne osi, za kar potrebujejo telovadci več časa. To pomeni, da si morajo telovadci prizadevati, da izvedejo čim močnejši odriv z mize.

Yeadon M. R. in drugi avtorji (1998) so s pomočjo kinematične analize raziskovali, kako izvedba prve faze leta pri preskoku premet salto naprej vpliva na izvedbo drugega leta. V raziskavo je bilo zajetih 27 telovadcev, ki so tekmovali na Državnem Kanadskem tekmovanju v gimnastiki leta 1993 na konju za preskok. S pomočjo statistične analize so ugotovili, da naslednji parametri prvega leta pomembno vplivajo na uspešno izvedbo druge faze leta: navpična hitrost, kot trupa in ramen pri dotiku rok z orodjem.

Kitajca Yang in Li (2000) sta na Svetovnem prvenstvu leta 2000 s pomočjo tekmovalcev analizirala preskok premet dvojni skrčeni salto naprej in ugotovila, da je povprečni čas druge faze leta 1.03 sekunde.

Še daljše čase druge faze leta je objavil Bernstein (1989) za Igorja Korobchinskega iz Ukrajine, ki je izvajal enak preskok (premet dvojni skrčeni salto naprej), kot sta jih analizirala Kitajca. V njegovem primeru je bil čas drugega leta 1.08 sekunde.

Čuk in Karacsony (2004) sta s pomočjo video posnetkov analizirala trajanje drugega leta vseh najzahtevnejših moških preskokov, ki so bili izvedeni leta 2002 na Svetovnem prvenstvu v Debrecenu, Madžarska. Ugotovila sta, da drugi let pri najtežjih preskokih traja od 0.80 sekunde (npr. Cukahara s 3/2 obrata okoli vzdolžne osi) do 1.08 sekunde (npr. premet dvojni skrčeni salto naprej s 1/2 obrata okoli vzdolžne osi).

Takei Y. in sodelavci (2007) so v svoji raziskavi s pomočjo kinematične analize določili spremenljivke, ki vplivajo na uspešen drugi let pri 23-tih preskokih premet dvojni skrčeni salto naprej na konju. Preskoki so bili posneti na Olimpijskih igrah leta 2000. S pomočjo korelacijske analize so pokazali, da na drugi let vpliva: vodoravna razdalja težišča telesa od prijema kolen do najvišje točke težišča telesa v drugi fazi leta; ugotovili so tudi, da dolžina druge faze leta v 86 % odloča o višini končne ocene.

Razdalja od odriva s konja do doskoka pomembno vpliva na oceno doskoka, če je razdalja prekratka se preskok slabše oceni.

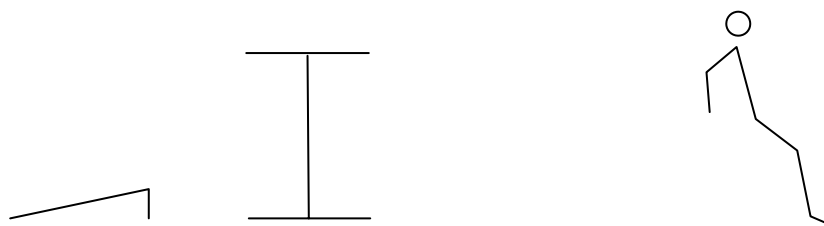
2.1.7 SEDMA FAZA – DOSKOK

Doskok je zadnja faza preskoka, kjer mora telovadec končati preskok v trenutni statični položaj. V zelo kratkem času mora telovadec proizvesti nasprotno silo sili gibanja in vrtilnemu momentu, da bi se prenehal premikati in vrteti. Pri doskoku lahko sila na telovadčevo telo preseže pet-kratno telesno težo (Čuk in Karacsony, 2004).

Glede na pravila morajo biti stopala skupaj, kar ni anatomski položaj in je v fizičnem smislu bolj težko, ker majhna oporna površina otežuje ravnotežje. Najboljši položaj rok je odročanje naprej.

Tekmovalec ima pri izvedbi doskoka tri naloge:

- a.) amortizacija udarca ob podlago
- b.) ohraniti ravnotežje telesa pri doskoku
- c.) izvesti značilne, tradicionalne estetske zahteve.



Slika 14: Prvi dotik nog s podlago pri doskoku

Glede na različne vrste preskokov ima telovadec naslednje strategije (Antonov, 1975):

- pri preskokih, kjer je navpična hitrost majhna, se doskok začne nežno na prste in se nato prenese na celotno stopalo z rahlim upogibom v kolenskem sklepu;
- za preskoke z vrtenjem naprej z veliko navpično hitrostjo mora biti doskok izveden najprej na pete s prenosom teže na cela stopala ali pa takoj s celimi stopali, z velikim upogibom v kolenskem sklepu;
- za preskoke z vrtenjem nazaj mora biti doskok izveden najprej s prsti in nato s celimi stopali ali na cela stopala s takojšnjim velikim upogibom v kolenskem sklepu.

Pri doskoku v mirujoči položaj mora vadeči obstati na mestu in zato izničiti celotno gibalno in vrtilno količino, ki jo je telo imelo v brezoporni fazi. Končni cilj doskoka je ravnotežni položaj telesa, ki ima celotno mehansko energijo enako potencialni, kar pomeni, da je kinetična energija enaka nič. Doskok močno vpliva na vtis (končno oceno preskoka). V končni fazi doskoka je skladno s tradicijo treba zadržati telo v položaju polčepa, z majhnim predklonom telesa in s predročenjem ven. Nato lahko telovadec izvede vzklon in izravnavo (Marinšek, 2007).

3.0 CILJI

- analizirati devet premet dvojnih skrčenih saltov naprej na starem konju za preskok
- analizirati devet premet dvojnih skrčenih saltov naprej na mizi za preskok
- ugotoviti glavne kinematične razlike pri prvini premet dvojni skrčeni salto naprej pri izvedbi na starem konju za preskok in mizi za preskok

4.0 HIPOTEZA

Ničelna hipoteza:

Predvidevamo, da med preskokoma premet dvojni skrčeni salto naprej čez starega konja in novo mizo za preskok ni razlik.

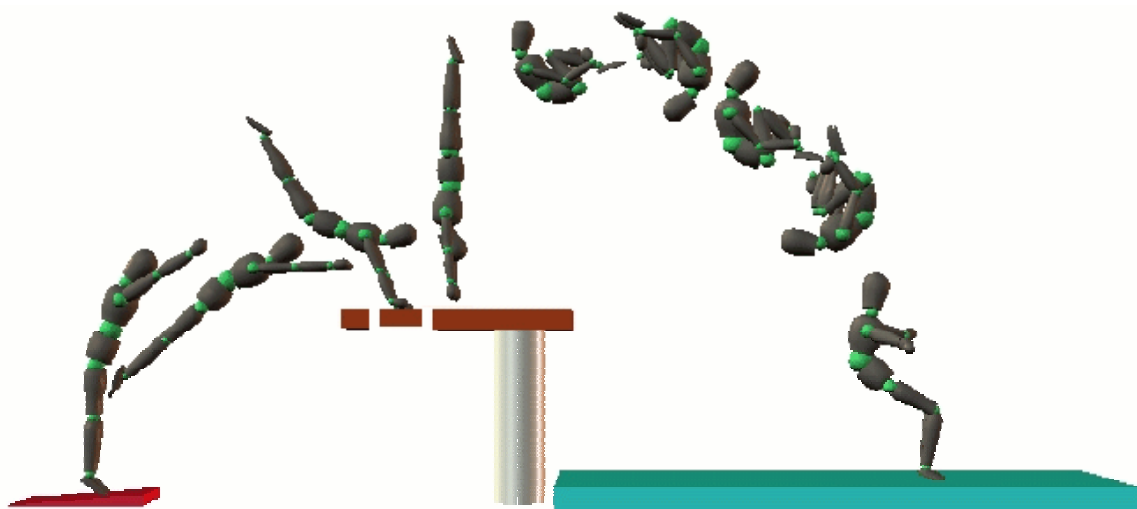
5.0 METODE DE LA

5.1. VZOREC MERJENCEV

Vzorec merjencev predstavljajo tekmovalci s Svetovnega pokala leta 2000 v Ljubljani, Slovenija (N=9) in tekmovalci s Svetovnega prvenstva leta 2002 v Debrecenu, Madžarska (N=9), ki so izvajali premet dvojni skrčeni salto naprej.

5.2. VZOREC PRVIN

Prvina je definirana v pravilniku Mednarodne gimnastične zveze (FIG 2001b, 2006) in ima točno določeno težavnost. Prvina premet dvojni skrčeni salto naprej je vrhunska gimnastična prvina na preskoku, sestavljena iz vrtenja naprej okoli čelne osi (slika 15).



Slika 15: Preskok premet dvojni skrčeni salto naprej (Čuk, Karacsony, 2004)

IME PRVINE	VREDNOST
Premet dvojni skrčeni salto naprej	6.60 točke

5.3. VZOREC SPREMENLJIVK

Vzorec spremenljivk predstavlja sklop kinematičnih parametrov, ki so bili izračunani na podlagi 15 - segmentnega modela telovadca (Sušanka s sodelavci, 1987); model sestavlja šestnajst antropometrijskih točk in točka težišča telesa.

Celoten preskok smo razdelili na sedem faz, iz katerih smo za analizo izbrali devet pomembnih položajev (Čuk, Karacsony, 2004).

- **1. FAZA – Zalet (pripravljalna faza)**
- **2. FAZA – Naskok na odskočno desko**
- **3. FAZA – Opora in odriv z odskočne deske**
 - 1. Prvi dotik stopal z odskočno desko
 - 2. Zadnji dotik stopal z odskočno desko
- **4. FAZA – Prvi let (na orodje)**
- **5. FAZA – Opora in odriv z orodja**
 - 3. Prvi dotik orodja z rokami
 - 4. Zadnji dotik orodja z rokami
- **6. FAZA – Drugi let**
 - 5. Največje skrčenje z nogami
 - 6. Največja višina težišča telesa
 - 7. Končan prvi salto
 - 8. Končan drugi salto
- **7. FAZA – Dосkok**
 - 9. Prvi dotik stopal s podlago

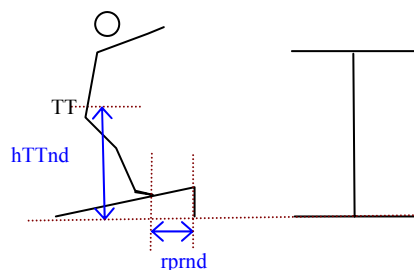
V kinematično analizo nismo zajeli prvih dveh faz, in sicer zalet in naskok na odskočno desko. Zaleta in naskoka na odskočno desko nismo analizirati zaradi dolžine celotnega preskoka. V nadaljevanju so spremenljivke opisane od tretje faze dalje. Določili smo vse tiste spremenljivke, kjer smo predvidevali, da se bodo pokazale razlike med orodjema (mizo, konjem). Skupno število spremenljivk je 104. Vse spremenljivke razdalj so merjene v metrih, hitrosti v metrih / sekundo, koti v stopinjah in kotne hitrosti v stopinjah na sekundo.

3. FAZA – Opora in odziv z odskočne deske

Prvi dotik stopal z odskočno desko

Razdalja

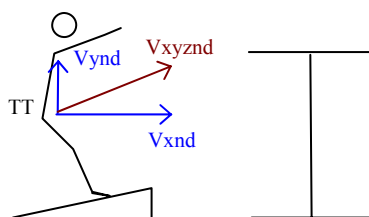
Slika 16: Prvi dotik stopal z odskočno desko (višina TT)



Legenda:	TT	.....	težišče telesa
	h_{TTnd}	.....	višina težišča telesa pri prvem dotiku stopal z odskočno desko
	r_{prnd}	.....	razdalja od prstov do roba odskočne deske

Hitrosti

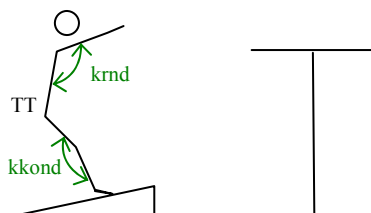
Slika 17: Prvi dotik stopal z odskočno desko (hitrosti)



Legenda:	V_{xnd}	.....	hitrost v smeri x pri prvem dotiku stopal z odskočno desko
	V_{ynd}	.....	hitrost v smeri y pri prvem dotiku stopal z odskočno desko
	V_{xyznd}	.....	skupna hitrost (xyz) pri prvem dotiku stopal z odskočno desko

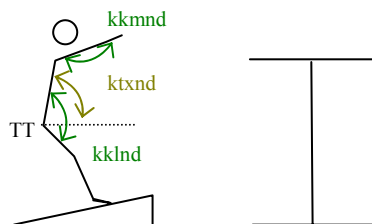
Koti

Slika 18: Prvi dotik stopal z odskočno desko (kota v kolenskem in ramenskem sklepu)



Legenda:	$krnd$	.....	kot v ramenskem sklepu pri prvem dotiku stopal z odskočno desko
	$kkond$	.....	kot v kolenskem sklepu pri prvem dotiku stopal z odskočno desko

Slika 19: Prvi dotik stopal z odskočno desko (kota v komolčnem in kolčnem sklepu ter kot trupa glede na x os)

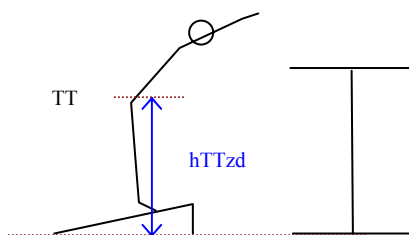


Legenda: $kkmnd$ kot v komolčnem sklepu pri prvem dotiku stopal z odskočno desko
 $kklnd$ kot v kolčnem sklepu pri prvem dotiku stopal z odskočno desko
 $ktxnd$ kot trupa glede na x os pri prvem dotiku stopal z odskočno desko

Zadnji dotik stopal z odskočno desko

Razdalja

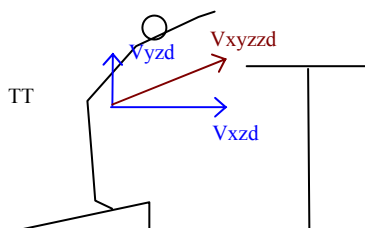
Slika 20: Zadnji dotik stopal z odskočno desko (višina TT)



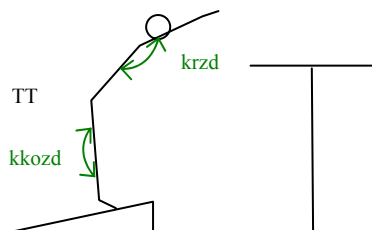
Legenda: TT težišče telesa
 $hTTzd$ višina težišča telesa pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko

Hitrosti

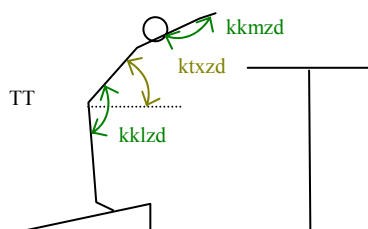
Slika 21: Zadnji dotik stopal z odskočno desko (hitrosti)



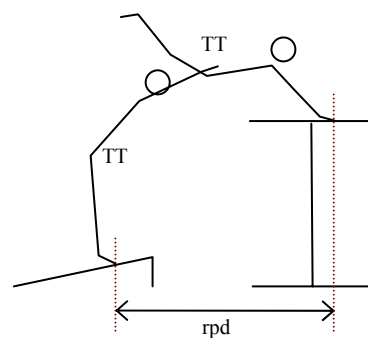
Legenda: $Vxzd$ hitrost v smeri x pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko
 $Vyzd$ hitrost v smeri y pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko
 $Vxyzzd$ skupna hitrost (xyz) pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko

Koti**Slika 22:** Zadnji dotik stopal z odskočno desko (kota v kolenskem in ramenskem sklepu)

Legenda: *krzd* kot v ramenskem sklepu pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko
 kkozd kot v kolenskem sklepu pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko

Slika 23: Zadnji dotik stopal z odskočno desko (kota v komolčnem in kolčnem sklepu ter kot trupa glede na x os)

Legenda: *kkmzd* kot v komolčnem sklepu pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko
 kklzd kot v kolčnem sklepu pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko
 ktxzd kot trupa glede na x os pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko

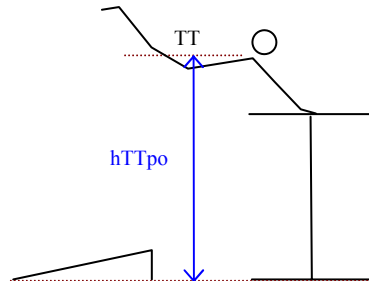
4. FAZA – Prvi let**Razdalja****Slika 24:** Dolžina prvega leta

Legenda: *TT* težišče telesa
 rpd razdalja od prstov noge do prijema orodja z roko

5. FAZA – Opora in odziv z orodja

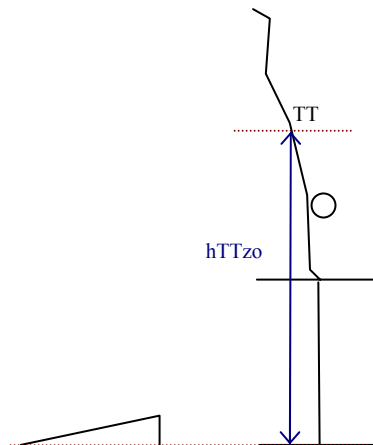
Razdalje

Slika 25: Prvi dotik rok pri opori na orodje (višina TT)



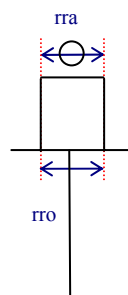
Legenda: TT težišče telesa
 h_{TTpo} višina težišča telesa pri prvem dotiku rok z orodjem

Slika 26: Zadnji dotik rok pri opori na orodje (višina TT)



Legenda: TT težišče telesa
 h_{TTzo} višina težišča telesa pri zadnjem dotiku rok z orodjem

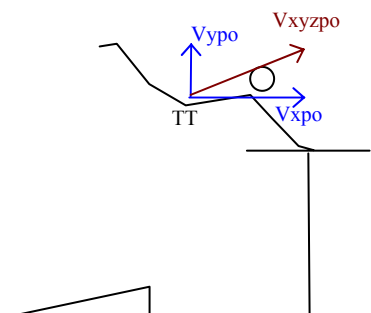
Slika 27: Širina ramen in širina prijema rok v fazi opore na orodje



Legenda: rra širina ramen
 rro širina prijema na orodje
 r širina ramen / širina prijema orodja

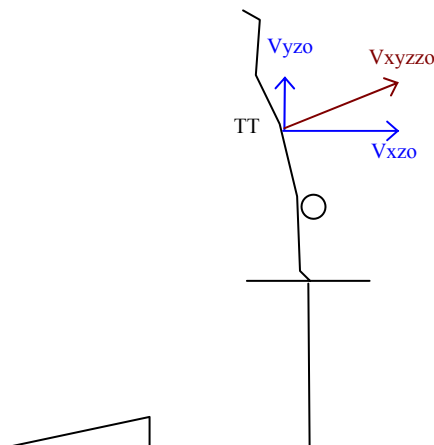
Hitrosti

Slika 28: Prvi dotik rok pri opori na orodje (hitrosti)



Legenda: V_{xpo} hitrost v smeri x pri prvem dotiku rok z orodjem
 V_{ypo} hitrost v smeri y pri prvem dotiku rok z orodjem
 V_{xyzpo} skupna hitrost (xyz) pri prvem dotiku rok z orodjem

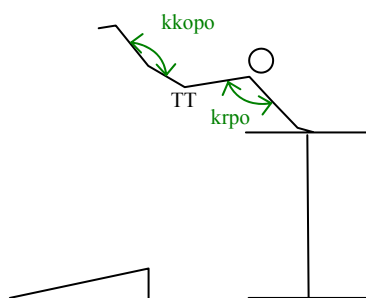
Slika 29: Zadnji dotik rok pri opori na orodje (hitrosti)



Legenda: V_{xzo} hitrost v smeri x pri zadnjem dotiku rok z orodjem
 V_{yzo} hitrost v smeri y pri zadnjem dotiku rok z orodjem
 V_{xyzzo} skupna hitrost (xyz) pri zadnjem dotiku rok z orodjem

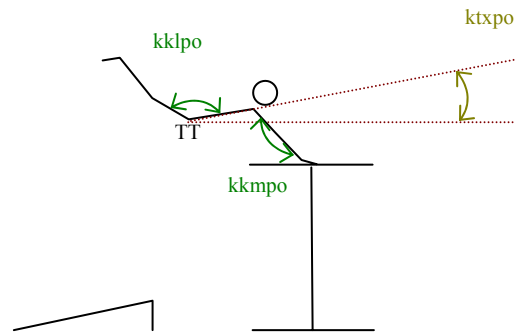
Koti

Slika 30: Prvi dotik rok pri opori na orodje (kota v kolenskem in ramenskem sklepu)



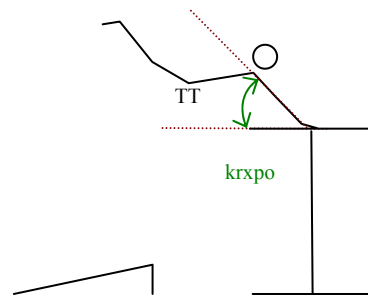
Legenda: $krpo$ kot v ramenskem sklepu pri prvem dotiku rok z orodjem
 $kkopo$ kot v kolenskem sklepu pri prvem dotiku rok z orodjem

Slika 31: Prvi dotik rok pri opori na orodje (kota v komolčnem in kolčnem sklepu ter kot trupa glede na x os)



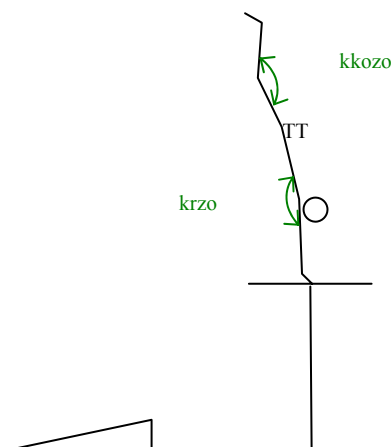
Legenda: *kkmpo* kot v komolčnem sklepu pri prvem dotiku rok z orodjem
 kklpo kot v kolčnem sklepu pri prvem dotiku rok z orodjem
 ktxpo kot trupa glede na x os pri prvem dotiku rok z orodjem

Slika 32: Prvi dotik rok pri opori na orodje (kot med roko in x osjo)



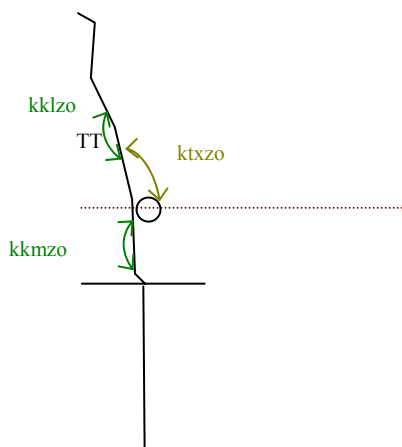
Legenda: *krxpo* kot med roko in x osjo pri prvem dotiku rok z orodjem

Slika 33: Zadnji dotik rok pri opori na orodje (kota v kolenskem in ramenskem sklepu)



Legenda: *krzo* kot v ramenskem sklepu pri zadnjem dotiku rok z orodjem
 kkozo kot v kolenskem sklepu pri zadnjem dotiku rok z orodjem

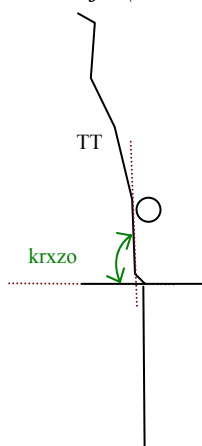
Slika 34: Zadnji dotik rok pri opori na orodje (kota v komolčnem in kolčnem sklepu ter kot trupa glede na x os)



Legenda:

<i>kkmzo</i>	.....	kot v komolčnem sklepu pri zadnjem dotiku rok z orodjem
<i>kklzo</i>	.....	kot v kolčnem sklepu pri zadnjem dotiku rok z orodjem
<i>ktxzo</i>	.....	kot trupa glede na x os pri zadnjem dotiku rok z orodjem

Slika 35: Zadnji dotik rok pri opori na orodje (kot med roko in x osjo)



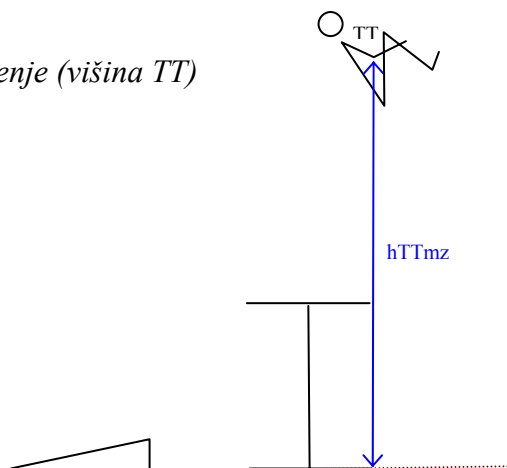
Legenda:

<i>krxzo</i>	kot med roko in x osjo pri zadnjem dotiku rok z orodjem
--------------	-------	---

6. FAZA – Drugi let

Razdalje

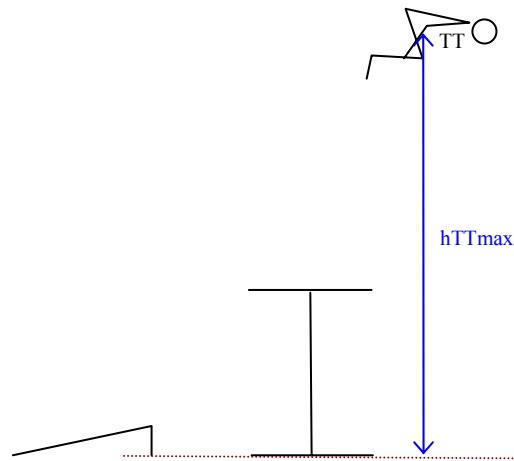
Slika 36: Največje skrčenje (višina TT)



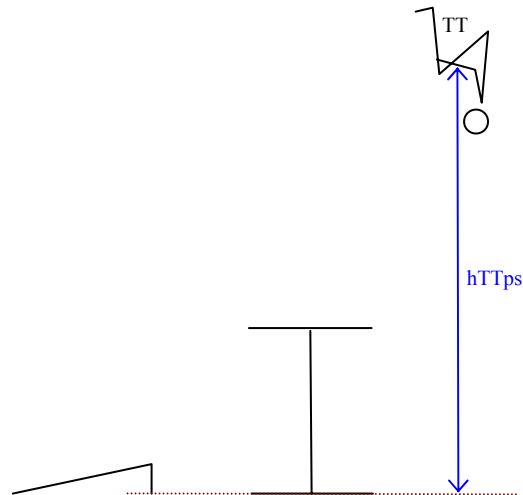
Legenda:

<i>TT</i>	.....	težišče telesa
<i>hTTmz</i>	.....	višina težišča telesa pri največjem skrčenju

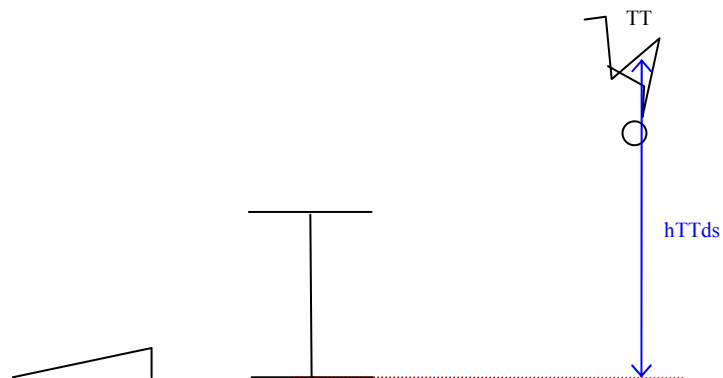
Slika 37: Največja višina težišča telesa



Legenda: TT težišče telesa
 h_{TTmax} največja višina težišča telesa

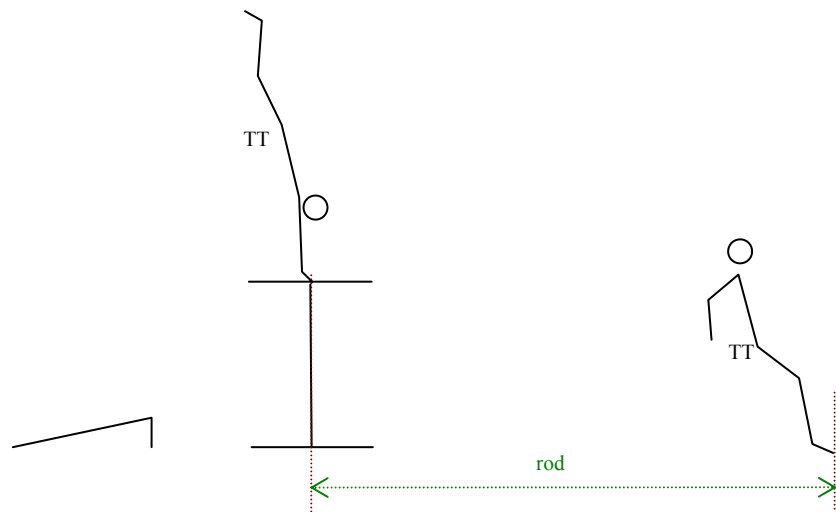
Slika 38: Končan prvi salto (višina TT)

Legenda: TT težišče telesa
 h_{TTps} višina težišča telesa pri končanem prvem saltu

Slika 39: Končan drugi salto (višina TT)

Legenda: TT težišče telesa
 h_{TTds} višina težišča telesa pri končanem drugem saltu

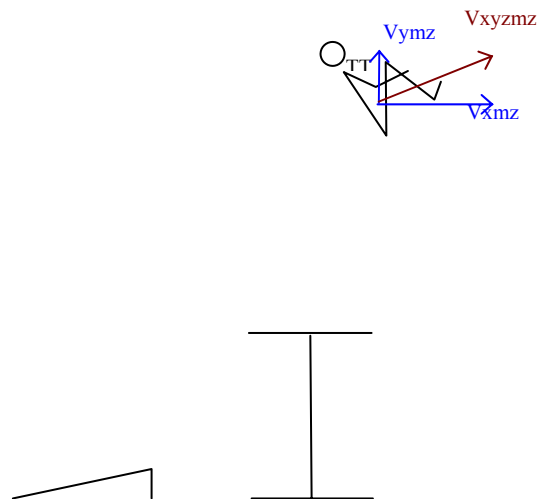
Slika 40: Razdalja od opore na orodje do dotika stopal pri doskoku



Legenda: rod razdalja od opore na orodje do prvega dotika stopal pri doskoku
 TT težišče telesa

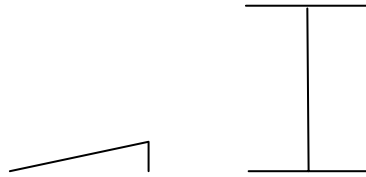
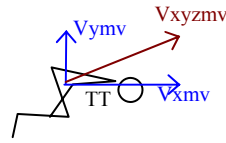
Hitrosti

Slika 41: Največje skrčenje (hitrosti)



Legenda: $Vxmz$ hitrost v smeri x pri največjem skrčenju
 $Vymz$ hitrost v smeri y pri največjem skrčenju
 $Vxymz$ skupna hitrost (xyz) pri največjem skrčenju

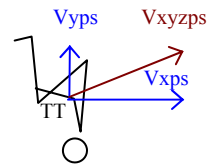
Slika 42: Največja višina težišča telesa (hitrosti)



Legenda:

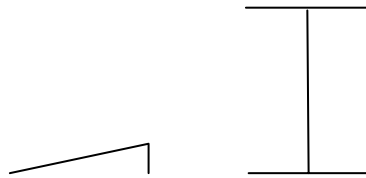
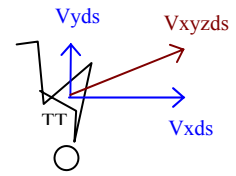
V_{xmv}	.....	hitrost v smeri x pri največji višini težišča telesa
V_{ymv}	.....	hitrost v smeri y pri največji višini težišča telesa
V_{xyzmv}	.....	skupna hitrost (xyz) pri največji višini težišča telesa

Slika 43: Končan prvi salto (hitrosti)

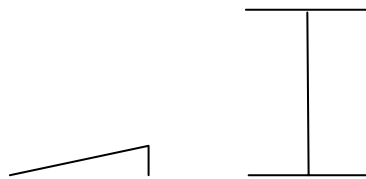
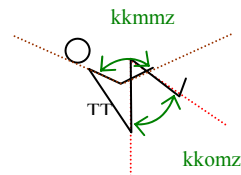


Legenda:

V_{xps}	.....	hitrost v smeri x pri končanem prvem saltu
V_{yps}	.....	hitrost v smeri y pri končanem prvem saltu
V_{xyzps}	.....	skupna hitrost (xyz) pri končanem prvem saltu

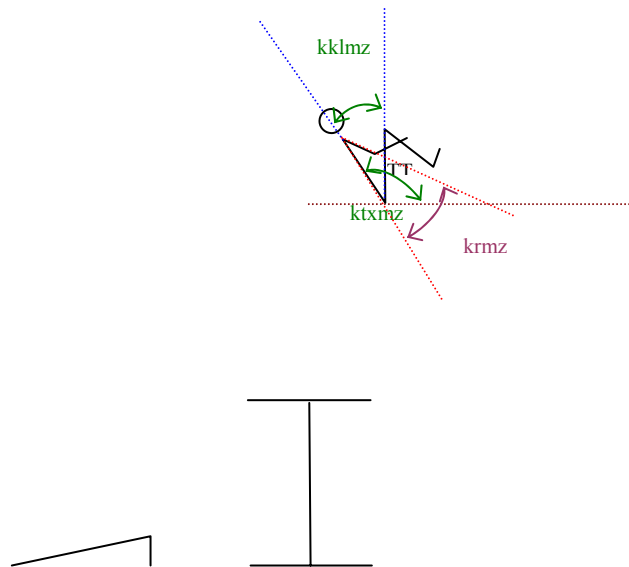
Slika 44: Končan drugi salto (hitrosti)

Legenda: $Vxds$ hitrost v smeri x pri končanem drugem saltu
 $Vyds$ hitrost v smeri y pri končanem drugem saltu
 $Vxyzds$ skupna hitrost (xyz) pri končanem drugem saltu

KotiSlika 45: Največje skrčenje (kota v kolenskem in komolčnem sklepu)

Legenda: $kkmmz$ kot v komolčnem sklepu pri največjem skrčenju
 $kkomz$ kot v kolenskem sklepu pri največjem skrčenju

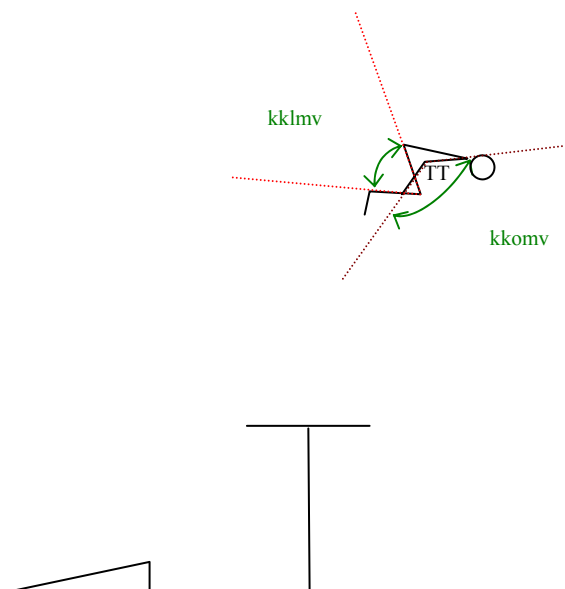
Slika 46: Največje skrčenje (kota v ramenskem in kolčnem sklepu ter kot trupa glede na x os)



Legenda:

<i>krmz</i>	.....	<i>kot v ramenskem sklepu pri največjem skrčenju</i>
<i>kklmz</i>	.....	<i>kot v kolčnem sklepu pri največjem skrčenju</i>
<i>ktxmz</i>	.....	<i>kot trupa glede na x os pri največjem skrčenju</i>

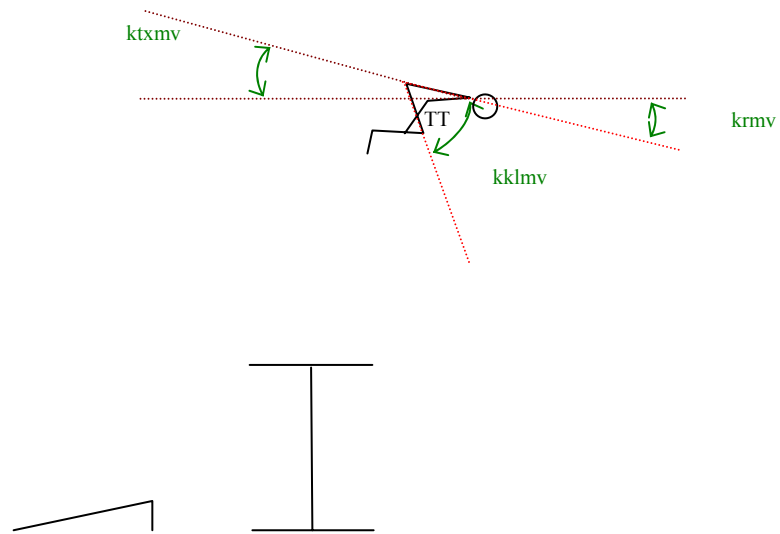
Slika 47: Največja višina težišča telesa (kota v kolenskem in komolčnem sklepu)



Legenda:

<i>kkomv</i>	.....	<i>kot v komolčnem sklepu pri največji višini težišča telesa</i>
<i>kklmv</i>	.....	<i>kot v kolenskem sklepu pri največji višini težišča telesa</i>

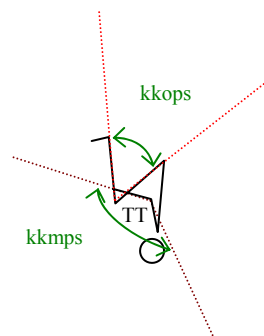
Slika 48: Največja višina težišča telesa (kota v ramenskem in kolčnem sklepu ter kot trupa glede na x os)



Legenda:

$krmv$	.....	kot v ramenskem sklepu pri največji višini težišča telesa
$kklmv$	.....	kot v kolčnem sklepu pri največji višini težišča telesa
$ktxmv$	.....	kot trupa glede na x os pri največji višini težišča telesa

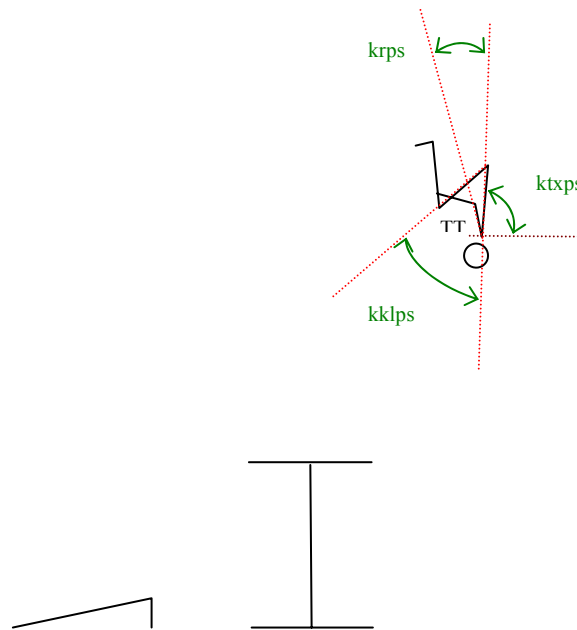
Slika 49: Končan prvi salto (kota v kolenskem in komolčnem sklepu)



Legenda:

$kkmps$	.....	kot v komolčnem sklepu pri končanem prvem saltu
$kkops$	.....	kot v kolenskem sklepu pri končanem prvem saltu

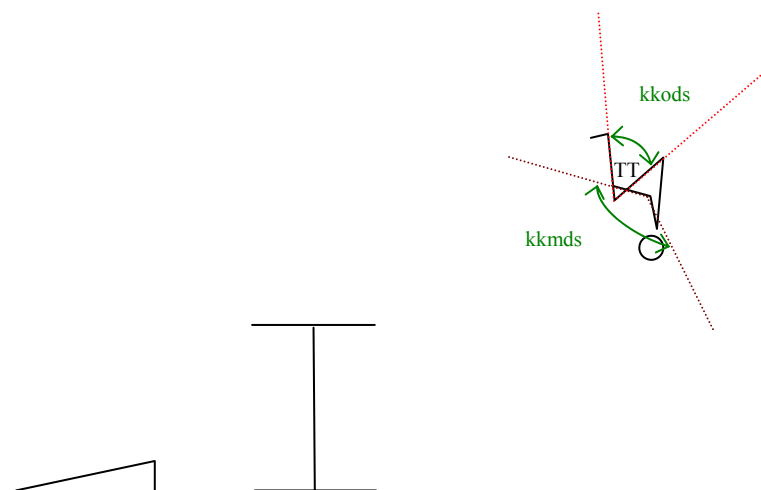
Slika 50: Končan prvi salto (kota v ramenskem in kolčnem sklepu ter kot trupa glede na x os)



Legenda:

<i>krps</i>	.....	<i>kot v ramenskem sklepu pri končanem prvem saltu</i>
<i>kklps</i>	.....	<i>kot v kolčnem sklepu pri pri končanem prvem saltu</i>
<i>ktxps</i>	.....	<i>kot trupa glede na x os pri končanem prvem saltu</i>

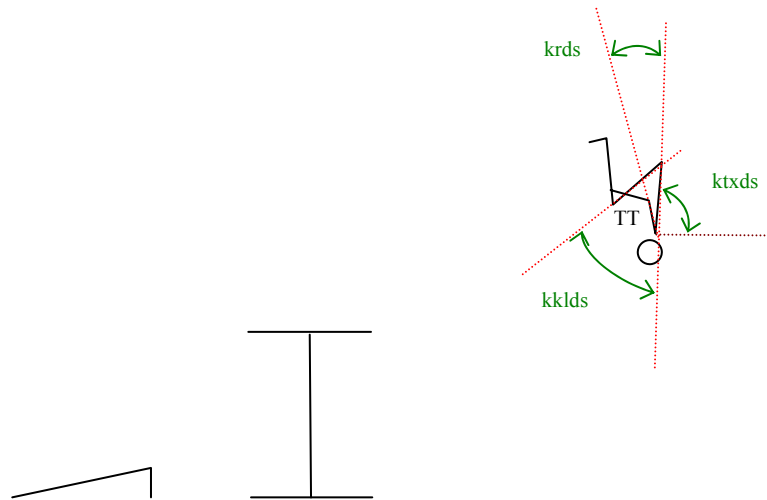
Slika 51: Končan drugi salto (kota v kolenskem in komolčnem sklepu)



Legenda:

<i>kkmds</i>	.....	<i>kot v komolčnem sklepu pri končanem drugem saltu</i>
<i>kkods</i>	.....	<i>kot v kolenskem sklepu pri končanem drugem saltu</i>

Slika 52: Končan drugi salto (kota v ramenskem in kolčnem sklepu ter kot trupa glede na x os)

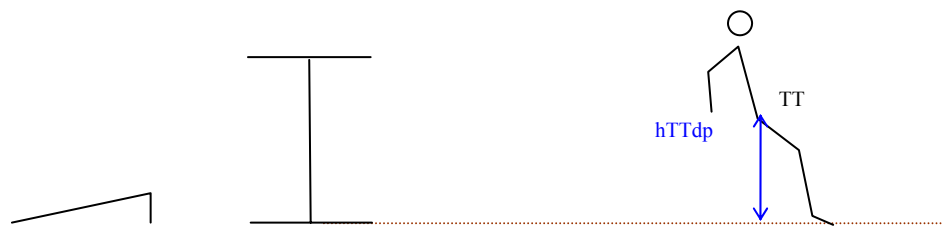


Legenda: *krds* kota v ramenskem sklepu pri končanem drugem saltu
 kklds kota v kolčnem sklepu pri končanem drugem saltu
 ktxds kot trupa glede na x os pri končanem drugem saltu

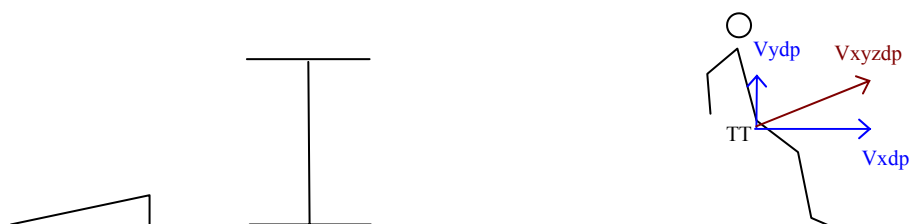
7. FAZA – Doskok

Razdalja

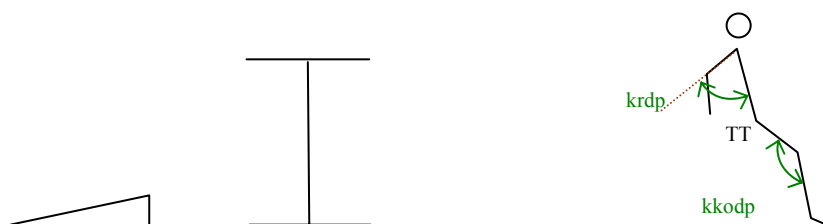
Slika 53: Prvi dotik nog s podlago pri doskoku (višina TT)



Legenda: *TT* težišče telesa
 hTTdp višina težišča telesa pri prvem dotiku nog s podlago

HitrostiSlika 54: Prvi dotik nog s podlago pri doskoku (hitrosti)

Legenda: $V_{x dp}$ hitrost v smeri x pri prvem dotiku nog s podlago
 $V_{y dp}$ hitrost v smeri y pri prvem dotiku nog s podlago
 $V_{xyz dp}$ skupna hitrost (xyz) pri prvem dotiku nog s podlago

KotiSlika 55: Prvi dotik nog s podlago pri doskoku (kota v kolenskem in ramenskem sklepu)

Legenda: $krdp$ kot v ramenskem sklepu pri prvem dotiku nog s podlago
 $kkodp$ kot v kolenskem sklepu pri prvem dotiku nog s podlago

Slika 56: Prvi dotik nog s podlago pri doskoku (kota v komolčnem in kolčnem sklepu, kot trupa glede na x os, kot TT glede na x os))

Legenda: $kkmdp$ kot v komolčnem sklepu pri prvem dotiku nog s podlago
 $kkldp$ kot v kolčnem sklepu pri prvem dotiku nog s podlago
 $ktxdp$ kot trupa glede na x os pri prvem dotiku nog s podlago
 $kTTxdp$ kot TT glede na x os pri prvem dotiku nog s podlago

5.4. METODE OBDELAVE PODATKOV

5.4.1. Biomehanske analize

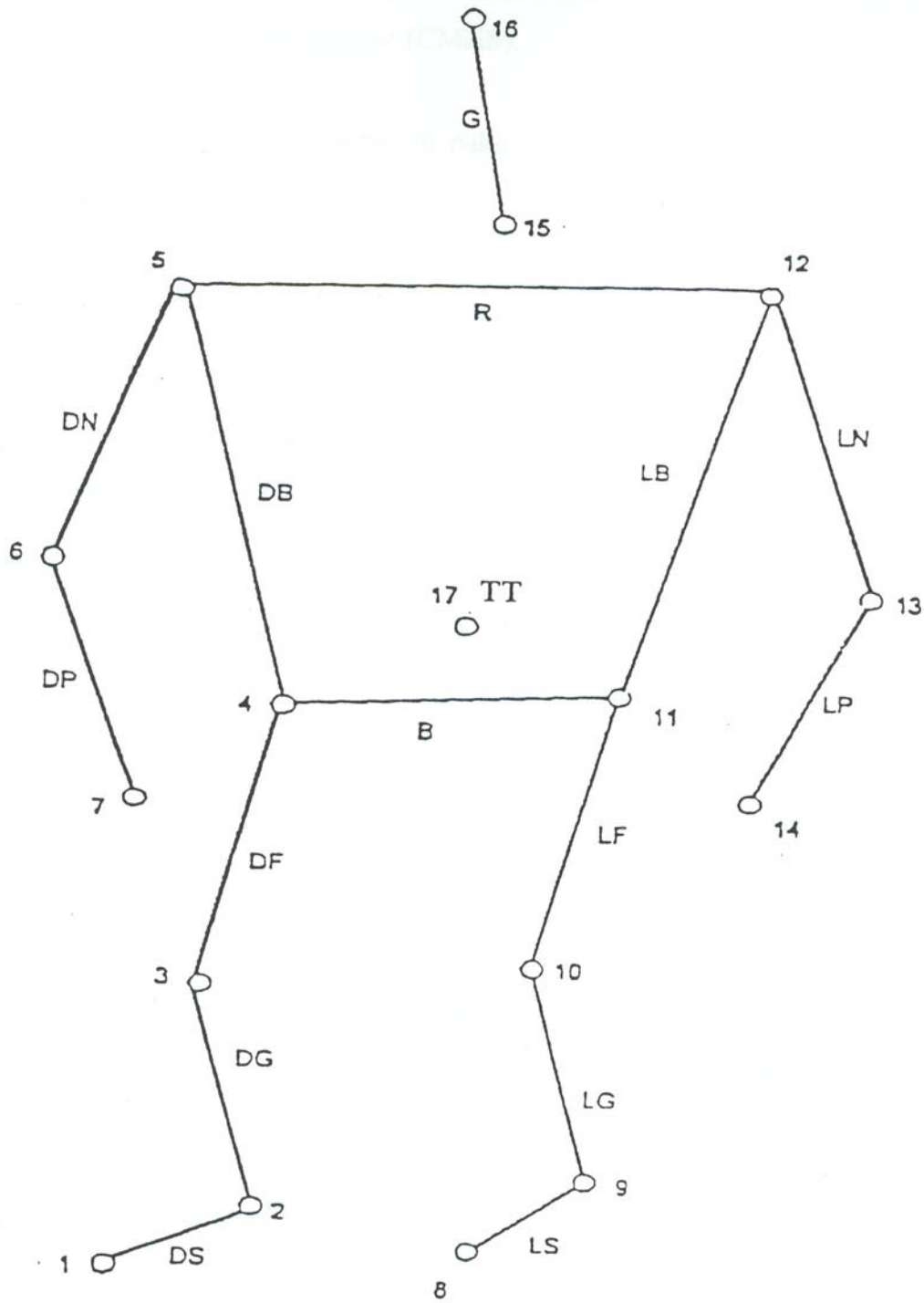
Podatki so bili zbrani in obdelani po standardni metodi obdelave, kot jo zahteva Conspport motion analyses systems (CMAS). Za kinematično analizo smo uporabili programsko opremo APAS-Ariel performance analyses system (Ariel Dynamics Inc., SanDiego, Ca). Uporabili smo Sušankin (1987) 15-segmentni model telesa, katerega smo definirali s 17-timi referenčnimi točkami.

Antropometrične točke so prikazane na modelu človeka in predstavljajo (slika 57):

1. desno stopalo
2. desni gleženj
3. desno koleno
4. desni bok
5. desno ramo
6. desni komolec
7. desno zapestje
8. levo stopalo
9. levi gleženj
10. levo koleno
11. levi bok
12. levo ramo
13. levi komolec
14. levo zapestje
15. vrat v višini brade
16. teme
17. težišče telesa

Po dve točki med seboj povezuje daljica. Tako dobljene daljice predstavljajo naslednje segmente človeškega telesa (slika 57):

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| G - glava | DB - desna stran trupa |
| R - širina ramen | LF - leva stegnenica |
| LN - leva nadlaket | DF - desna stegnenica |
| DN - desna nadlaket | LG - leva golen |
| LP - leva podlaket | DG - desna golen |
| DP - desna podlaket | LS - levo stopalo |
| B - širina bokov | DS - desno stopalo |
| LB - leva stran trupa | |



Slika 57 : Petnajst segmentni model določen s šestnajstimi povezovalnimi točkami in težiščem telesa (Sušanka s sodelavci, 1987)

Videozapis gibanja je bil s pomočjo paketa računalniškega programa CMAS prenesen v kvantitativne podatke po naslednjih postopkih:

1. Definiranje želene konfiguracije:

- točke obdelave,
- segmenti obdelave,
- biomehanični masni model,
- referenčne točke prostora,
- enote merjenja.

2. Digitalizacija podatkov z videozapisa.

3. Transformiranje parametrov iz dvodimenzionalnih v tridimenzionalne parametre.

4. Glajenje.

Pri digitalizaciji video zapisa je prišlo pri nekaterih točkah do nelogičnega odstopanja (napake), zato smo ta odstopanja s posebnim matematičnim digitalnim filtrom jakosti stopnje 7 zmanjšali oziroma odpravili.

5. Numerična in grafična analiza gibanja.

6. Transformacija podatkov v obliko, ki je primerna za statistično obdelavo.

Analiziran element je izveden v povezavi s predhodnim zaletom. Pred pričetkom digitalizacije gibanja smo zato morali določiti število uvodnih slik pred pričetkom izvajanja samega elementa. Z digitalizacijo prvine smo začeli pet slik prej, predno se je telovadec dotaknil odzivne deske z nogami in končali deset (pri mizi) oziroma pet (pri konju) slik po tem, ko je telovadec doskočil.

5.4.2. Statistične analize

Statistična obdelava podatkov je bila izvedena s pomočjo statističnega programa SPSS (Statistical package for the social sciences, 12.0, Chicago, IL, USA).

Najprej smo testirali razlike v kvaliteti preskokov na konju in mizi (χ^2 po Sagadinu (1977, 1979)). V izračunu smo med seboj primerjali število padcev na obeh orodjih (miza, konj) pri doskoku. Pri preskoku čez mizo so trije telovadci padli pri doskoku, pri preskoku čez konja pa štirje.

	Miza		Konj		
Dober doskok	A	6	B	5	A + B 11
Doskok s padcem	C	3	D	4	C + D 7
	A + C	9	B + D	9	

Preglednica 1: Število dobrih doskokov in doskokov s padcem na mizi in konju (χ^2 po Sagadinu)

$$\chi^2 = \frac{n \cdot (AD - BC)^2}{(A + B) \cdot (C + D) \cdot (A + C) \cdot (B + D)} = 0,12$$

Izračunani χ^2 po Sagadinu (1979) je 0,12 in ni statistično značilen. Upoštevali smo eno prostostno stopnjo, kar pomeni, da mora biti χ^2 manjši od 3,841 ($p < 0.05$), zato lahko nadaljujemo z ostalimi statističnimi metodami.

Za vse spremenljivke smo najprej s pomočjo računalniškega programa SPSS (12.0) naredili opisno statistiko (srednja vrednost, minimalna in maksimalna vrednost, standardni odklon, standardna napaka) (Košmelj, 1995, Blejec, 1989).

Za vsako spremenljivko smo nato naredili f-test (primerjava obeh varianc spremenljivke, dobljenih pri mizi in konju). Če je bil f-test statistično značilen ($p < 0.05$), je to pomenilo, da sta varianci različni (Sagadin, 1977).

Za ugotavljanje razlik med spremenljivkami med orodji (mizo, konjem) smo uporabili t-test za različne variance (f-test je bil statistično značilen) in t-test za enake variance (f-test ni bil statistično značilen) (Sagadin, 1977).

5.4.3. Napake pri meritvi in obdelavi podatkov

Zanesljivost določanja koordinat točk telesa telovadca lahko kontroliramo z napako točke ali z napako dolžine segmentov delov telesa telovadca. Izbrali smo drugo možnost.

Omenili smo, da je standardni postopek (APAS) vključeval tudi filtriranje podatkov (z digitalnim filtrom stopnje 7). Ker je vpliv filtra na začetku in koncu večji, smo se napaki izognili tako, da nismo upoštevali prvih pet in zadnjih pet slik digitalizacije.

Vsak segment telesa telovadca je določen z dvema točkama. Teoretično bi lahko za ugotavljanje zanesljivosti izbrali vse segmente telesa. Izbrali smo dva segmenta telesa telovadca, ki ju je najlažje določiti in med samim gibanjem (preskokom) ne spreminjata svoje dolžine, to pa sta podlaht in golen. Ostali segmenti niso najbolj primerni, ker so: prekratki, kolčno in ramensko os je zaradi mišične mase in oblačil težko določiti, dolžina trupa se zaradi narave gibanja spreminja.

Za vsak segment smo določili dve točki in na podlagi točk izračunali povprečno dolžino obeh segmentov za celoten preskok.

	Goleno	Podlaht
X	0,414	0,247
Max	0,457	0,296
Min	0,370	0,211
SD	0,0176	0,0243

Preglednica 2: *Napaka dolžine goleni in podlahti*

Povprečna dolžina goleni je $\bar{X} = \pm 1,96 \cdot SD = 0,414 \pm 1,96 \cdot 0,0176$ metra, kar velja za 95 % vseh podatkov goleni ($p < 0,05$).

Povprečna dolžina podlahti je $\bar{X} = \pm 1,96 \cdot SD = 0,247 \pm 1,96 \cdot 0,0243$ metra, kar velja za 95 % vseh podatkov podlahti ($p < 0,05$).

Teoretično je ta napaka še manjša, saj smo upoštevali dve točki in pri vsaki točki smo upoštevali napako znotraj standardnega odklona, ta pa upošteva odklon obeh točk v obe stani.

Z gotovostjo lahko trdimo, da so dobljeni rezultati še vedno odličen približek analize tehnike preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej v tekmovalnih pogojih.

5.5 ORGANIZACIJA MERITEV

Meritve so bile izvedene leta 2000 na Svetovnem pokalu v Ljubljani (Slovenija) in leta 2002 na Svetovnem prvenstvu v Debrecenu (Madžarska).

Gibanje, ki je predmet analize, je bilo posneto z dvema digitalnima kamerama, postavljenima v prostoru pod kotom 90 stopinj. Hitrost snemanja obeh kamer je bila 50 slik na sekundo. Posnetke smo digitalizirali po standardnem postopku CMAS - a.

Med snemanjem kamer nismo nič več prestavljali. Za umerjanje prostora smo uporabili dve kocki s stranico en meter, ki smo jih po nekaj sekundah snemanja premaknili še na druga vnaprej določena mesta. Kocke za določitev prostora smo posneli nekaj ur pred samim tekmovanjem, da nismo ovirali telovadcev.

Razporeditev kamer je zagotavljala ustrezen kot snemanja. Kameri sta zajeli prostor od naskoka na odskočno desko do konca amortizacije pri doskoku. Ta razdalja je pri najdaljšem preskoku znašala 8 metrov. Večja je razdalja, večja je možnost napake. V projektu naloge smo se odločili, da postavimo kameri tako, da je bila napaka po dolžini in višini najmanjša. Narava našega problema je bila taka, da je komponenta gibanja po globini manj pomembna.

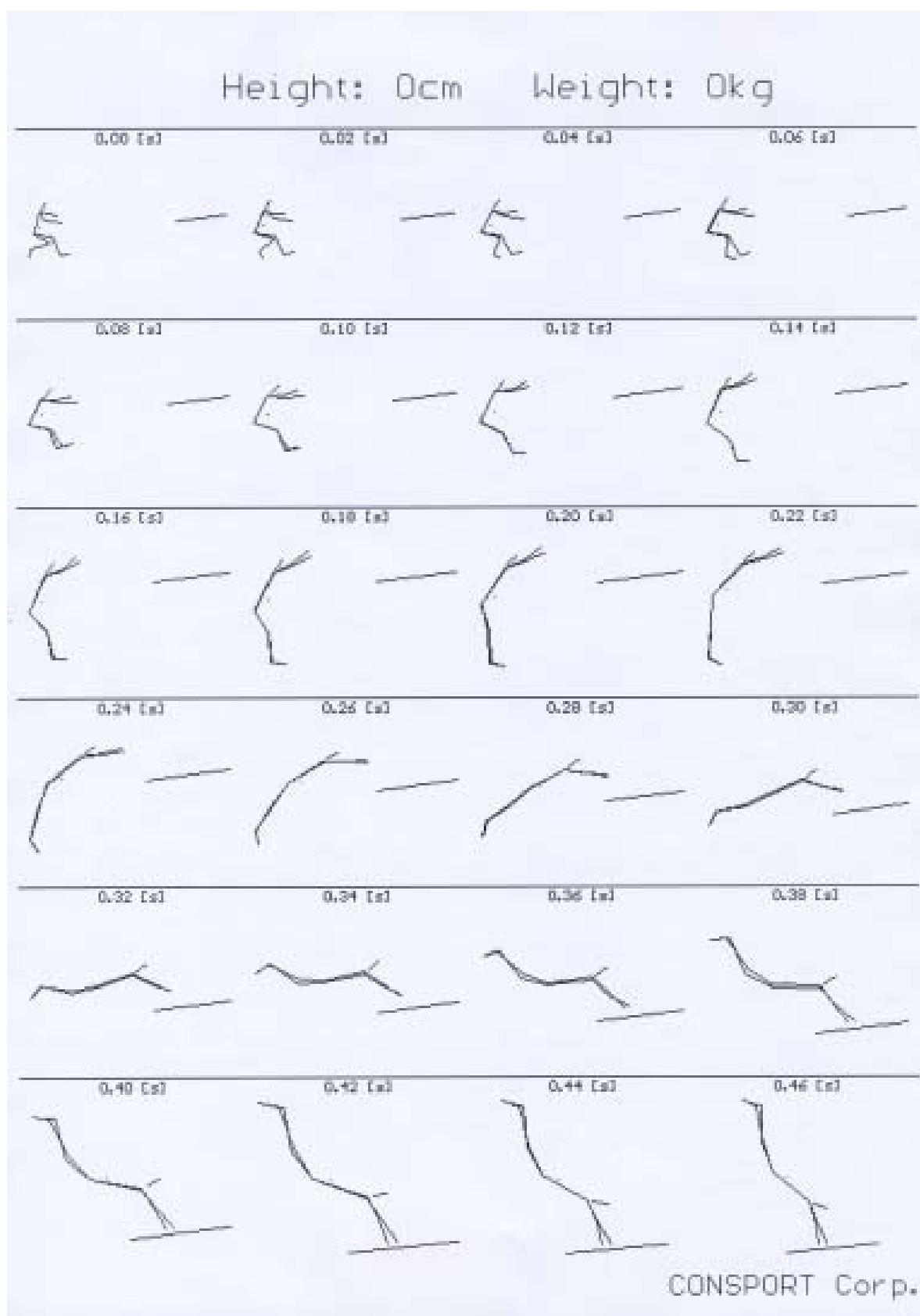
6.0 REZULTATI IN RAZLAGA

6.1 KINOGRAMI PRVINE PREMET DVOJNI SKRČENI SALTO NAPREJ

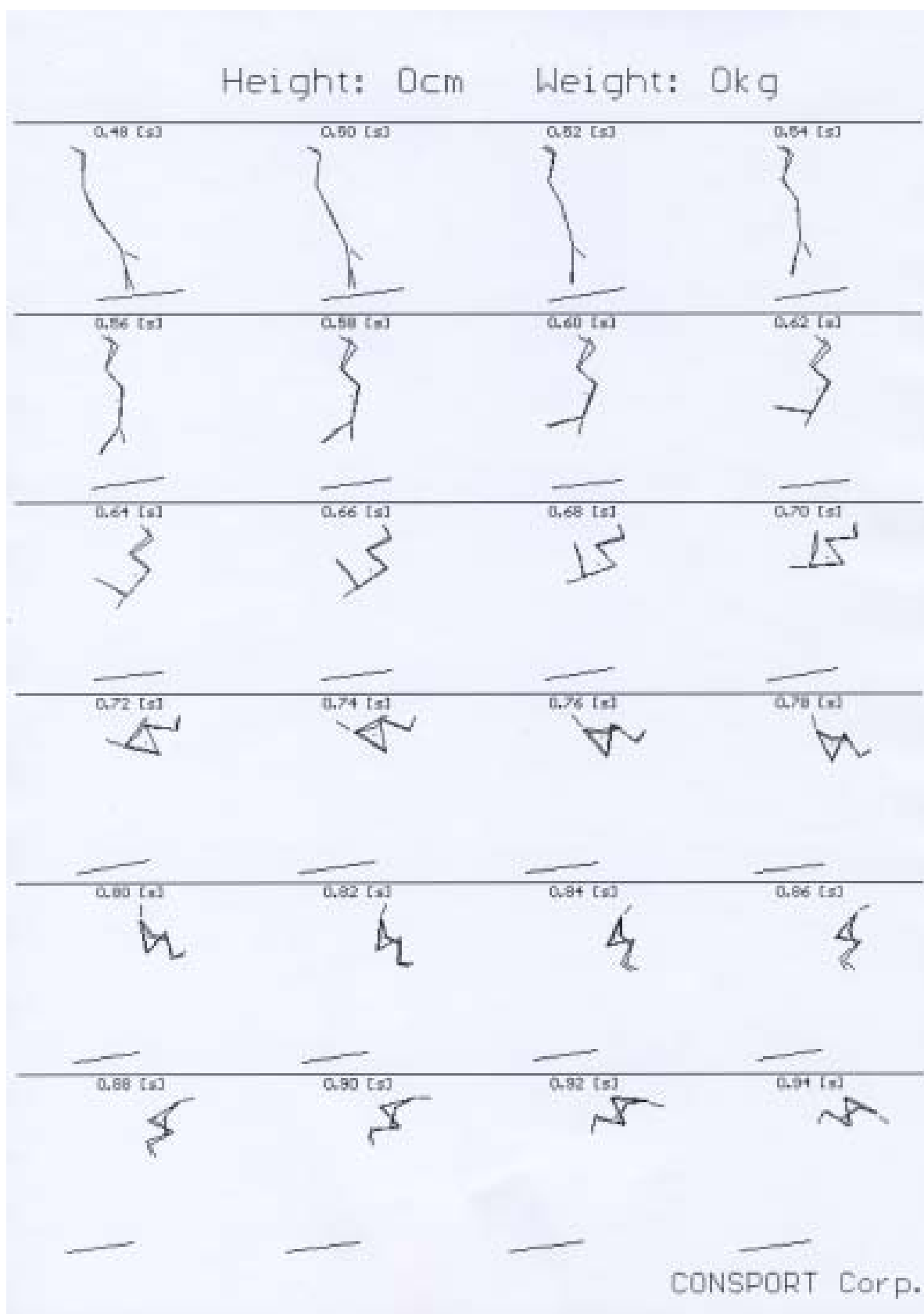
Na kinogramih so časovne kode, ki si sledijo vsaki dve stotinki sekunde. Hitrost snemanja je bila 50 posnetkov na sekundo. Te časovne kode nam omogočajo spremljanje kinematičnih spremenljivk pri izvedbi prvine.

V nadaljevanju sta predstavljena kinograma preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej na novi mizi in na starem konju za preskok.

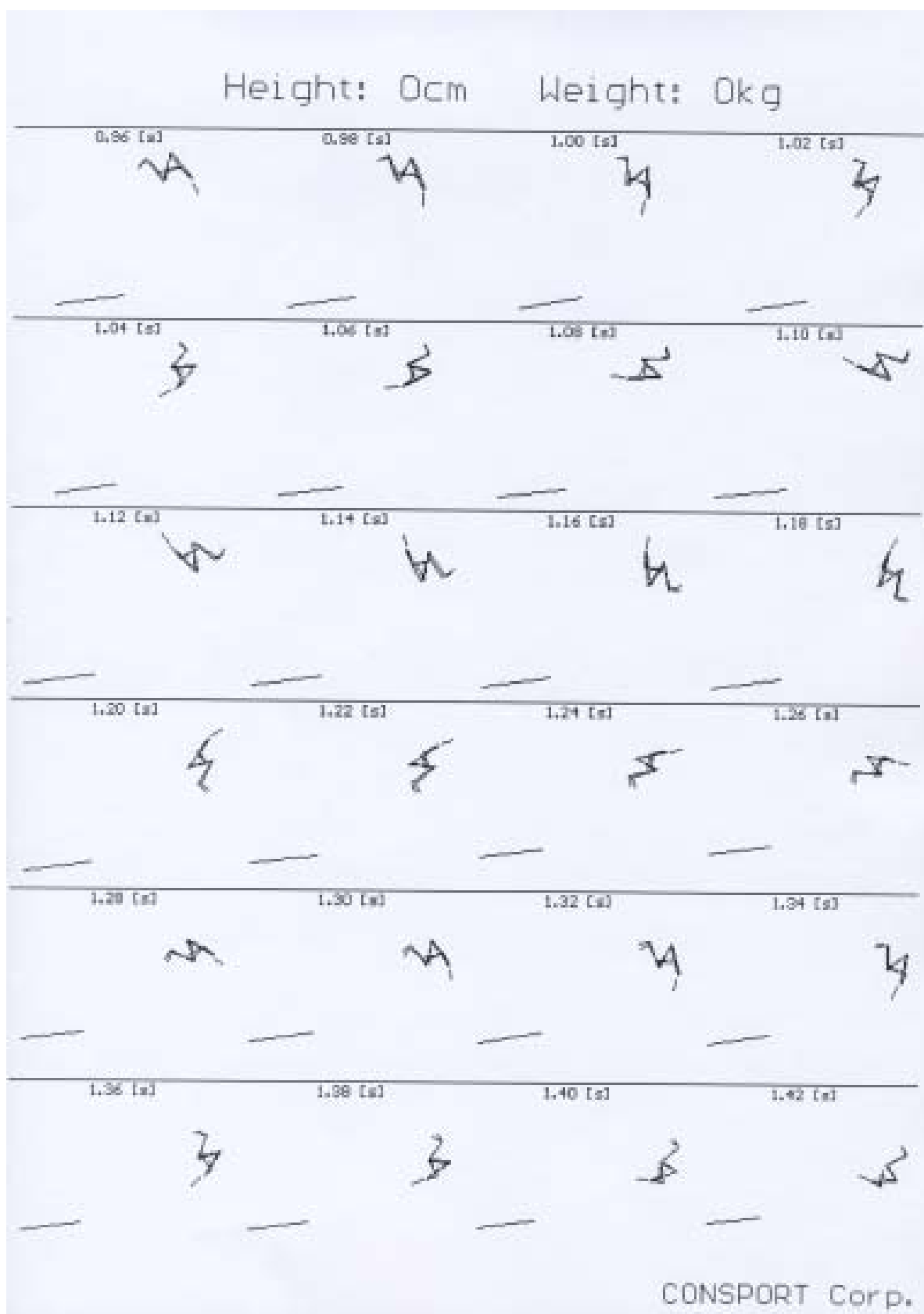
Kot kriterij izbire, kateri preskok bomo predstavili, je bil uspešen preskok (doskok brez padca), kar pomeni najvišja točka težišča telesa telovadca pri prvem dotiku nog s podlago pri doskoku.



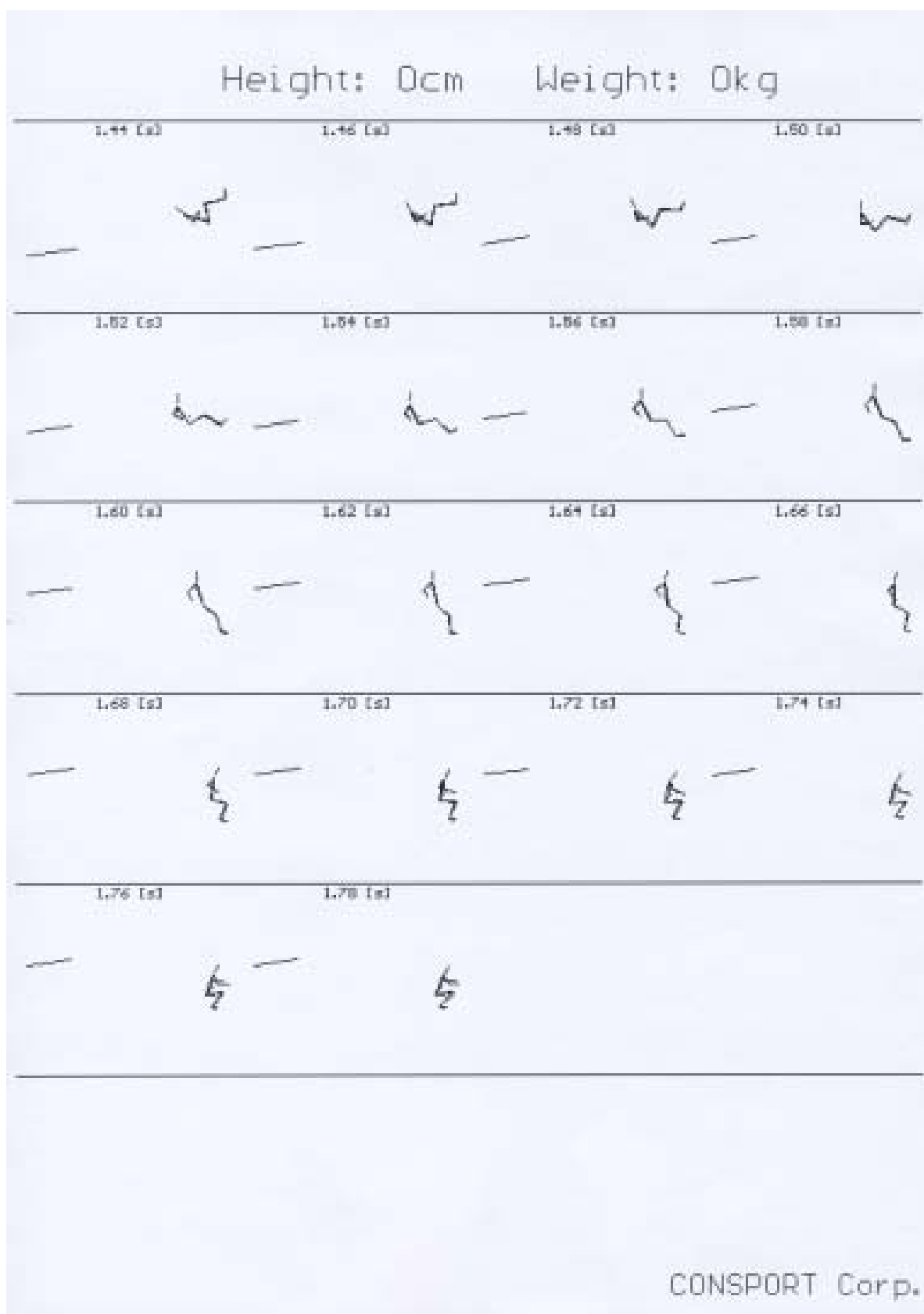
Slika 58: Kinogram preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej čez mizo (slika 1/4)



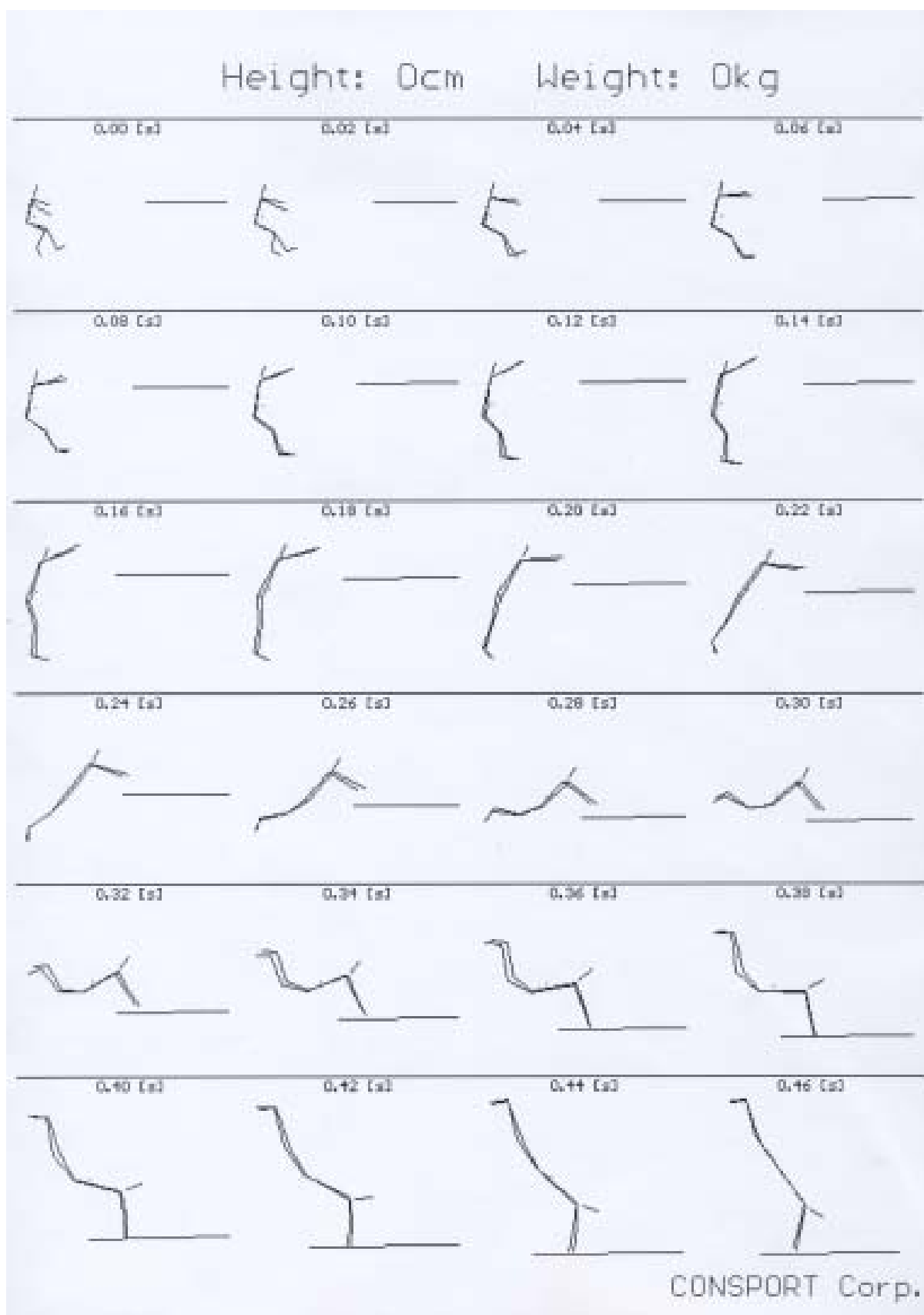
Slika 59: Kinogram preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej čez mizo (slika 2/4)



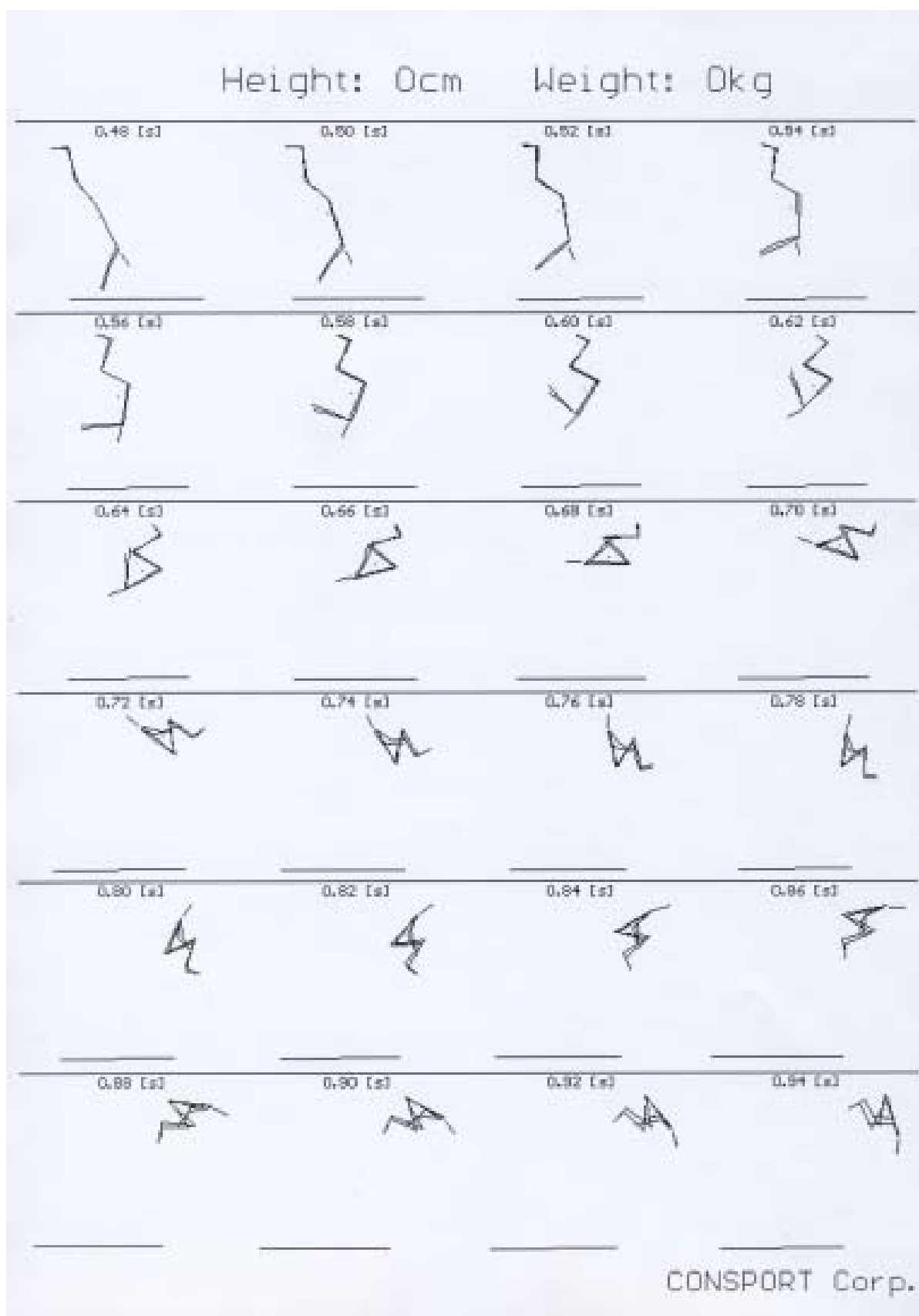
Slika 60: Kinogram preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej čez mizo (slika 3/4)



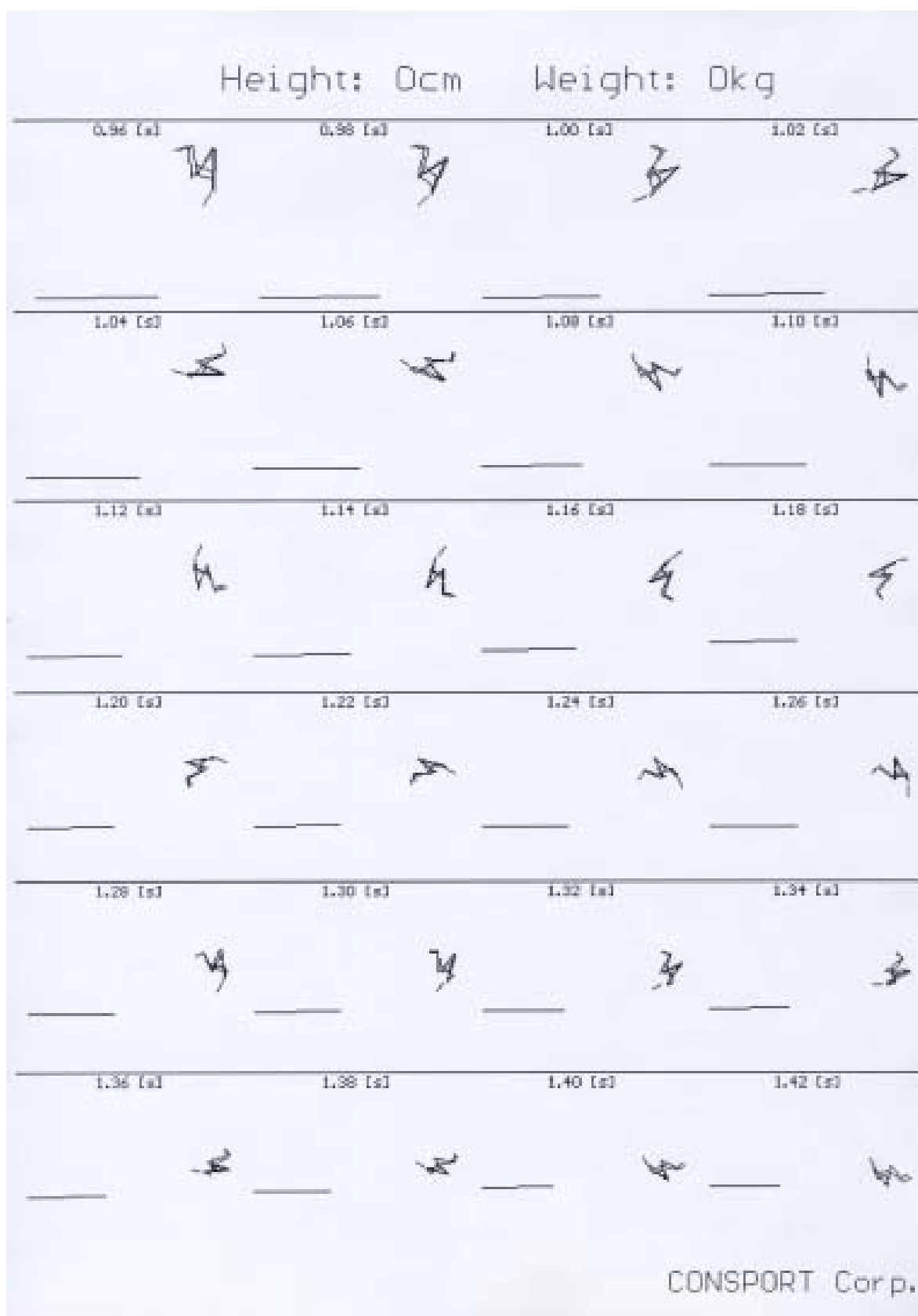
Slika 61: Kinogram preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej čez mizo (slika 4/4)



Slika 62: Kinogram preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej čez konja (slika 1/4)



Slika 63: Kinogram preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej čez konja (slika 2/4)



Slika 64: Kinogram preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej čez konja (slika 3/4)



Slika 65: Kinogram preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej čez konja (slika 4/4)

6.2 PRIMERJAVA PRESKOKA NA MIZI IN PRESKOKA NA KONJU

Za kriterij, katera dva preskoka primerjati med seboj, je bil uspešen preskok (to je doskok brez padca). Med uspešnimi preskoki smo izbrali tisti preskok, kjer je bilo težišče telesa telovadca pri prvem dotiku nog s podlago pri doskoku najvišje. Pri preskoku čez mizo je bila višina težišča telesa telovadca pri prvem dotiku nog s podlago 1,083 metra, pri preskoku čez konja pa je bila višina težišča telesa telovadca 1,117 metra.

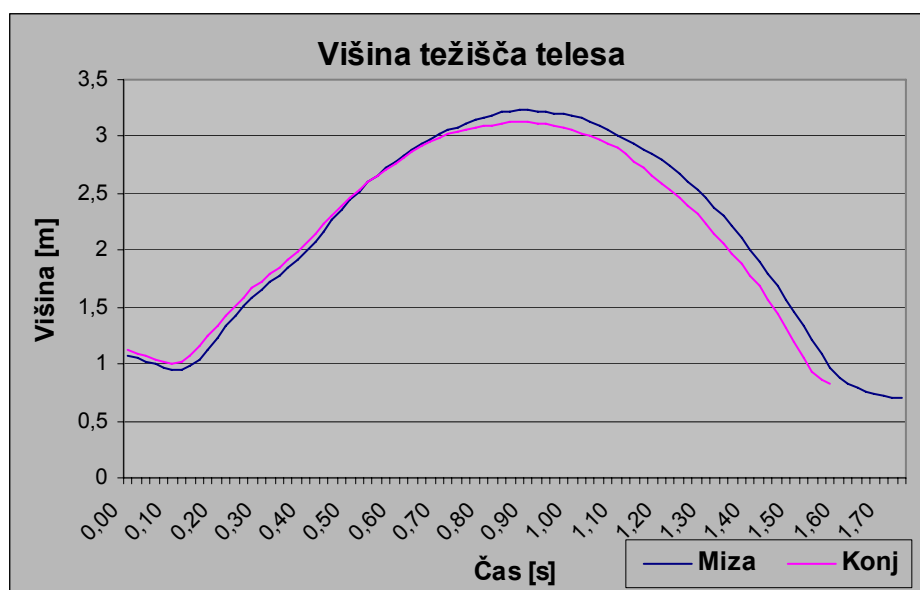
V nadaljevanju predstavljeni grafi prikazujejo primerjave med dobro izvedbo preskoka na mizi (doskok brez padca) in dobro izvedbo na konju (doskok brez padca). Na grafih so predstavljene glavne razlike, kar pa ni nujno, da veljajo za vse ostale osme preskoke.

Boljša dva preskoka na obeh orodjih smo grafično primerjali med seboj v naslednjih parametrih:

1. Višina težišča telesa
2. Višina ramen
3. Hitrost težišča telesa v smeri x
4. Hitrost težišča telesa v smeri y
5. Hitrost težišča telesa v prostoru (xyz)
6. Kot v kolčnem sklepu v ravnini xyz
7. Kot v kolenskem sklepu v ravnini xyz
8. Kot v ramenskem sklepu v ravnini xyz

Preskok je razdeljen na sedem faz, in sicer na: zalet, naskok na odskočno desko, oporo in odziv z odskočne deske, prvo fazo leta, oporo in odziv z orodja, drugo fazo leta in doskok (Prassas, 2002; Čuk, Karacsony, 2004). Grafi se pričnejo s prikazom druge faze preskoka, to je z naskokom na odskočno desko.

6.2.1. Višina težišča telesa



Graf 2: Višina težišča telesa

Na grafu (št. 2) je prikazana pot gibanja težišča telesa v y osi skozi celoten preskok. Težišče telesa se z letom na odskočno desko spušča, sledi dotik stopal z odskočno desko in pritisk, kjer se težišče telesa še naprej spušča. Ko je pritisk nog na odskočno desko največji, sledi odziv z odskočne deske, kjer je pomembna optimalna izraba elastične reakcije odskočne deske in največje sile mišic (Čuk, Karacsony, 2004). Tu se krivulja obrne, težišče telesa se več ne spušča, temveč se začne dvigati.

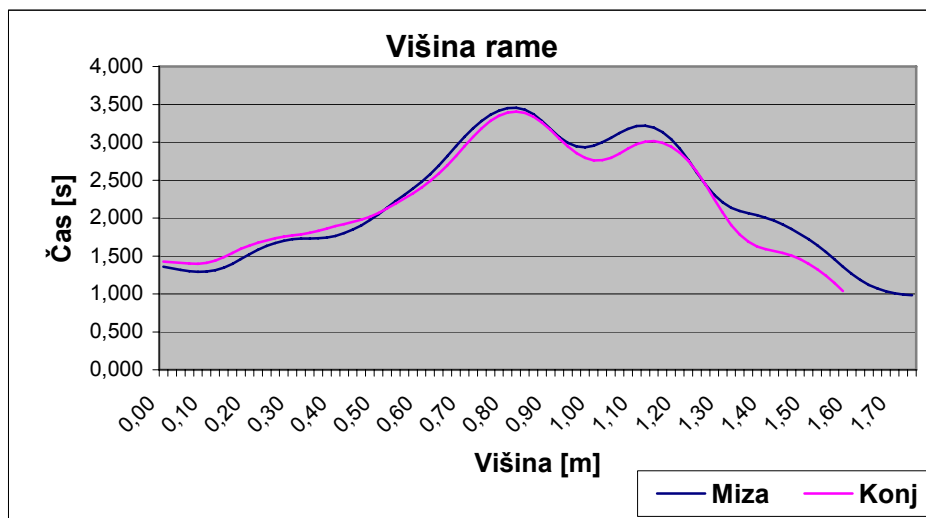
Po končanem odzivu z odskočne deske sledi prvi let na orodje, kjer se težišče telesa dviga. Pri prvem dotiku rok z orodjem (opora na orodje) so ramena za rokami, kot med rokami in orodjem (x osjo) je okoli 75 stopinj. V opori telovadec vztraja, dokler ni kot med rokami in orodjem (x osjo) približno 90 stopinj (Čuk, Karacsony, 2004). Sledi odziv z orodja. Ves ta čas se težišče telesa dviga. Na grafu (št. 2) vidimo, da se višini težišča telesa med orodjema pri prvem letu ter pri opori in odzivu z orodja rahlo razlikujeta. Težišče telesa je skozi ti dve fazi ves čas višje pri starem konju za preskok.

Po odzivu z orodja sledi drugi let. Na začetku leta se trup in glava začneta gibati proti stopalom, noge se začnejo krčiti v kolenskem in kolčnem sklepu, roke pa gredo proti golenim. V trenutku največjega skrčenja roke primejo za goleni, tik pod koleni (Čuk, Karacsony, 2004). Višina težišča telesa se do največjega skrčenja telesa še vedno viša in se viša še naprej do najvišje točke. V tem delu druge faze leta sta krivulji višine težišča telesa obeh orodij (miza, konj) dokaj vzporedni, odstopa le večja višina preskoka pri mizi.

Ko telovadec doseže največjo višino, se krivulja ponovno obrne in višina težišča telesa začne padati. V tem delu telovadec izvede prvi in drugi salto ter doskok. V drugem delu grafa opazamo večja odstopanja med orodjema. Ves čas spuščanja težišča telesa je višina težišča telesa višja pri preskoku čez mizo.

V skrčenem položaju telovadec vztraja vsaj 9/4 salte, potem pa začne zmanjševati hitrost vrtenja z iztegovanjem v vseh sklepih in z gibanjem rok v položaj odročanja, kar telovadcu omogoča doskok (Čuk, Karacsony, 2004). Ker je težišče telesa pri preskoku čez mizo višje, ima telovadec na tem orodju več časa za pripravo na doskok. Iz grafa (št. 2) lepo vidimo, da je težišče telesa pri doskoku pri mizi višje, zato ima telovadec pri preskoku čez mizo več manevrskega prostora za blažnje doskoka, kar lahko pomeni tudi zanesljivejši in lepši doskok.

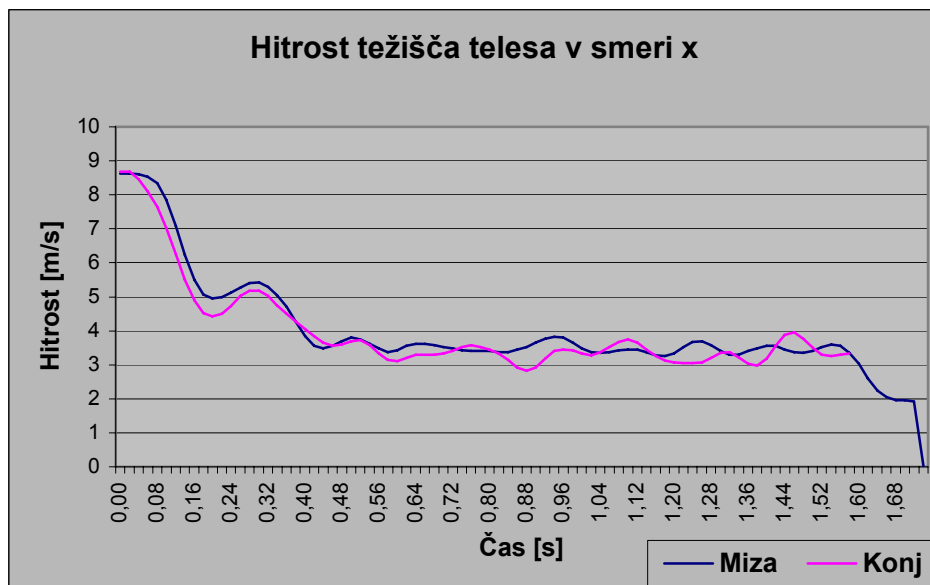
6.2.2. Višina ramen



Graf 3: Višina ramen

Na grafu (št. 3) je prikazana pot gibanja ramen v osi y (povprečje levega in desnega ramena). Pri naskoku na odskočno desko ramena padajo, sledi dotik stopal z odskočno desko in pritisk nanjo. Ko je pritisk nog na odskočno desko največji, sledi odziv z nje. Tu se krivulja začne dvigati. Po končanem odzivu z nogami sledi prvi let ter opora in odziv z orodja, kjer se višina povečuje. Takoj po odzivu rok z orodja se začnejo noge krčiti v kolčnem in kolenskem sklepu ter se začnejo pomikati proti trupu, telo pa se začne pospešeno vrteti okoli čelne osi. Ramena dosežejo svojo najvišjo točko prej kot težišče telesa. Sledi vrtenje okoli čelne osi, zato višina ramen do prvega salta pade. Nato do polovice drugega salta višina ramen narašča, potem pa sledi le še padanje do doskoka. Zadnji vrh je najnižji, razlog pa je v padanju težišča telesa telovadca po paraboli. Če primerjamo preskok čez mizo in čez konja vidimo, da je višina ramen nižja pri preskoku čez konja. Na konju pa se druga najvišja točka pojavi z zakasnitvijo, kar kaže tudi na razlike v kotnih hitrostih.

6.2.3. Hitrost težišča telesa v smeri x

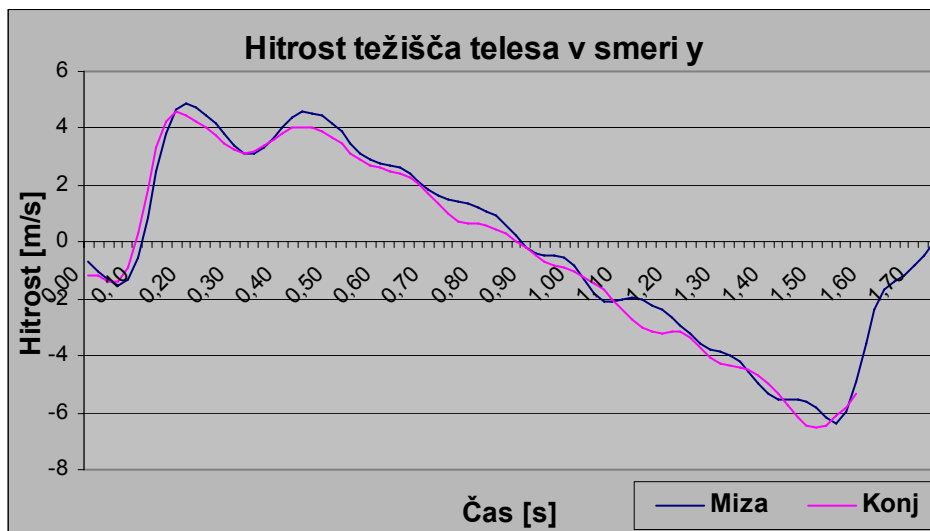


Graf 4: Hitrost težišča telesa v smeri x

Iz grafa (št. 4) vidimo, da ima telovadec pri naskoku na odskočno desko na obeh orodjih enako hitrost v smeri x. Hitrost v smeri x se pri opori in odzivu z odskočne deske zmanjša na račun naraščanja hitrosti v smeri y. To zmanjšanje hitrosti v smeri x je še večje pri preskoku čez konja. Pri prvem letu in odzivu rok z orodja je hitrost v smeri x enaka. Od začetka drugega leta pa vse do doskoka je hitrost v smeri x skoraj konstantna.

Pri prvem letu ter pri opori in odzivu rok z orodja je hitrost v smeri x večja pri preskoku čez mizo. Razlika se verjetno skriva tudi v večjem sunku sile pri odzivu rok z orodja. Sunk sile v nasprotni smeri gibanja nekoliko zmanjša gibalno količino v vodoravni smeri, zato pa sunk navora te sile povzroči povečanje vrtilne količine. Tako povečanje vrtilne količine je bolj učinkovito, kot povečanje s sunkom sile v navpični smeri. Skozi celoten drugi let pa je hitrost v smeri x na obeh orodjih približno enaka.

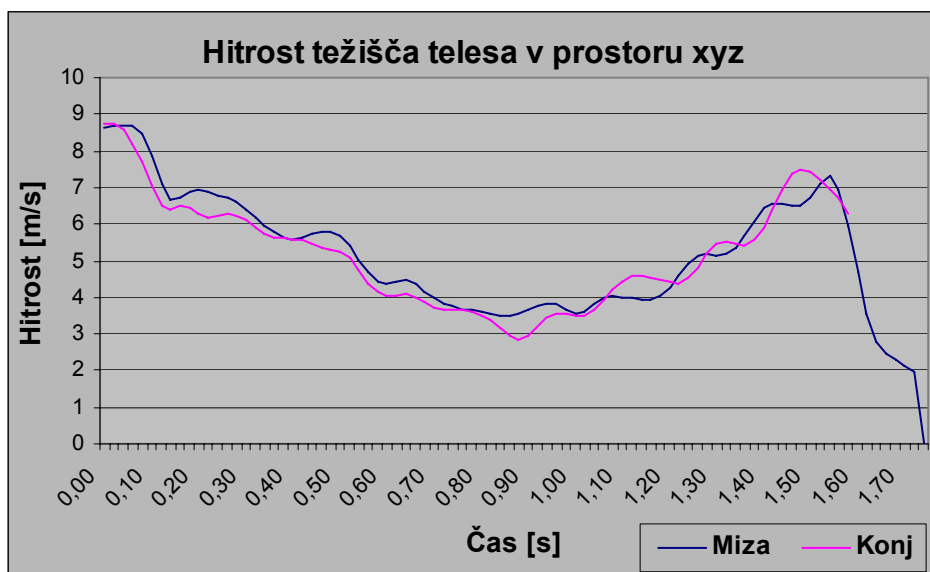
6.2.4. Hitrost težišča telesa v smeri y



Graf 5: Hitrost težišča telesa v smeri y

Iz grafa (št. 5) vidimo, da ima telovadec pri naskoku na odskočno desko na obeh orodjih enako hitrost v smeri y. Hitrost v smeri y se pri opori in odzivu z odskočne deske poveča na račun zmanjšanja hitrosti v smeri x. To naraščanje hitrosti v smeri y je še opaznejše pri preskoku čez mizo. Nato se pri prvem letu hitrost v smeri y počasi manjša, pri opori in odzivu rok z orodja pa začne hitrost v smeri y ponovno naraščati. Hitrost v smeri y doseže svojo najvišjo vrednost ob koncu odziva nog z odskočne deske in ob koncu odziva rok z orodja. Obe največji vrednosti sta doseženi pri preskoku čez mizo. Od začetka drugega leta pa do najvišje točke težišča telesa se hitrost v smeri y enakomerno zmanjšuje do vrednosti nič. Od najvišje točke težišča telesa in vse do doskoka hitrost v smeri y enakomerno narašča in doseže svojo najvišjo vrednost (po absolutni vrednosti) tik pred doskokom, kar je pri obeh orodjih skoraj enako.

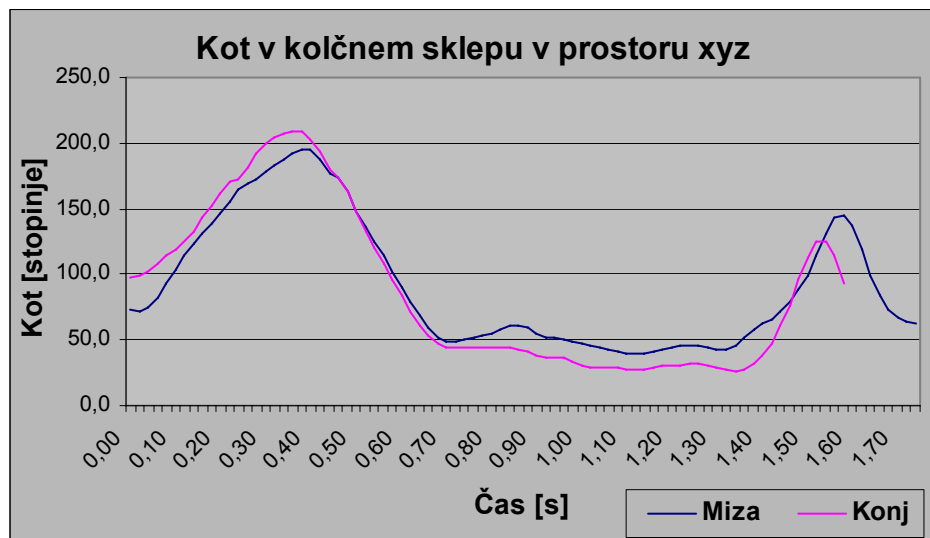
6.2.5. Hitrost težišča telesa v prostoru (xyz)



Graf 6: Hitrost težišča telesa v prostoru (xyz)

Iz grafa (št. 6) vidimo, da ima telovadec pri naskoku na odskočno desko na obeh orodjih enako skupno hitrost (xyz). Skupna hitrost (xyz) pri opori in odzivu z odskočne deske pada do začetka prvega leta. Od prvega leta pa vse do položaja telovadca, ko doseže največjo višino težišča telesa, hitrost ves čas rahlo pada. Od največje višine težišča telesa telovadca pa vse do doskoka se skupna hitrost (xyz) enakomerno povečuje. Od prvega dotika odskočne deske pa vse do največje višine težišča telesa telovadca je skupna hitrost (xyz) večja pri preskoku čez mizo. Od največje višine težišča telesa telovadca pa vse do doskoka je skupna hitrost (xyz) približno enaka na obeh orodjih. Hitrost telovadca tik pred doskokom je enaka hitrosti na začetku prvega leta.

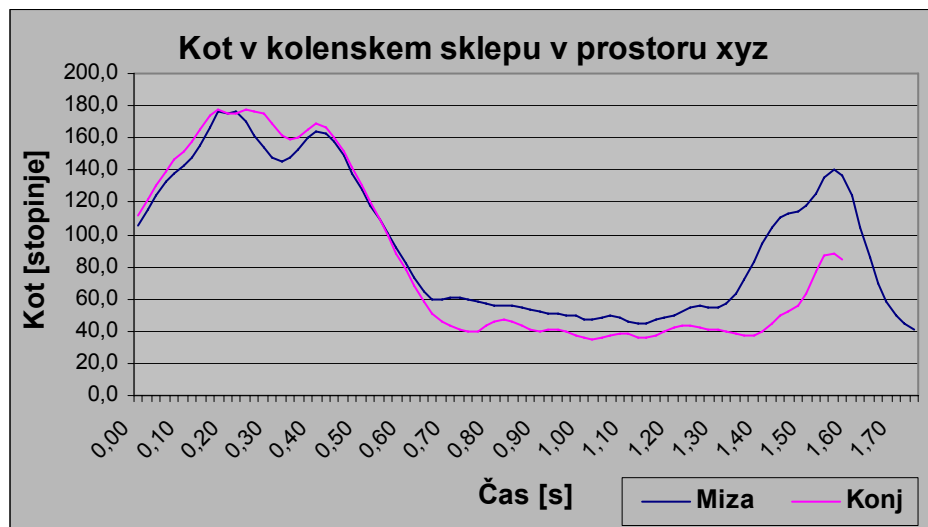
6.2.6. Kot v kolčnem sklepu v prostoru (xyz)



Graf 7: Kot v kolčnem sklepu v prostoru (xyz)

Iz grafa (št. 7) vidimo, da ima telovadec pri naskoku na odskočno desko na konju večji kot v kolčnem sklepu kot pri mizi. Kot v kolčnem sklepu se pri opori in odzivu z odskočne deske, pri prvem letu in pri opori in odzivu z orodja enakomerno povečuje, povečanje kota pa je večje pri preskoku čez konja. Kot v kolčnem sklepu se večja do končanega odziva rok z orodja, kot je večji pri preskoku čez konja in največji kot je pri preskoku čez konja dosežen prej kot pri preskoku čez mizo. Od konca odziva rok z orodja sledi hitro krčenje oziroma zmanjševanje kota v kolčnem sklepu za pripravo v skrčen položaj salta. Največje skrčenje v kolčnem sklepu je pri preskokih na obeh orodjih skoraj istočasno. Iz grafa (št. 7) vidimo, da ima telovadec pri preskoku čez mizo pri izvedbi prvega in drugega salta v kolčnem sklepu večji kot. Po izvedbi drugega salta sledi priprava na doskok, kot v kolčnem sklepu se na obeh orodjih začne povečevati, to povečanje pa je ponovno večje pri preskoku čez mizo.

6.2.7. Kot v kolenskem sklepu v prostoru (xyz)

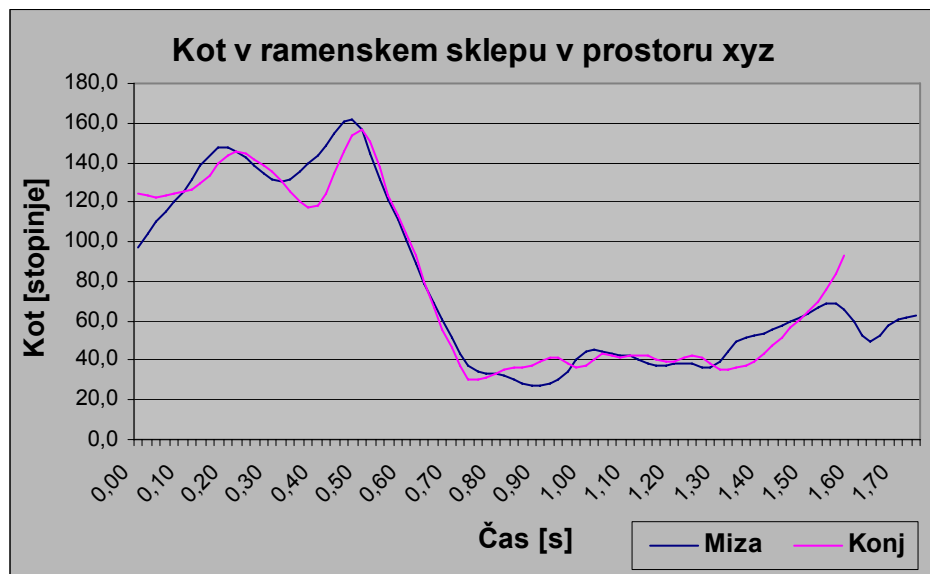


Graf 8: Kot v kolenskem sklepu v prostoru (xyz)

Podobno kot pri kotu v kolčnem sklepu je pri kotu v kolenskem sklepu. Iz grafa (št. 8) vidimo, da ima telovadec pri naskoku na odskočno desko na obeh orodjih skoraj enak kot v kolenskem sklepu. Kot v kolenskem sklepu se pri opori in odzivu z odskočne deske ter pri prvem letu povečuje. V prvem delu opore in odziva rok z orodja telovadec rahlo pokrči noge, kot v kolenskem sklepu se zmanjša, krčenju pa takoj sledi iztegnitev skoraj na vrednost kota ob prvem dotiku orodja. Od konca odziva rok z orodja sledi hitro krčenje oziroma zmanjševanje kota v kolenskem sklepu za pripravo v skrčen položaj salta. Največje skrčenje v kolenskem sklepu je pri preskokih na obeh orodjih skoraj istočasno. Iz grafa (št. 8) vidimo, da ima telovadec pri preskoku čez mizo pri izvedbi prvega in drugega salta v kolenskem sklepu večji kot. Od drugega salta naprej do doskoka pa je ta razlika še večja.

Razlog za večji kot pri preskoku čez mizo v kolčnem in kolenskem sklepu je verjetno v tem, da miza omogoča telovadcu ustvariti večjo vrtilno količino ob večji višini skoka.

6.2.8. Kot v ramenskem sklepu v prostoru (xyz)



Graf 9: Kot v ramenskem sklepu v prostoru (xyz)

Iz grafa (št. 9) vidimo, da ima telovadec pri naskoku na odskočno desko pri preskoku čez konja v ramenskem sklepu večji kot kot pri preskoku čez mizo. Kot v ramenskem sklepu se na obeh orodjih povečuje do sredine prvega leta, kjer sta kota skoraj enaka pri obeh orodjih. Kot v ramenskem sklepu se pri opori in odrivu z orodja najprej zmanjša in nato poveča še na večjo vrednost, kot je bila pri prvem dotiku rok z orodjem. Od konca odriva rok z orodja sledi hitro krčenje oziroma zmanjševanje kota v ramenskem sklepu za pripravo v skrčen položaj salta. Čas največjega skrčenja je pri preskokih na obeh orodjih istočasno. Med prvim in drugim saltom ostaja položaj največjega skrčenja, po končanem drugem saltu pa se začne priprava na doskok in s tem večanje kota v ramenskem sklepu.

6.3 ANALIZA OSNOVNIH STATISTIČNIH POKAZATELJEV IZBRANIH SPREMENLJIVK TER RAZLIKE MED KONJEM IN MIZO ZA PRESKOK

Celoten preskok smo razdelili na sedem faz, iz katerih smo za analizo izbrali devet pomembnih položajev.

- **1. FAZA – Zalet**
- **2. FAZA – Naskok na odskočno desko**
- **3. FAZA – Opora in odriv z odskočne deske**
 - 1. Prvi dotik stopal z odskočno desko
 - 2. Zadnji dotik stopal z odskočno desko
- **4. FAZA – Prvi let**
- **5. FAZA – Opora in odriv z orodja**
 - 3. Prvi dotik orodja z rokami
 - 4. Zadnji dotik orodja z rokami
- **6. FAZA – Drugi let**
 - 5. Največje skrčenje z nogami
 - 6. Največja višina težišča telesa
 - 7. Končan prvi salto
 - 8. Končan drugi salto
- **7. FAZA – Doskok**
 - 9. Prvi dotik stopal s podlago

VREDNOSTI IN RAZLAGA SPREMENLJIVK PRESKOKA PO FAZAH

6.3.1. PRVA FAZA – Zalet

Zalet se začne s tekom in je prva faza preskoka, ki je najpomembnejša, ker so vse naslednje faze preskoka odvisne od nje (Čuk s sodelavci, 2007). Po pravilniku (FIG, 2001b, 2006) je razdalja zaleta za telovadce 25 metrov, merjeno od roba orodja. Če upoštevamo tudi let na odskočno desko in odziv z nje, ima telovadec na razpolago okoli 20 metrov zaleta. Pri tej zaletni razdalji naredi večina telovadcev 13 ali 14 korakov, medtem ko večina telovadk naredi 14 ali 15 korakov (Čuk, Karacsony, 2004).

Z zaletom telovadec pridobiva vodoravno hitrost in s tem vztrajnost, da lahko izvede preskok. Dober in hiter zalet omogoča dober odziv, dober odziv pa dobro izvedbo preskoka (Ferkolj, 2000).

Zaletna hitrost je v povprečju pri telovadcih in telovadkah med 7 in 8 m/s in se povečuje s težavnostjo preskoka (Prassas, 2002). Sovjetska raziskovalca Antonov (1975) in Semenov (1987) navajata, da mora biti hitrost telovadca v zadnjih petih metrih od 7,5 do 8,5 m/s za srednje težke preskoke, za težke preskoke od 8,5 do 9,5 m/s in za preskoke z dvojnimi saltom 10 m/s in več. Hitrost zaleta pri premet dvojnem skrčenem saltu naprej so v svoji raziskavi proučeval tudi Čuk in sodelavci (2007). Pri 24-tih telovadcih, ki so tekmovali na Svetovnem prvenstvu leta 1997 v Lausanni so ugotovili, da je povprečna hitrost zaleta pri premet dvojnem skrčenem saltu 8,23 m/s. Vsi preskoki so bili izvedeni čez konja.

Hitrost zaleta se povečuje s težavnostjo preskoka oziroma je v korelaciji z izhodiščno oceno skoka (Prassas, 2002; Čuk, Bricelj, Bučar, Turšič, Atiković, 2007). Pri preskokih s predprvino (preskoki tipa Jurčenko) je hitrost zaleta manjša kot pri premetnih preskokih (Prassas, 2002).

Nova miza za preskok ima prednji del, ki je obrnjen proti zaletišču, zaobljen in ima večjo oporno površino za roke. Zato telovadec nima strahu, da bi z rokami zgrešil orodje, kar mu omogoča, da je bolj agresiven pri teku, naskoku in odzivu z odskočne deske. Nova

miza za preskok zato omogoča hitrejšo učenje in izvajanje bolj agresivnih preskokov (Rand, 2003).

V naši raziskavi nismo podrobneje proučevali te faze preskoka.

6.3.2 DRUGA FAZA – Naskok na odskočno desko

Antonov (1975) in Semenov (1987) v svoji raziskavi navajata, da je razdalja leta na odskočno desko med 2,3 in 2,8 metra. Usenik (2006) navaja v svoji raziskavi, da je let na odskočno desko pri 14-tih vrhunskih premetnih preskokih naprej v povprečju dolg 2,89 metra. Raziskava je bila narejena na osnovi posnetkov s Svetovnega prvenstva v Debrecenu (Madžarska) leta 2002.

Pri vrhunskih premetnih preskokih telovadcev (Svetovno prvenstvo na Madžarskem leta 2002) je trajanje leta na odskočno desko v povprečju 0,24 sekunde (Čuk, Karacsony, 2004).

Pri naskoku na odskočno desko se mora telovadec pripraviti za skok na odskočno desko, to mora telovadec izvesti brez ali z najmanjšo izgubo zaletne hitrosti. Večjo zaletno hitrost pa telovadec lahko ohrani, če zmanjša opazovanje oporne površine na orodju (Prassas, 2002). Ker ima nova miza za preskok večjo oporno površino za roke kot stari konj (McNeal, 2003), se pri tej fazi lahko ohrani večja zaletna hitrost.

V naši raziskavi nismo podrobneje proučevali te faze preskoka.

6.3.3 TRETJA FAZA - Opora in odziv z odskočne deske

Zalet in naskok na odskočno desko v naši raziskavi nismo podrobneje proučevali. Z našo raziskavo smo želeli podrobneje prikazati odziv z odskočne deske, oporo in odziv z orodja in doskok ter prikazati razlike pri preskoku premet dvojnem skrčenem saltu naprej med orodjema.

V nadaljevanju so bili vsem spremenljivkam izračunani aritmetična sredina, standardna deviacija, standardna napaka, najmanjša in največja vrednost. Vsi rezultati osnovne statistike so prikazani za vsako spremenljivko posebej v tabelah. Po osnovni statistiki smo izvedli tudi vrsto t-testov med izvedbami preskoka čez mizo in čez konja.

RAZDALJE

Preglednica 3: Višina težišča telesa pri prvem dotiku stopal z odskočno desko

Spremenljivka	Parameter	MIZA	KONJ	(p) f	(p) t-test
višina TT pri prvem dotiku nog z odsk. desko h_{TTnd} [m]	X	0,978	0,975	0,808	0,871
	MAX	1,059	1,023		
	MIN	0,912	0,908		
	SD	0,039	0,043		
	SE	0,070	0,073		

Višina težišča telesa je pri prvem dotiku stopal z odskočno desko pri mizi 0,978 metra, pri konju 0,975 metra. Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema.

Preglednica 4: Višina težišča telesa pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
višina TT pri zadnjem dotiku nog z odsk. desko h_{TTzd} [m]	X	1,165	1,200	0,263	0,093
	MAX	1,226	1,264		
	MIN	1,119	1,120		
	SD	0,032	0,049		
	SE	0,063	0,078		

Višina težišča telesa je pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko pri mizi 1,165 metra, pri konju pa 1,200 metra. Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema.

Preglednica 5: Razdalja od prstov na nogi do roba odskočne deske

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
razdalja prsti noge - rob deske <i>rprnd</i> [m]	X	0,337	0,403	0,812	0,252
	MAX	0,496	0,638		
	MIN	0,100	0,254		
	SD	0,112	0,122		
	SE	0,118	0,124		

Razdalja od prstov nog do roba odskočne deske je pri prvem dotiku stopal z odskočno desko pri mizi 0,337 metra, pri konju pa 0,403 metra. Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema. Podobne razdalje navajajo tudi avtorji v drugih raziskavah. Analiza preskokov s Svetovnega prvenstva v Debrecenu (Madžarska) leta 2002 je pokazala, da se je 27 telovadcev pri premetnih preskokih v povprečju odpravilo 34 centimetrov, 22 telovadk pa v povprečju 41 centimetrov od roba odskočne deske (Čuk, Karacsony, 2004; Usenik, 2006).

ČAS

Preglednica 6: Čas odziva z nogami z odskočne deske

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas odziva z odskočne deske [s]	X	0,102	0,100	0,000	0,347
	MAX	0,120	0,100		
	MIN	0,100	0,100		
	SD	0,007	0,000		
	SE	0,029	0,000		

Čas odziva z odskočne deske je pri mizi 0,102 sekunde, pri konju pa 0,100 sekunde. Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema. V raziskavi, ki je bila izvedena na osnovi posnetkov s Svetovnega prvenstva na Madžarskem leta 2002 pri 27-tih telovadcih in pri 22-tih telovadkah, je bil čas odziva z odskočne deske pri premetnih preskokih 0,12 sekunde (Čuk, Karacsony, 2004). V naši raziskavi so vrednosti v povprečju za dve stotinki sekunde nižje.

HITROSTIPreglednica 7: Hitrosti težišča telesa telovadca pri prvem dotiku stopal z odskočno desko

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx 1.D.D. <i>V_{xnd}</i> <i>[m/s]</i>	X	7,967	7,581	0,562	0,010
	MAX	8,350	7,875		
	MIN	7,575	7,150		
	SD	0,283	0,229		
	SE	0,188	0,169		

hitrost TT Vy 1.D.D. <i>V_{ynd}</i> <i>[m/s]</i>	X	1,113	0,784	0,674	0,038
	MAX	1,350	1,025		
	MIN	0,725	0,450		
	SD	0,236	0,200		
	SE	0,172	0,158		

hitrost TT Vxyz 1.D.D. <i>V_{xyznd}</i> <i>[m/s]</i>	X	8,049	7,623	0,531	0,008
	MAX	8,459	7,932		
	MIN	7,624	7,198		
	SD	0,298	0,237		
	SE	0,193	0,172		

Pri prvem dotiku stopal z odskočno desko je hitrost v smeri x pri mizi 7,967 m/s, pri konju pa 7,581 m/s. Hitrost v smeri y je pri mizi 1,113 m/s, pri konju pa 0,784 m/s. Skupna hitrost (xyz) je pri mizi 8,049 m/s, pri konju pa 7,623 m/s. Analiza t-test je pokazala, da se vse hitrosti (x, y, xyz) med orodjema statistično značilno razlikujejo.

Pri prvem dotiku stopal z odskočno desko imajo telovadci v povprečju večjo skupno hitrost (xyz) za 0,426 m/s. Razlike so velike glede na to, da gre v obeh primerih pri preskokih čez mizo in čez konja za enako zahteven preskok.

Preglednica 8: Hitrosti težišča telesa pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx Z.D.D. <i>V_{xzd}</i> <i>[m/s]</i>	X	5,042	4,667	0,739	0,062
	MAX	5,625	5,350		
	MIN	4,525	4,250		
	SD	0,328	0,370		
	SE	0,202	0,215		

hitrost TT Vy Z.D.D. <i>V_{yzd}</i> <i>[m/s]</i>	X	4,654	4,597	0,368	0,945
	MAX	4,725	4,925		
	MIN	4,300	4,200		
	SD	0,138	0,192		
	SE	0,131	0,155		

hitrost TT Vxyz Z.D.D. <i>V_{xyzzd}</i> <i>[m/s]</i>	X	6,868	6,562	0,433	0,031
	MAX	7,346	6,875		
	MIN	6,475	6,351		
	SD	0,244	0,183		
	SE	0,175	0,151		

Pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko je hitrost v smeri x pri mizi 5,042 m/s, pri konju pa 4,667 m/s. Hitrost v smeri y je pri mizi 4,654 m/s, pri konju pa 4,597 m/s. Skupna hitrost (xyz) je pri mizi 6,868 m/s, pri konju pa 6,562 m/s. Analiza t-test je pokazala, da se le skupna hitrost (xyz) statistično značilno razlikuje med orodjema.

Pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko sta hitrosti v smeri x in y (vodoravno in navpično) v drugačnem razmerju kot pri prvem dotiku stopal z odskočno desko. Taka kombinacija hitrosti v smeri x in y je potrebna, da ima telovadec ob dotiku rok z orodjem (konjem, mizo) določeno kotno in radialno hitrost ter ustrezen kot trupa (Prassas, 2002).

Pri pojasnjevanju vzroka večjih hitrosti pri novi mizi si lahko pomagamo s Fittsovim zakonom (Schmidt, 1999, Magill, 1998), ki opisuje odnos med hitrostjo in natančnostjo. Fittsov zakon govori o obratnem odnosu med težavnostjo gibanja in hitrostjo, s katero lahko to gibanje izvedemo. Večja kot je hitrost, manjša je možnost kontrole gibanja.

Ker ima stari konj manjšo oporno površino za roke kot nova miza (McNeal, 2003), je preskok premet dvojni skrčeni salto naprej z upoštevanjem Fittsovega zakona (Schmidt, 1999) težje izvesti na starem konju za preskok. Ker je preskok na konju zaradi manjše oporne površine in slabše anatomske opore (Prassas, 2002; Čuk, Karacsony, 2004; Ferkolj, Čuk, 2007) zahtevnejši, ga isti telovadec izvede z manjšo hitrostjo.

Večja odzivna cona pri novi mizi za preskok (McNeal, 2003) ima tudi ugodnejši psihološki vpliv na sposobnosti za izvedbo preskoka. Telovadec je v fazi opore in odriva z orodja bolj samozavesten, kar mu omogoča, da je bolj agresiven in eksploziven. Večja oporna površina za roke pa omogoča telovadcu tudi lažje popravljanje napak v fazi opore na orodju (Prassas, 2002; Rand, 2003).

Nova miza za preskok ima prednji del, ki je obrnjen proti zaletišču, zaobljen in ima večjo oporno površino za roke. Zato telovadec nima strahu, da bi z rokami zgrešil orodje, kar mu omogoča, da je bolj agresiven pri teku, naskoku in odrivu z odskočne deske. Nova miza za preskok zato omogoča hitrejše učenje in izvajanje bolj zahtevnih preskokov (Rand, 2003).

KOTI

Preglednica 9: Pomembnejši koti pri prvem dotiku stopal z odskočno desko

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht - trup ram. sklep 1.D.D. <i>krnd</i> [stopinje]	X	107,2	110,3	0,815	0,522
	MAX	124,2	124,7		
	MIN	95,3	93,3		
	SD	10,4	9,6		
	SE	1,1	1,1		
kot nadlaht - podlaht kom. sklep 1.D.D. <i>kkmnd</i> [stopinje]	X	126,5	127,6	0,672	0,908
	MAX	147,5	154,7		
	MIN	83,7	101,0		
	SD	21,7	18,6		
	SE	1,6	1,5		
kot trup - stegno kolč. sklep 1.D.D. <i>kkldnd</i> [stopinje]	X	103,0	111,9	0,910	0,005
	MAX	111,9	118,3		
	MIN	92,6	101,4		
	SD	5,9	5,7		
	SE	0,9	0,8		
kot stegno - golen kolen. sklep 1.D.D. <i>kkond</i> [stopinje]	X	144,9	149,4	0,027	0,134
	MAX	158,9	154,0		
	MIN	135,6	145,9		
	SD	7,6	3,3		
	SE	1,0	0,6		
kot trup – orodje 1.D.D. <i>ktxnd</i> [stopinje]	X	69,7	73,0	0,039	0,129
	MAX	73,2	79,0		
	MIN	65,9	64,7		
	SD	2,5	5,4		
	SE	0,6	0,8		

Kot v ramenskem sklepu znaša pri prvem dotiku stopal z odskočno desko pri preskoku čez mizo 107,2 stopinje, pri konju pa 110,3 stopinje. Kot v komolčnem sklepu je pri preskoku čez mizo 126,5 stopinj, pri konju pa 127,6 stopinj. Kot v kolčnem sklepu je pri preskoku čez mizo 103,0 stopinje, pri konju pa 111,9 stopinj. Kot v kolenskem sklepu znaša pri preskoku čez mizo 144,9 stopinj, pri konju pa 149,4 stopinj. Kot trupa glede na orodje je pri preskoku čez mizo 69,7 stopinj, pri konju pa 73,0 stopinj. Podobna raziskava navaja, da je pri telovadkah pri premetnih in Cukahara preskokih pri prvem dotiku stopal z odskočno desko kot trupa 60 stopinj (Prassas, 2002). Analiza t-test je pokazala, da se kota v kolčnem sklepu med orodjema statistično značilno razlikujeta.

Manjši kot v kolčnem sklepu pri preskoku čez mizo lahko pomeni, da je telo bolj togo in zato lahko telovadec bolje izkorišča elastično energijo odskočne deske.

Pri prvem dotiku stopal z odskočno desko je kot v kolčnem sklepu pri preskoku čez mizo manjši za skoraj devet stopinj v primerjavi s preskokom čez konja. Ta razlika se je verjetno pojavila tudi zaradi večje hitrosti zaleta (Fittsov zakon) in ugodnejšega psihološkega vpliva večje odzivne cone pri novi mizi (Prassas, 2002).

Preglednica 10: Pomembnejši koti pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht - trup ramen. sklep Z.D.D. <i>krzd</i> [stopinje]	X	142,2	140,4	0,919	0,709
	MAX	155,5	153,0		
	MIN	125,1	125,3		
	SD	10,3	10,0		
	SE	1,1	1,1		
kot nadlaht - podlaht komol. sklep Z.D.D. <i>kkmzd</i> [stopinje]	X	165,6	165,0	0,121	0,789
	MAX	174,1	169,1		
	MIN	153,2	158,2		
	SD	6,2	3,4		
	SE	0,9	0,7		
kot trup - stegno kolčni sklep Z.D.D. <i>kkkzd</i> [stopinje]	X	139,4	144,7	0,613	0,169
	MAX	150,6	158,1		
	MIN	129,7	133,3		
	SD	7,1	8,5		
	SE	0,9	1,0		

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot stegno - golen kolenski skl. Z.D.D. <i>kkoz</i> <i>[stopinje]</i>	X	172,7	174,9	0,766	0,203
	MAX	176,2	178,7		
	MIN	165,5	168,8		
	SD	3,3	3,7		
	SE	0,6	0,7		

kot trup – x os Z.D.D. <i>ktzd</i> <i>[stopinje]</i>	X	45,6	48,9	0,033	0,325
	MAX	50,2	64,8		
	MIN	37,8	36,3		
	SD	3,9	8,9		
	SE	0,7	1,1		

Kot v ramenskem sklepu je pri zadnjem dotiku odskočne deske 142,2 stopinje, pri konju pa 140,4 stopinj. Kot v komolčnem sklepu je pri preskoku čez mizo 165,6 stopinj, pri konju pa 165,0 stopinj. Kot v kolčnem sklepu je pri preskoku čez mizo 139,4 stopinje, pri konju pa 144,7 stopinj. Kot v kolenskem sklepu je pri preskoku čez mizo 172,7 stopinj, pri konju pa 174,9 stopinj. Kot trupa glede na orodje je pri preskoku čez mizo 45,6 stopinj, pri konju pa 48,9 stopinj. Analiza t-test je pokazala, da se koti med orodjema statistično značilno ne razlikujejo med seboj.

6.3.4 ČETRТА FAZA - Prvi let

RAZDALJA

Preglednica 11: Razdalja od stopal na odskočni deski do prijema rok pri opori na orodju

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
stopalo - prijem orodja <i>rpd</i> <i>[m]</i>	X	1,555	1,576	0,891	0,818
	MAX	1,819	1,965		
	MIN	1,279	1,379		
	SD	0,191	0,182		
	SE	0,155	0,151		

Razdalja od prstov nog na odskočni deski do opore z rokami na orodju znaša pri mizi 1,555 metra, pri konju pa 1,576 metra. Razlika med merjenima spremenljivkama je majhna, zato je analiza t-test pokazala, da ni razlik med orodjema.

ČASI

Preglednica 12: Čas prve faze leta

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas prve faze leta [s]	X	0,136	0,147	0,843	0,325
	MAX	0,160	0,180		
	MIN	0,100	0,120		
	SD	0,024	0,022		
	SE	0,055	0,053		

Čas prvega leta (od odziva z odskočne deske do opore na orodju) je pri mizi 0,136 sekunde, pri konju pa 0,147 sekunde. Čas prvega leta je krajši pri preskokih čez mizo, vendar ne v taki meri, da bi analiza t-test pokazala razliko med orodjema.

Čas prvega leta je odvisen od razmerja hitrosti v smeri x in v smeri y (Prassas, 2002). Čas prvega leta je odvisen tudi od vrste preskoka. Najkrajši čas prvega leta imajo preskoki tipa Cukahara, sledijo preskoki tipa Jurčenko in premetni preskoki, najdaljši čas prvega leta pa imajo preskoki z obrati v prvi fazi leta (Čuk, Karacsony, 2004).

Preglednica 13: Čas prve faze leta – miza (Svetovno prvenstvo na Madžarskem 2002) (Čuk, Karacsony, 2004)

Vrsta preskoka	Čas [s]	Število
Preskoki tipa Cukahara	0,06	37
Preskoki s premetom	0,10	27
Preskoki tipa Jurčenko	0,13	11
Preskoki tipa Nemov	0,10	2
Povprečje	0,09	77

Preglednica 14: Čas prve faze leta – konj (Svetovni pokal v Ljubljani leta 2000) (Čuk, Karacsony, 2004)

Vrsta preskoka	Čas [s]	Število
Preskoki tipa Cukahara	0,10	11
Preskoki s premetom	0,16	14
Preskoki s predprvino	0,21	3
Povprečje	0,15	28

S časom trajanja prvega leta pri preskoku so se ukvarjali tudi drugi avtorji. Bernstein (1989) v svoji raziskavi navaja za preskok premet dvojni skrčeni salto naprej na starem konju čase za prvi let od 0,14 do 0,17 sekunde. Leuchte in Krug (1989) v svoji raziskavi navajata čase za prvi let za preskoke tipa Jurčenko pri telovadkah od 0,14 do 0,17 sekunde.

Če primerjamo čase prvega leta pri preskokih čez novo mizo in čez konja lahko vidimo, da je pri novi mizi za vse tipe preskokov opazno skrajševanje časa.

6.3.5 PETA FAZA - Opora in odriv z orodja

RAZDALJE

Preglednica 15: Višina težišča telesa telovadca pri prvem dotiku rok z orodjem

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
višina TT 1. dotik orodja h_{TTpo} [m]	X	1,710	1,777	0,393	0,067
	MAX	1,799	1,842		
	MIN	1,558	1,698		
	SD	0,083	0,060		
	SE	0,102	0,087		

Višina težišča telesa pri prvem dotiku rok z orodjem je pri mizi 1,710 metra, pri konju pa 1,777 metra. V povprečju je višina težišča telesa pri prvem dotiku rok z orodjem pri preskokih čez mizo nižja za 6,7 centimetra kot pri preskokih čez konja. Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema.

Vzrok za nižji naskok na mizo je verjetno v hitrosti v smeri x, ki je pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko pri preskoku čez mizo večja za skoraj 0,4 m/s, medtem ko je hitrost v smeri y pri preskoku čez mizo in čez konja skoraj enaka.

Preglednica 16: Višina težišča telesa telovadca pri zadnjem dotiku opore na orodje

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
višina TT zadnji dotik orodja h_{TTzo} [m]	X	2,317	2,358	0,382	0,212
	MAX	2,402	2,462		
	MIN	2,168	2,301		
	SD	0,075	0,054		
	SE	0,097	0,083		

Višina težišča telesa pri zadnjem dotiku rok z orodjem je pri mizi 2,317 metra, pri konju pa 2,358 metra. V povprečju je višina težišča telesa pri zadnjem dotiku rok z orodjem pri preskokih čez mizo nižja za 4,1 centimetra kot pri preskokih čez konja. Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema.

Takei (2007) je v svoji raziskavi analiziral 23 telovadcev z Olimpijskih iger leta 2000, ki so skakali na konju premet dvojni skrčeni salto naprej in ugotovil, da je bila povprečna višina težišča telesa telovadca pri zadnjem dotiku rok z orodjem 2,30 metra.

Preglednica 17: Širina ramen pri opori rok na orodje

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
širina ramen rra [m]	X	0,429	0,435	0,620	0,466
	MAX	0,451	0,460		
	MIN	0,404	0,411		
	SD	0,015	0,018		
	SE	0,043	0,047		

Širina ramen je pri opori rok na orodje pri preskokih čez mizo 0,429 metra, pri konju pa 0,435 metra. Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema.

Preglednica 18: Širina prijema na orodje v fazi opore

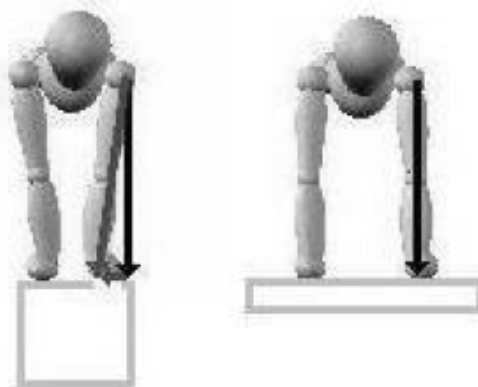
Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
širina prijema rro [m]	X	0,439	0,176	0,012	0,000
	MAX	0,490	0,213		
	MIN	0,325	0,149		
	SD	0,054	0,020		
	SE	0,082	0,050		

Širina prijema na orodju je pri opori rok na orodje pri preskokih čez mizo 0,439 metra, pri konju pa 0,176 metra. Analiza t-test je pokazala, da so razlike med orodjema.

Preglednica 19: Razmerje med širino ramen in širino prijema orodja v fazi opore

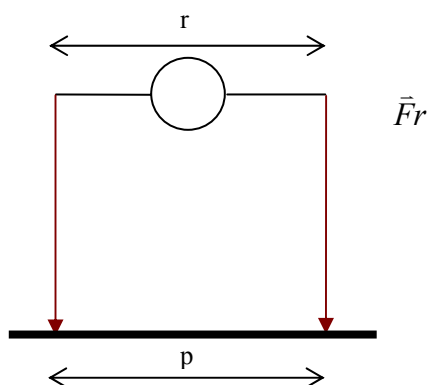
Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
razmerje širina ramen/prijem <i>r</i> [m]	X	0,992	2,494	0,179	0,000
	MAX	1,314	2,822		
	MIN	0,859	2,127		
	SD	0,143	0,236		
	SE	0,134	0,172		

Razmerje med širino ramen in širino opore rok na orodju je pri preskokih čez mizo 0,992, pri konju pa 2,494. Kot smo pričakovali, obstajajo v razmerju med širino ramen in širino opore rok na orodju statistično značilne razlike.



Slika 66: Postavitev rok telovadca v opori pri starem konju (levo) in pri novi mizi (desno)
(Čuk, Karacsony, 2004)

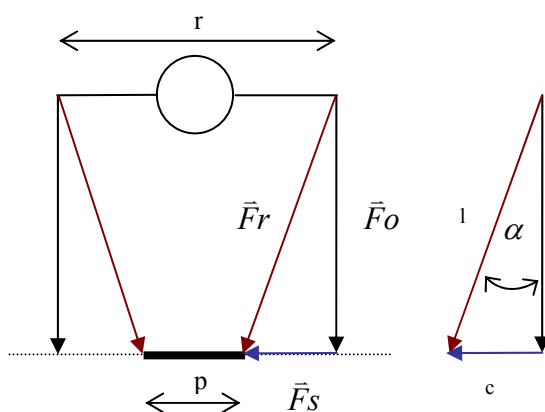
Na novi mizi za preskok ima telovadec roke praktično vzporedno. Taka postavitev rok omogoči telovadcu, da proizvede večjo odzivno silo od orodja (Ferkoj, Čuk, 2007). Roke so pri opori na novi mizi postavljene v bolj naravnem položaju, s tem pa je manjša obremenitev ramen. Ker so roke vzporedno, je postavitev rok v optimalnem anatomsko-funkcionalnem položaju (Čuk, Karacsony, 2004).

Teoretični model postavitve rok – širina prijema

Slika 67: Sile pri mizi

 \vec{F}_r – sila roke \vec{F}_o – koristna sila odrida

$$\vec{F}_r = \vec{F}_o$$

 \vec{F}_r – sila roke \vec{F}_o – koristna sila odrida \vec{F}_s – stranska sila (nekoristna sila)

$$\vec{F}_o = \vec{F}_r \cdot \cos \alpha$$

$$\vec{F}_r = \vec{F}_o + \vec{F}_s$$

Slika 68: Sile pri konju

$$\sin \alpha = c / l$$

$$\sin \alpha = 0,1265 / 0,506, \text{ od koder sledi } \alpha = 14,5^\circ$$

c – zamik zapestja od ramen (0,1265 m)

l – dolžina roke (0,506 m)

r – širina ramen (0,429 m)

p – širina prijema rok na orodju (0,176 m)

$$\vec{F}_o = \vec{F}_r \cdot \cos \alpha$$

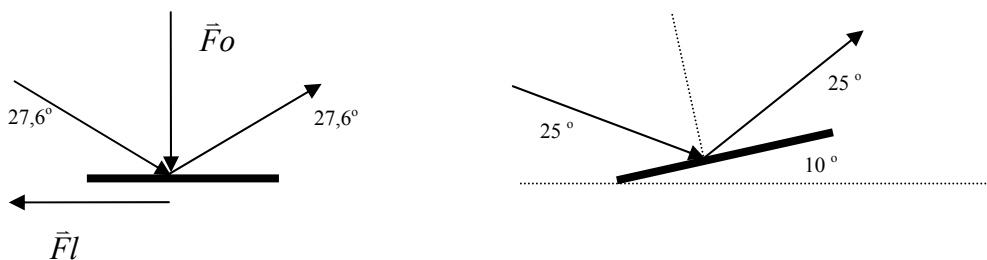
$$\vec{F}_o = \vec{F}_r \cdot \cos 14,5^\circ, \text{ od koder sledi}$$

$$\vec{F}_o \cong 0,97 \vec{F}_r$$

Predpostavljamo, da sila rok deluje v smeri roke in je v obeh primerih enako velika. Pri novi mizi cela sila roke deluje na odrid (slika 67). Pri starem konju se sila roke porazdeli na navpično in vodoravno komponento (slika 68). Navpična komponenta sile (\vec{F}_o) pri odridu z orodja je pri novi mizi približno 3 % večja kot pri konju.

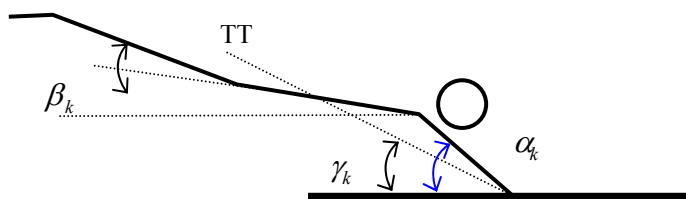
Teoretični model postavitve rok – naklon mize

Nagnjena miza omogoča, da se del vodoravne gibalne količine, ki jo je telovadec pridobil v zaletu, pretvori v navpično komponento. Princip je razviden pri odboju po odbojnem zakonu (slika 69).



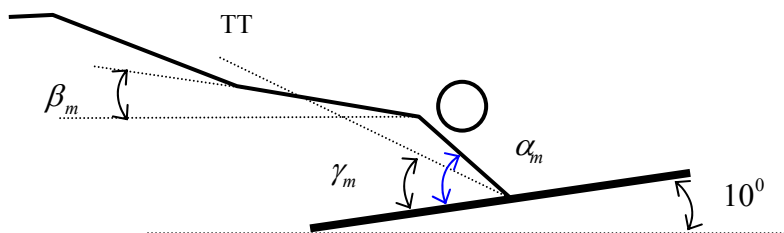
Slika 69: Odboj po odbojnem zakonu pri konju (levo) in pri novi mizi (desno)

Nagnjena miza omogoča, da se zaradi zaleta (v vodoravni smeri) poveča sila pravokotno na podlago. Večja sila pravokotno na podlago (F_o) omogoča tudi večjo silo v smeri podlage (F_l – sila lepenja) pri istem koeficientu lepenja. To pomeni možnost uporabe večje sile rok, večji sunek sile in zato boljši odziv z rokami. Prav tako večja sila v smeri podlage omogoča večje povečanje vrtilne količine.



Slika 70: Prvi dotik rok na starem konju pri opori - koti

($\alpha_k = 50^\circ$, $\beta_k = 10,5^\circ$, $\gamma_k = 27,6^\circ$) Vrednosti kotov smo izračunali s pomočjo kinematične analize.

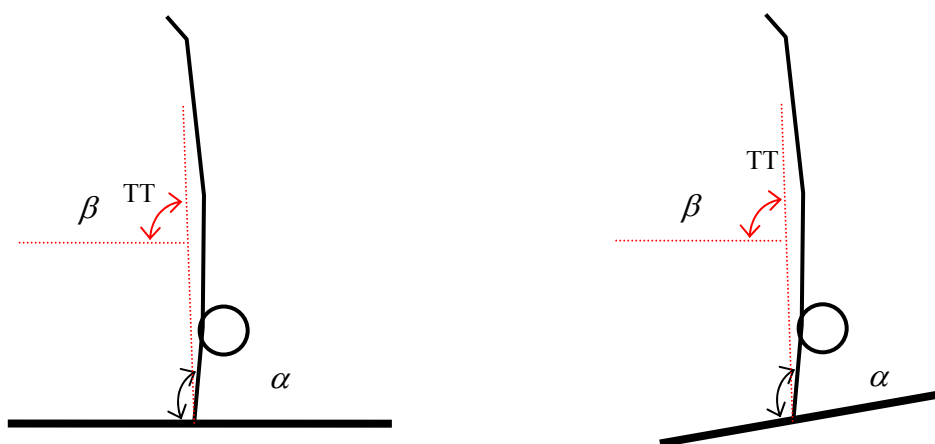


Slika 71: Prvi dotik rok na novi mizi pri opori - koti

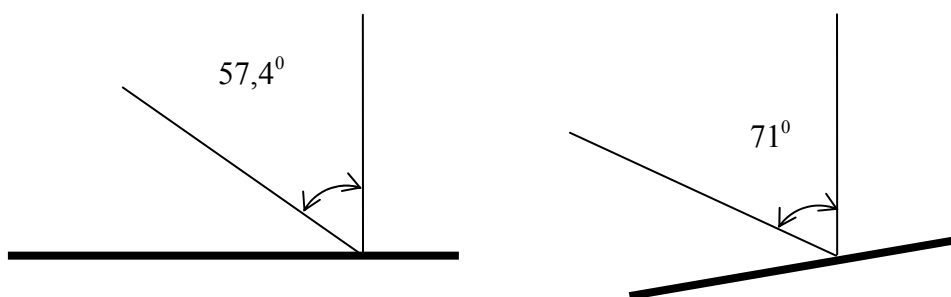
($\alpha_m = 47^\circ$, $\beta_m = 15,4^\circ$, $\gamma_m = 25^\circ + 10^\circ$) Vrednosti kotov smo izračunali s pomočjo kinematične analize.

$$\text{Kot med roko in trupom (konj)} = \beta_k + 180^\circ - \alpha_k = 140,5^\circ$$

$$\text{Kot med roko in trupom (miza)} = \beta_m + 180^\circ - \alpha_m = 148,4^\circ$$



Slika 72: Zadnji dotik rok na orodju – levo stari konj, desno nova miza



Slika 73: Brisani kot – konj (levo) in miza (desno)

Brisani kot je kot, ki ga v celotni fazi opore rok na orodje prepotuje telovadec (premica, ki gre skozi težišče telesa in zapestje telovadca).

Pri mizi je telovadec v prvem delu odrida bolj zravnani, oddaljenost težišča telesa od prijemališča je večja (sliki 70 in 71). Zato sta pri mizi večja tudi ročica sile F_1 (sila lepenja) (slika 69) in navor. Večji navor pa skupaj z večjim brisanim kotom (slika 73) pri dotiku rok z orodjem omogoča večji sunek navora in večjo vrtilno količino telovadca po odridu z mize.

Teoretični model porazdelitve sil pri odridu rok z orodja nam pomaga pri pojasnitvi večje hitrosti v smeri y pri zadnjem dotiku rok z orodja. V tej točki je hitrost v smeri y pri preskoku čez mizo 4,146 m/s, pri konju pa 3,803 m/s. Pri zadnjem dotiku rok z orodjem je pri novi mizi hitrost v smeri y večja za 0,343 m/s ali za 9,17 %.

Seveda pa vzrok za večjo hitrost v smeri y pri novi mizi ni le v drugačnem delovanju sil, ampak tudi zaradi drugačne porazdelitve sil, zaradi naklona mize; vzroke lahko najdemo tudi s pomočjo Fittsovega zakona (Schmidt, 1999), ki govori o obratnem odnosu med težavnostjo gibanja in hitrostjo, s katero lahko to gibanje izvedemo; večja odridna cona pri novi mizi ima verjetno tudi ugodnejši psihološki vpliv na sposobnosti odrida rok z mize. Telovadec je v fazi opore in odrida z mize bolj samozavesten, prisoten je manjši strah (Rand, 2003), zato lahko bolj agresivno in eksplozivno izvede odrid z mize (Prassas, 2002).

Vse te spremembe, kot so drugačna postavitve rok, naklon nove mize, Fittsov zakon in ugodnejše psihične razmere, so vzrok za končno 9,17 % povečanje hitrosti v smeri y pri zadnji točki odrida rok z orodja.

ČASIPreglednica 20: Čas opore rok na orodje

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas opore na orodje [s]	X	0,162	0,162	0,078	1,000
	MAX	0,180	0,200		
	MIN	0,140	0,140		
	SD	0,012	0,023		
	SE	0,039	0,054		

Čas opore na orodje je pri preskokih čez mizo in pri preskokih čez konja enak, in sicer 0,162 sekunde. Iz tega lahko sklepamo, da se elastičnost nove mize ni spremenila (Ferkolj, Čuk, 2007). Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema.

Preglednica 21: Čas opore – miza (Svetovno prvenstvo na Madžarskem 2002) (Čuk, Karacsony, 2004)

<i>Vrsta preskoka</i>	Čas [s]	Število
Preskoki s premetom	0,19	27
Preskoki tipa Cukahara	0,26	37
Preskoki tipa Jurčenko	0,21	11
Preskoki tipa Nemov	0,20	2
Povprečje	0,23	77

Preglednica 22: Čas opore – konj (Svetovni pokal v Ljubljani leta 2000) (Čuk, Karacsony, 2004)

<i>Vrsta preskoka</i>	Čas [s]	N
Preskoki s premetom	0,16	14
Preskoki tipa Cukahara	0,26	11
Preskoki s predprvino	0,16	3
Povprečje	0,20	28

V preglednicah (št. 21 in 22) so prikazani časi trajanja opore na obeh orodjih (mizi in konju). Iz tabel (št. 20 in 21) vidimo, da je čas opore na obeh orodjih najkrajši pri premetnih preskokih.

HITROSTIPreglednica 23: Hitrosti težišča telesa telovadca pri prvem dotiku rok z orodjem

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx 1.D.O. <i>V_{xpo}</i> <i>[m/s]</i>	X	5,229	5,067	0,412	0,657
	MAX	5,575	6,050		
	MIN	4,500	4,525		
	SD	0,307	0,415		
	SE	0,196	0,228		

hitrost TT Vy 1.D.O. <i>V_ypo</i> <i>[m/s]</i>	X	3,267	3,036	0,587	0,437
	MAX	3,650	3,350		
	MIN	2,475	2,425		
	SD	0,364	0,298		
	SE	0,213	0,193		

hitrost TT Vxyz 1.D.O. <i>V_{xyz}po</i> <i>[m/s]</i>	X	6,175	5,925	0,601	0,260
	MAX	6,320	6,520		
	MIN	5,642	5,536		
	SD	0,212	0,257		
	SE	0,163	0,179		

Pri prvem dotiku rok z orodjem je pri preskokih čez mizo hitrost v smeri x 5,229 m/s, pri konju pa 5,062 m/s. Hitrost v smeri y je pri preskokih čez mizo 3,267 m/s, pri konju pa 3,036 m/s. Skupna hitrost (xyz) je pri preskokih čez mizo 6,175 m/s, pri konju pa 5,915 m/s.

Iz rezultatov vidimo, da so pri prvem dotiku rok z orodjem hitrosti v vseh treh primerih (x, y, xyz) pri mizi višje, vendar ne toliko, da bi analiza t-test pokazala, da so razlike med orodjema statistično značilne.

Preglednica 24: Hitrost težišča telesa telovadca pri zadnjem dotiku rok z orodjem

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx Z.D.O. <i>V_{xzo}</i> <i>[m/s]</i>	X	3,929	3,644	0,915	0,379
	MAX	4,675	4,375		
	MIN	3,225	3,200		
	SD	0,438	0,421		
	SE	0,234	0,229		

hitrost TT Vy Z.D.O. <i>V_{yo}</i> <i>[m/s]</i>	X	4,146	3,803	0,601	0,005
	MAX	4,425	4,125		
	MIN	3,900	3,500		
	SD	0,183	0,222		
	SE	0,151	0,167		

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vxyz Z.D.O. Vxyzzo [m/s]	X	5,724	5,278	0,492	0,037
	MAX	6,235	5,819		
	MIN	5,257	4,743		
	SD	0,286	0,368		
	SE	0,189	0,214		

Pri zadnjem dotiku rok z orodjem je pri preskokih čez mizo hitrost v smeri x 3,929 m/s, pri konju pa 3,644 m/s. Hitrost v smeri y je pri preskokih čez mizo 4,146 m/s, pri konju pa 3,803 m/s. Skupna hitrost (xyz) je pri preskokih čez mizo 5,724 m/s, pri konju pa 5,278 m/s.

Iz rezultatov vidimo, da so pri zadnjem dotiku rok z orodjem hitrosti v vseh treh primerih (x, y, xyz) pri mizi višje. Analiza t-test je pokazala, da se hitrosti v smeri y in v prostoru xyz med seboj statistično značilno razlikujejo med orodjema.

Takei (2007) je v svoji raziskavi analiziral 23 telovadcev z Olimpijskih iger leta 2000, ki so skakali čez konja premet dvojni skrčeni salto naprej in ugotovil, da je bila povprečna hitrost v smeri x pri zadnji točki odziva z orodja 3,59 m/s, kar je popolnoma primerljivo z našo raziskavo.

Iz preglednice (št. 24) vidimo, da je bila pri prvem dotiku rok z orodjem večja hitrost v smeri x, pri zadnjem dotiku rok z orodjem pa je večja hitrost v smeri y. To razmerje komponent hitrosti omogoča telovadcu dovolj visok odziv, da lahko po izvedbi dveh saltov še vedno doskoči na noge. Vidimo pa tudi, da so v obeh fazah opore na orodje (prvi dotik, zadnji dotik) hitrosti v vseh smereh večje pri novi mizi. Vzrok za to je verjetno že večja hitrost v fazi naskoka na odskočno desko in večja hitrost pri prvem in zadnjem dotiku stopal z odskočno desko pri preskokih čez novo mizo. Ker gre v obeh primerih, pri preskokih čez mizo in čez konja, za enako zahteven preskok, lahko izključimo možnosti, da so razlike v hitrostih nastale le zaradi različnih sposobnosti telovadcev.

Pri pojasnjevanju večjih hitrosti v fazi odziva rok z orodja na novi mizi lahko najdemo vzroke tudi s pomočjo Fittsovega zakona (Schmidt, 1999), ki govori o obratnem odnosu med težavnostjo gibanja in hitrostjo, s katero lahko to gibanje izvedemo. Ker ima konj manjšo oporno površino kot miza (McNeal, 2003), je preskok premet dvojni skrčeni salto po Fittsovem zakonu težje izvesti na konju. Ker je preskok na konju zaradi manjše oporne površine (McNeal, 2003) in slabše anatomske opore (Ferkolj, Čuk, 2007) zahtevnejši, ga izvede isti telovadec z manjšo hitrostjo.

Sila reakcije orodja deluje na telovadca podobno kot sila reakcije odskočne deske (Prassas, 2002).

KOTI

Preglednica 25: Izračunani koti pri prvem dotiku rok z orodjem

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht-trup ram. sklep 1.D.O. <i>krpo</i> <i>[stopinje]</i>	X	114,7	114,1	0,873	0,924
	MAX	133,5	131,0		
	MIN	101,6	92,1		
	SD	13,0	13,7		
	SE	1,3	1,3		
kot nadlaht-podlaht kom. sklep 1.D.D. <i>kkmpo</i> <i>[stopinje]</i>	X	166,3	162,7	0,202	0,483
	MAX	176,0	172,0		
	MIN	152,1	129,6		
	SD	8,1	13,0		
	SE	1,0	1,3		
kot trup-stegno kolč. sklep 1.D.O. <i>kkipo</i> <i>[stopinje]</i>	X	152,3	149,0	0,534	0,620
	MAX	167,2	166,9		
	MIN	132,7	128,7		
	SD	11,9	14,9		
	SE	1,2	1,4		
kot stegno-golen kolen. sklep 1.D.O. <i>kkopo</i> <i>[stopinje]</i>	X	153,7	139,5	0,942	0,119
	MAX	177,1	162,1		
	MIN	121,6	108,4		
	SD	17,9	18,4		
	SE	1,5	1,5		
kot trup - orodje 1.D.O. <i>ktxpo</i> <i>[stopinje]</i>	X	15,4	10,5	0,814	0,165
	MAX	24,5	21,8		
	MIN	4,4	3,3		
	SD	7,5	6,8		
	SE	1,0	0,9		
kot roka - orodje 1.D.O. <i>krxpo</i> <i>[stopinje]</i>	X	47,0	50,0	0,424	0,465
	MAX	55,7	65,4		
	MIN	38,2	39,8		
	SD	7,1	9,5		
	SE	0,9	1,1		
kot TT- orodje 1.D.O. <i>[stopinje]</i>	X	25,0	27,6	0,639	0,389
	MAX	33,1	35,1		
	MIN	15,5	19,6		
	SD	6,7	5,7		
	SE	0,9	0,8		

Kot v ramenskem sklepu je pri prvem dotiku rok z orodjem pri preskoku čez mizo 114,7 stopinj, pri konju pa 114,1 stopinjo. Kot v komolčnem sklepu je pri preskoku čez mizo 166,3 stopinje, pri konju pa 162,7 stopinj. Kot v kolčnem sklepu je pri preskoku čez mizo 152,3 stopinje, pri konju pa 149,0 stopinj. Kot v kolenskem sklepu je pri preskoku čez mizo 153,7 stopinj, pri konju pa 139,5 stopinj. Kot trupa glede na x os je pri preskoku čez mizo 15,4 stopinje, pri konju pa 10,5 stopinj. Kot roke glede na x os je pri preskoku čez mizo 47,0 stopinj, pri konju pa 50,0 stopinj. Kot zapestje/težišče telesa glede na x os je pri preskoku čez mizo 25,0 stopinj, pri konju pa 27,6 stopinj. Analiza t-test je pokazala, da se koti statistično značilno ne razlikujejo med orodjema.

Preglednica 26: Izračunani koti pri zadnjem dotiku rok z orodjem

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht-trup ram. sklep Z.D.O. <i>krzo</i> <i>[stopinje]</i>	X	145,3	148,4	0,632	0,594
	MAX	163,2	160,4		
	MIN	123,7	130,9		
	SD	13,2	11,1		
	SE	1,3	1,2		
kot nadlaht-podlaht kom. sklep Z.D.O. <i>kkmzo</i> <i>[stopinje]</i>	X	167,6	171,9	0,055	0,084
	MAX	174,0	178,1		
	MIN	157,7	167,4		
	SD	6,2	3,0		
	SE	0,9	0,6		
kot trup-stegno kolč. sklep Z.D.O. <i>kklzo</i> <i>[stopinje]</i>	X	160,8	168,2	0,162	0,084
	MAX	173,5	175,3		
	MIN	141,4	159,1		
	SD	10,3	6,1		
	SE	1,1	0,9		
kot stegno - golen kolen. skl. Z.D.O. <i>kkkzo</i> <i>[stopinje]</i>	X	139,5	152,6	0,227	0,241
	MAX	167,8	173,1		
	MIN	81,3	120,2		
	SD	27,0	17,3		
	SE	1,8	1,5		
kot trup-orožje Z.D.O. <i>ktxzo</i> <i>[stopinje]</i>	X	108,9	110,4	0,189	0,734
	MAX	130,6	120,7		
	MIN	95,4	103,8		
	SD	11,1	6,8		
	SE	1,2	0,9		

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot roka - orodje Z.D.O. <i>krxzo</i> [stopinje]	X	99,5	95,8	0,842	0,370
	MAX	109,2	110,9		
	MIN	90,0	86,3		
	SD	8,3	8,9		
	SE	1,0	1,1		

kot TT - orodje Z.D.O. [stopinje]	X	86,0	85,3	0,367	0,802
	MAX	96,4	92,7		
	MIN	77,0	79,2		
	SD	6,6	4,8		
	SE	0,9	0,8		

Kot v ramenskem sklepu je pri zadnjem dotiku rok z orodjem pri preskoku čez mizo 145,3 stopinje, pri konju pa 148,4 stopinj. Kot v komolčnem sklepu je pri preskoku čez mizo 167,6 stopinj, pri konju pa 171,9 stopinj. Kot v kolčnem sklepu je pri preskoku čez mizo 160,8 stopinj, pri konju pa 168,2 stopinji. Kot v kolenskem sklepu je pri preskoku čez mizo 139,5 stopinj, pri konju pa 152,6 stopinj. Kot trupa glede na x os je pri preskoku čez mizo 108,9 stopinj, pri konju pa 110,4 stopinj. Kot roke glede na x os je pri preskoku čez mizo 99,5 stopinj, pri konju pa 95,8 stopinj. Kot zapestje/težišče telesa glede na x os je pri preskoku čez mizo 86,0 stopinj, pri konju pa 85,3 stopinje. Analiza t-test je pokazala, da se koti med mizo in konjem statistično značilno ne razlikujejo.

Že kar nekaj študij je pokazalo, da se pri mizi za preskok pri telovadcih znotraj faze odriava rok z orodja poveča vztrajnostni moment, to zahteva rahlo spremenjeno konfiguracijo telesa, kar pomeni večji ramenski kot in manjši kot v kolčnem sklepu, manjši kot v kolčnem sklepu pa pomeni višjo kotno hitrost pri prvem dotiku rok z orodjem (po Prassas, 2002). V naši raziskavi je kot v kolčnem sklepu pri preskoku čez mizo manjši v povprečju za skoraj osem stopinj, pri kotu v ramenskem sklepu pa med orodjema ni bistvenih razlik.

6.3.6 ŠESTA FAZA - Drugi let

RAZDALJE

Preglednica 27: Višina težišča telesa telovadca pri največjem skrčenju nog

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
višina TT najv. skrčenje 2. let $hTTmz$ [m]	X	2,957	2,959	0,585	0,965
	MAX	3,053	3,066		
	MIN	2,810	2,774		
	SD	0,067	0,081		
	SE	0,091	0,101		

Višina težišča telesa je pri največjem skrčenju pri preskoku čez mizo v povprečju 2,957 metra, pri konju pa 2,959 metra. Analiza t-test je pokazala, da ni razlik med orodjema.

Takei (2007) je v svoji raziskavi analiziral 23 telovadcev z Olimpijskih iger leta 2000, ki so skakali čez konja premet dvojni skrčeni salto naprej in ugotovil, da je bila povprečna višina težišča telesa telovadca v položaju največjega skrčenja 2,95 metra, kar je popolnoma primerljivo z našo raziskavo (2,959 metra).

Preglednica 28: Največja višina težišča telesa telovadca v drugi fazi leta

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
največja višina TT 2. let $hTTmax$ [m]	X	3,125	3,022	0,342	0,021
	MAX	3,234	3,126		
	MIN	3,028	2,804		
	SD	0,070	0,099		
	SE	0,093	0,111		

Največja višina težišča telesa je pri preskoku čez mizo v povprečju 3,125 metra, pri konju pa 3,022 metra. Analiza t-test je pokazala, da se največja višina težišča telesa med orodjema statistično značilno razlikuje.

Takei (2007) je v svoji raziskavi analiziral 23 telovadcev z Olimpijskih iger leta 2000, ki so skakali čez konja premet dvojni skrčeni salto naprej in ugotovil, da je bila povprečna največja višina težišča telesa telovadca v drugi fazi leta 3,01 metra, kar je popolnoma primerljivo z našo raziskavo (3,022 metra)

Vzroka za višje preskoke čez mizo sta večja hitrost v smeri y v fazi odziva z orodja (večjo hitrost smo pojasnili s Fittsovim zakonom že v fazi odziva z odskočne deske in v fazi odziva z orodja) in večja odzivna sila z orodja. Večja odzivna sila pri odzivu z mize za preskok pa ni večja le zaradi večje predhodne hitrosti, temveč tudi zaradi drugačne postavitve rok na mizo (pri opori na mizo ima telovadec praktično vzporedne roke) (povzeto po Ferkolj, Čuk, 2007) in zaradi naklona mize proti zaletišču.

Preglednica 29: Višina težišča telesa pri končanem prvem saltu

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
višina TT 1. salto 2. let <i>hTTps</i> [m]	X	3,098	2,975	0,289	0,011
	MAX	3,209	3,073		
	MIN	2,995	2,737		
	SD	0,072	0,106		
	SE	0,095	0,115		

Višina težišča telesa pri končanem prvem saltu je pri preskoku čez mizo v povprečju 3,098 metra, pri konju pa 2,975 metra. Analiza t-test je pokazala, da se višini težišča telesa po končanem prvem saltu med orodjema statistično značilno razlikujeta.

Ker je najvišja točka težišča telesa telovadca večja pri preskokih čez mizo je logično, da je prvi salto pri približno enaki kotni hitrosti izveden na večji višini.

Preglednica 30: Višina težišča telesa pri končanem drugem saltu

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
višina TT 2. salto 2. let <i>hTTds</i> [m]	X	2,294	2,078	0,364	0,005
	MAX	2,528	2,256		
	MIN	2,069	1,836		
	SD	0,162	0,116		
	SE	0,142	0,120		

Višina težišča telesa telovadca pri končanem drugem saltu je pri preskoku čez mizo v povprečju 2,294 metra, pri konju pa 2,078 metra. Analiza t-test je pokazala, da se višini težišča telesa pri končanem drugem saltu med orodjema statistično značilno razlikujeta.

Ker je najvišja točka težišča telovadca večja pri preskokih čez mizo je logično, da je tudi drugi salto pri isti kotni hitrosti izveden na večji višini.

Preglednica 31: Dolžina preskoka

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
prijem orodja- doskok [m]	X	5,796	5,753	0,834	0,871
	MAX	6,732	6,915		
	MIN	5,158	5,066		
	SD	0,528	0,570		
	SE	0,257	0,267		

Dolžina druge faze leta (od opore rok na orodju do prvega dotika nog s podlago pri doskoku) znaša pri preskokih čez mizo v povprečju 5,796 metra, pri konju pa 5,753 metra. Telovadci imajo pri preskoku čez mizo in čez konja približno enako drugo fazo leta, zato med spremenljivkama ni statističnih razlik.

ČASI

Preglednica 32: Čas druge faze leta

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas 2. faze leta [s]	X	1,056	1,022	0,503	0,021
	MAX	1,080	1,060		
	MIN	1,000	0,980		
	SD	0,024	0,031		
	SE	0,055	0,062		

Čas druge faze leta je pri preskoku čez mizo v povprečju 1,056 sekunde, pri konju pa 1,022 sekunde. Iz rezultatov vidimo, da je čas druge faze leta pri preskoku čez mizo daljši za 0,034 sekunde. Analiza t-test med orodjema je pokazala, da se spremenljivki med seboj statistično značilno razlikujeta.

Čuk in Karacsony (2004) sta analizirala na novi mizi za preskok 16 preskokov premet dvojni skrčeni salto in izmerila povprečen čas druge faze leta 1,04 sekunde. Analiza je bila narejena na osnovi posnetkov s Svetovnega prvenstva na Madžarskem leta 2002. V naši raziskavi smo dobili pri preskokih čez mizo podoben čas leta druge faze, in sicer za 0,016 sekunde daljšega.

Takei (2007) je v svoji raziskavi analiziral 23 telovadcev z Olimpijskih iger leta 2000, ki so skakali čez konja premet dvojni skrčeni salto naprej in ugotovil, da je bil povprečen čas druge faze leta 1,01 sekunde. V naši raziskavi smo dobili pri preskokih čez konja podoben čas drugega leta.

Pri preskokih čez mizo je daljši čas drugega leta zaradi višje najvišje točke težišča telesa telovadca, ki pa je posledica večje navpične hitrosti v fazi odziva rok z orodja.

Čas druge faze leta in s tem največja višina preskoka sta odvisna od hitrosti v smeri y (navpična hitrost) pri odzivu z orodja. Večja navpična hitrost (smer y) pomeni daljši čas leta in s tem večjo višino preskoka (Čuk, Karacsony, 2004). V naši raziskavi je bila pri zadnji točki odziva rok z orodja navpična hitrost v smeri y večja pri preskoku čez mizo, zato je bila najvišja točka težišča telesa pri tem orodju tudi višja, let pa je trajal dalj časa.

Preglednica 33: Čas od odziva rok z orodja do največjega skrčenja telesa

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas do največjega skrčenja (od odr. orodja) [s]	X	0,230	0,258	0,010	0,027
	MAX	0,240	0,320		
	MIN	0,220	0,220		
	SD	0,011	0,029		
	SE	0,036	0,060		

Čas od odziva z orodja do največjega skrčenja je pri preskokih čez mizo v povprečju 0,230 sekunde, pri konju pa 0,258 sekunde. Analiza t-test med spremenljivkama je pokazala, da se spremenljivki med seboj statistično značilno razlikujeta.

Čuk in Karacsony (2004) navajata pri preskokih čez mizo za premetne preskoke z dvojnimi saltom čase od odziva z orodja do največjega skrčenja do 0,24 sekunde. Analiza je bila narejena na osnovi posnetkov s Svetovnega prvenstva na Madžarskem leta 2002. V naši raziskavi smo dobili pri preskokih čez mizo podoben čas do največjega skrčenja.

Takei (2007) je v svoji raziskavi analiziral 23 telovadcev z Olimpijskih iger leta 2000, ki so skakali čez konja premet dvojni skrčeni salto naprej in ugotovil, da je bil povprečen čas do največjega skrčenja 0,24 sekunde. V naši raziskavi smo dobili pri preskokih čez konja približno enak čas do največjega skrčenja.

Vzrok, zakaj pride telovadec pri preskoku čez mizo nekoliko prej do največjega skrčenja, je že v manjšem kotu v kolenskem in kolčnem sklepu v položaju opore rok na orodje in pri večjih kotih (pri mizi je telovadec manj skrčen) v položaju največjega skrčenja.

Preglednica 34: Čas od odziva rok z orodja do konca izvedbe prvega salta

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas do 1. salta (od odr. orodja) [s]	X	0,480	0,478	0,663	0,345
	MAX	0,500	0,500		
	MIN	0,460	0,460		
	SD	0,013	0,016		
	SE	0,041	0,044		

Čas od odziva z orodja do konca izvedbe prvega salta je pri preskokih čez mizo v povprečju 0,480 sekunde, pri konju pa 0,478 sekunde. Pri preskokih na obeh orodjih sta časa skoraj enaka, tako da med merjenima spremenljivkama ni razlik.

Preglednica 35: Čas od odziva rok z orodja do konca izvedbe drugega salta

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas do 2. salta (od odr. orodja) [s]	X	0,807	0,813	0,486	0,624
	MAX	0,860	0,840		
	MIN	0,760	0,780		
	SD	0,032	0,024		
	SE	0,063	0,055		

Čas od odziva z orodja do konca izvedbe drugega salta je pri preskokih čez mizo v povprečju 0,807 sekunde, pri konju pa 0,813 sekunde. Pri preskokih na obeh orodjih sta časa skoraj enaka, tako da med merjenima spremenljivkama ni razlik.

Preglednica 36: Čas od konca izvedbe drugega salta do prvega dotika nog s podlago pri doskoku

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas od 2. salta do doskoka [s]	X	0,247	0,209	0,055	0,005
	MAX	0,260	0,220		
	MIN	0,200	0,200		
	SD	0,022	0,011		
	SE	0,052	0,036		

Čas od konca izvedbe drugega salta do prvega dotika nog s podlago pri doskoku je pri preskokih čez mizo v povprečju 0,247 sekunde, pri konju pa 0,209 sekunde. Analiza t-test je pokazala, da obstajajo med merjenima spremenljivkama statistično značilne razlike med orodjema.

Preskoki čez mizo imajo večjo najvišjo višino težišča telesa, zato je tudi čas trajanja te faze daljši pri tem orodju, in sicer za skoraj 0,04 sekunde. Prvi in drugi salto sta na obeh orodjih končana istočasno (kotna hitrost je od zadnjega dotika rok pri opori na orodje do konca izvedbe drugega salta enaka pri obeh orodjih), zato telovadcu pri preskoku čez mizo ostane več časa od drugega salta do trenutka doskoka.

HITROSTI

Preglednica 37: Hitrost težišča telesa telovadca pri največjem skrčenju telesa

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx V _{xmz} [m/s]	X	3,629	3,694	0,671	0,475
	MAX	4,550	4,300		
	MIN	3,025	3,300		
	SD	0,467	0,400		
	SE	0,242	0,224		

hitrost TT Vy V _{ymz} [m/s]	X	1,633	0,861	0,899	0,000
	MAX	2,100	1,225		
	MIN	1,050	0,475		
	SD	0,291	0,278		
	SE	0,191	0,186		

hitrost TT Vxyz V _{xyzmz} [m/s]	X	4,006	3,806	0,876	0,680
	MAX	4,757	4,469		
	MIN	3,344	3,403		
	SD	0,424	0,401		
	SE	0,230	0,224		

Hitrost težišča telesa telovadca pri največjem skrčenju telesa je v smeri x pri preskokih čez mizo v povprečju 3,629 m/s, pri konju pa 3,694 m/s. Hitrost v smeri y je pri mizi v povprečju 1,633 m/s, pri konju pa 0,861 m/s. Skupna hitrost (xyz) je pri mizi v povprečju 4,006 m/s, pri konju pa 3,806 m/s. Analiza t-test je pokazala, da se le hitrost v smeri y med orodjema statistično značilno razlikuje.

Hitrost v navpični smeri (smer y) proti najvišji točki težišča telesa pada na vrednost nič. Najvišja točka težišča telesa je pri preskoku čez konja nižja, zato je točka največjega skrčenja pri tem orodju skoraj na največji višini. Ker je največje skrčenje pri preskoku čez konja bližje največji višini težišča telesa, je tudi hitrost manjša.

Drugi razlog za večjo hitrost v smeri y pa je večja hitrost v tej smeri pri preskoku čez mizo pri zadnji točki odziva rok z mize.

Preglednica 38: Hitrost težišča telesa telovadca pri največji višini v drugi fazi leta

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx <i>V_{xmv}</i> [m/s]	X	3,725	3,611	0,988	0,719
	MAX	4,275	4,475		
	MIN	2,875	3,225		
	SD	0,436	0,434		
	SE	0,233	0,233		

hitrost TT Vy <i>V_{ymv}</i> [m/s]	X	0,100	0,060	0,377	0,624
	MAX	0,200	0,150		
	MIN	0,000	0,015		
	SD	0,073	0,053		
	SE	0,095	0,081		

hitrost TT Vxyz <i>V_{xyzmv}</i> [m/s]	X	3,735	3,620	0,965	0,716
	MAX	4,294	4,501		
	MIN	2,878	3,235		
	SD	0,441	0,434		
	SE	0,235	0,233		

Hitrost pri največji višini težišča telesa je v smeri x pri preskokih čez mizo v povprečju 3,725 m/s, pri konju pa 3,611 m/s. Hitrost v smeri y je pri mizi v povprečju 0,100 m/s, pri konju pa 0,060 m/s. Skupna hitrost (xyz) je pri mizi v povprečju 3,735 m/s, pri konju pa 3,620 m/s. Kljub večjim hitrostim v vseh smereh pri preskoku čez mizo, je analiza t-test pokazala, da se hitrosti med seboj statistično značilno ne razlikujejo med orodjema.

Preglednica 39: Hitrost težišča telesa telovadca pri končanem prvem saltu

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx <i>V_{xps}</i> [m/s]	X	3,979	3,808	0,638	0,950
	MAX	4,750	4,850		
	MIN	3,075	3,325		
	SD	0,600	0,505		
	SE	0,274	0,251		

hitrost TT Vy <i>V_{yps}</i> [m/s]	X	0,438	0,858	0,015	0,004
	MAX	1,075	0,950		
	MIN	0,125	0,625		
	SD	0,260	0,102		
	SE	0,180	0,113		

hitrost TT Vxyz <i>V_{xyzps}</i> [m/s]	X	3,847	3,913	0,958	0,530
	MAX	4,753	4,929		
	MIN	3,141	3,467		
	SD	0,492	0,483		
	SE	0,248	0,246		

Hitrost težišča telesa telovadca pri končanem prvem saltu je v smeri x pri preskokih čez mizo v povprečju 3,979 m/s, pri konju pa 3,808 m/s. Hitrost v smeri y je pri mizi v povprečju 0,438 m/s, pri konju pa 0,858 m/s. Skupna hitrost (xyz) je pri mizi v povprečju 3,847 m/s, pri konju pa 3,913 m/s. Analiza t-test je pokazala, da se le hitrosti v smeri y med orodjema statistično značilno razlikujeta. Pri konju do izvedbe prvega salta telovadec že dlje časa pada (od največje višine težišča telesa) po paraboli kot pri mizi, zato je pri konju hitrost v smeri y večja kot pri mizi.

Preglednica 40: Hitrost težišča telesa telovadca pri končanem drugem saltu

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx Vxds [m/s]	X	3,717	3,653	0,562	0,792
	MAX	4,575	4,650		
	MIN	3,375	2,900		
	SD	0,410	0,507		
	SE	0,226	0,252		

hitrost TT Vy Vyds [m/s]	X	3,675	4,211	0,048	0,007
	MAX	4,375	4,425		
	MIN	3,250	3,900		
	SD	0,342	0,162		
	SE	0,207	0,142		

hitrost TT Vxyz Vxyzds [m/s]	X	5,244	5,594	0,462	0,137
	MAX	6,031	6,268		
	MIN	4,953	5,195		
	SD	0,385	0,294		
	SE	0,219	0,192		

Hitrost težišča telesa telovadca pri končanem drugem saltu je v smeri x pri preskokih čez mizo v povprečju 3,717 m/s, pri konju pa 3,653 m/s. Hitrost v smeri y je pri mizi v povprečju 3,675 m/s, pri konju pa 4,211 m/s. Skupna hitrost (xyz) je pri mizi v povprečju 5,244 m/s, pri konju pa 5,594 m/s. Analiza t-test je pokazala, da se le hitrosti v smeri y med orodjema (mizo, konjem) statistično značilno razlikujeta. Pri konju do izvedbe prvega salta telovadec že dlje časa pada (od največje višine težišča telesa) po paraboli kot pri mizi, zato je pri konju hitrost večja kot pri mizi.

Največja višina težišča telesa je pri konju nižja, prvi in drugi salto pa sta na obeh orodjih končana ob istem času, in sicer v tistem delu krivulje leta, ki pada. Telovadec do konca prvega oziroma drugega salta pri preskoku čez konja že dlje časa pada po paraboli, zato je tudi večja hitrost v smeri y in skupna hitrost (xyz).

KOTNE HITROSTIPreglednica 41: *Kotne hitrosti telovadca v drugi fazi leta*

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kotna hitrost Z.D.O. do 1. salto [stop./s]	X	800,5	800,2	0,332	0,318
	MAX	822,9	830,0		
	MIN	728,0	767,4		
	SD	29,5	20,7		
	SE	1,9	1,6		

kotna hitrost od 1. salto do 2. salto [stop./s]	X	1104,5	1075,2	0,584	0,972
	MAX	1200,0	1125,0		
	MIN	1000,0	1000,0		
	SD	64,1	52,5		
	SE	2,8	2,6		

kotna hitrost od 2. salto do 1.D.P. [stop./s]	X	693,2	797,7	0,412	0,032
	MAX	820,9	960,5		
	MIN	605,0	606,0		
	SD	86,0	116,2		
	SE	3,3	3,8		

Od zadnjega dotika rok pri opori na orodju do konca izvedbe prvega salta je kotna hitrost pri preskoku čez mizo v povprečju 800,5 stopinj / sekundo, pri konju pa 800,2 stopinj / sekundo. Od konca izvedbe prvega salta do konca izvedbe drugega salta je kotna hitrost pri preskoku čez mizo v povprečju 1104,5 stopinj / sekundo, pri konju pa 1075,2 stopinje / sekundo. Od konca izvedbe drugega salta do prvega dotika nog s podlago pri doskoku je kotna hitrost pri preskokih čez mizo v povprečju 693,2 stopinje / sekundo, pri konju pa 797,7 stopinj / sekundo. Analiza t-test je pokazala, da se statistično značilno razlikujeta le kotni hitrosti od konca izvedbe drugega salta do prvega dotika nog s podlago pri doskoku.

Kotna hitrost je od zadnjega dotika rok pri odzivu z orodja do konca izvedbe drugega salta enaka na obeh orodjih. Od konca izvedbe drugega salta do prvega dotika nog pri doskoku pa je kotna hitrost manjša pri mizi. Zaradi večje najvišje točke težišča telesa telovadca pri preskokih čez mizo je obdobje od konca izvedbe drugega salta do prvega dotika nog s podlago pri doskoku daljše pri mizi, in sicer za štiri stotinke sekunde. Zaradi tega telovadec pri preskoku čez mizo že prej izteguje noge v kolčnem in kolenskem sklepu ter s tem večja vztrajnostni moment (Čuk, Karacsony, 2004), kar je vzrok, da je kotna hitrost v tem delu manjša.

Preglednica 42: Primerjava kotnih hitrosti med različnimi prvinami in raziskavami

Gimnastična prvina	Povprečna kotna hitrost okoli čelne osi [stopinje/sekundo]	Avtorji raziskave
PRESKOK - Premet dvojni skrčeni salto naprej	843	Takei, 2007
PARTER – Dvojni skrčeni salto naprej	838	Štuhec, 2001
KROGI – Trojni skrčeni salto nazaj	1000	Držaj, 2001
PARTER – Dvojni skrčeni salto nazaj	665	Ferkoj, 2000; Čuk, Ferkoj, 2000
PARTER – Trojni skrčeni salto nazaj	853	Ferkoj, 2000; Čuk, Ferkoj, 2000

KOTI

Preglednica 43: Pomembnejši koti pri največjem skrčenju telesa telovadca

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht - trup ram. sklep <i>krmz</i> <i>[stop.]</i>	X	46,6	37,5	0,169	0,003
	MAX	56,4	44,7		
	MIN	34,6	30,4		
	SD	6,8	4,1		
	SE	0,9	0,7		
kot nadlaht - podlaht kom. sklep <i>kkmmz</i> <i>[stop.]</i>	X	138,7	130,1	0,504	0,168
	MAX	154,1	149,6		
	MIN	115,1	111,8		
	SD	14,1	11,0		
	SE	1,3	1,2		
kot trup - stegno kolčni sklep <i>kklmz</i> <i>[stop.]</i>	X	36,5	34,1	0,882	0,298
	MAX	43,3	42,4		
	MIN	27,150	29,500		
	SD	4,744	4,494		
	SE	0,770	0,749		
kot stegno - golen kolen. sklep <i>kkomz</i> <i>[stop.]</i>	X	46,0	39,7	0,756	0,026
	MAX	52,5	48,9		
	MIN	37,400	32,600		
	SD	5,794	5,174		
	SE	0,851	0,804		
kot trup - orodje <i>ktxmz</i> <i>[stop.]</i>	X	141,8	118,4	0,023	0,019
	MAX	159,8	142,2		
	MIN	130,6	68,0		
	SD	9,8	23,5		
	SE	1,1	1,7		

Koti v ramenskem sklepu so pri največjem skrčenju pri preskokih čez mizo v povprečju 46,6 stopinj, pri konju pa 37,5 stopinj. Koti v komolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 138,7 stopinj, pri konju pa 130,1 stopinjo. Koti v kolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 36,5 stopinj, pri konju pa 34,1 stopinj. Koti v kolenskem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 46,0 stopinj, pri konju pa 39,7 stopinj. Koti trupa glede na orodje (x os) so pri preskokih čez mizo v povprečju 141,8 stopinj, pri konju pa 118,4 stopinj. Analiza t-test je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med orodjema pri ramenskem in kolenskem sklepu ter pri kotu trupa glede na x os.

Preglednica 44: Pomembnejši koti pri največji višini težišča telesa telovadca

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht - trup ram. sklep <i>krmv</i> <i>[stop.]</i>	X	36,0	38,9	0,622	0,301
	MAX	43,1	52,2		
	MIN	27,5	32,8		
	SD	5,3	6,4		
	SE	0,8	0,9		
kot nadlaht - podlaht kom. sklep <i>kkomv</i> <i>[stop.]</i>	X	118,2	124,9	0,473	0,308
	MAX	137,9	151,9		
	MIN	93,4	101,6		
	SD	11,7	15,2		
	SE	1,2	1,4		
kot trup - stegno kolč. sklep <i>kklmv</i> <i>[stop.]</i>	X	50,7	50,2	0,083	0,880
	MAX	62,0	56,1		
	MIN	36,3	42,7		
	SD	8,2	4,3		
	SE	1,0	0,7		
kot stegno - golen kolen. sklep <i>kklmv</i> <i>[stop.]</i>	X	55,8	51,7	0,217	0,068
	MAX	61,3	58,2		
	MIN	49,4	41,2		
	SD	3,4	5,3		
	SE	0,6	0,8		
kot trup - orodje <i>ktxmv</i> <i>[stop.]</i>	X	101,8	77,6	0,109	0,009
	MAX	141,0	104,3		
	MIN	76,5	66,8		
	SD	21,3	11,7		
	SE	1,6	1,2		

Koti v ramenskem sklepu so pri največji višini težišča telesa pri preskokih čez mizo v povprečju 36,0 stopinj, pri konju pa 38,9 stopinj. Koti v komolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 118,7 stopinj, pri konju pa 124,9 stopinj. Koti v kolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 50,7 stopinj, pri konju pa 50,2 stopinji. Koti v kolenskem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 55,8 stopinj, pri konju pa 51,7 stopinj. Koti trupa glede na orodje (x os) so pri preskokih čez mizo v povprečju 101,8 stopinj, pri konju pa 77,6 stopinj. Analiza t-test je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med orodjema le pri kotu trupa glede na orodje (x os).

Kot med trupom in x osjo se pri položaju največjega skrčenja in v položaju najvišje točke težišča telesa telovadca statistično značilno razlikuje med orodjema. Vzrok za to je manjši kot v kolčnem sklepu pri preskoku čez mizo pri zadnji točki odziva rok z orodja, zato ima telovadec manjši vztrajnostni moment in zaradi tega večjo kotno hitrost. Zato se telovadec do največje višine težišča telesa zavrti za več stopinj okoli čelne osi.

Preglednica 45: Pomembnejši koti pri končanem prvem saltu

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht - trup ram. sklep <i>krps</i> <i>[stop.]</i>	X	42,2	36,3	0,058	0,052
	MAX	46,7	44,4		
	MIN	34,9	23,2		
	SD	3,7	7,6		
	SE	0,7	1,0		
kot nadlaht - podlaht kom. sklep <i>kkmps</i> <i>[stop.]</i>	X	111,4	118,5	0,880	0,192
	MAX	125,9	132,4		
	MIN	91,0	103,8		
	SD	11,4	10,8		
	SE	1,2	1,2		
kot trup - stegno kolč. sklep <i>kkmps</i> <i>[stop.]</i>	X	49,3	41,4	0,003	0,210
	MAX	91,7	49,6		
	MIN	34,3	36,5		
	SD	16,7	5,1		
	SE	1,4	0,8		
kot stegno - golen kolen. sklep <i>kkops</i> <i>[stop.]</i>	X	48,6	41,7	0,336	0,034
	MAX	54,0	55,7		
	MIN	39,1	30,9		
	SD	5,1	7,3		
	SE	0,8	1,0		

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot trup - orodje <i>ktxps</i> [stop.]	X	87,9	88,4	0,792	0,831
	MAX	94,2	94,0		
	MIN	80,5	82,0		
	SD	4,7	4,3		
	SE	0,8	0,7		

Koti v ramenskem sklepu so pri končanem prvem saltu pri preskokih čez mizo v povprečju 42,2 stopinji, pri konju pa 36,3 stopinje. Koti v komolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 111,4 stopinj, pri konju pa 118,5 stopinj. Koti v kolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 49,3 stopinj, pri konju pa 41,4 stopinj. Koti v kolenskem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 48,6 stopinj, pri konju pa 41,7 stopinj. Koti trupa glede na orodje (x os) so pri preskokih čez mizo v povprečju 87,9 stopinj, pri konju pa 88,4 stopinj. Analiza t-test med spremenljivkami je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med orodjema le pri kotu v kolenskem sklepu.

Preglednica 46: Pomembnejši koti pri končanem drugem saltu

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht - trup ram. sklep <i>krds</i> [stop.]	X	43,4	40,2	0,034	0,417
	MAX	52,1	55,0		
	MIN	36,3	23,9		
	SD	4,7	10,6		
	SE	0,8	1,1		

kot nadlaht - podlaht kom. sklep <i>kkmds</i> [stop.]	X	101,9	103,8	0,494	0,749
	MAX	117,1	127,8		
	MIN	80,6	81,4		
	SD	10,9	14,0		
	SE	1,2	1,3		

kot trup - stegno kolč. sklep <i>kklds</i> [stop.]	X	40,1	36,9	0,929	0,240
	MAX	50,7	43,4		
	MIN	30,6	29,0		
	SD	5,7	5,5		
	SE	0,8	0,8		

kot stegno - golen kolen. sklep <i>kkods</i> [stop.]	X	51,6	42,6	0,631	0,023
	MAX	59,4	55,1		
	MIN	38,4	30,9		
	SD	6,9	8,2		
	SE	0,9	1,0		

kot trup - orodje <i>ktxds</i> [stop.]	X	90,8	90,4	0,474	0,883
	MAX	97,2	99,1		
	MIN	81,7	81,0		
	SD	5,3	6,9		
	SE	0,8	0,9		

Koti v ramenskem sklepu so pri končanem drugem saltu pri preskokih čez mizo v povprečju 43,4 stopinj, pri konju pa 40,2 stopinji. Koti v komolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 101,9 stopinj, pri konju pa 103,8 stopinj. Koti v kolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 40,1 stopinjo, pri konju pa 36,9 stopinj. Koti v kolenskem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 51,6 stopinj, pri konju pa 42,6 stopinj. Koti trupa glede na orodje (x os) so pri preskokih čez mizo v povprečju 90,8 stopinj, pri konju pa 90,4 stopinj. Analiza t-test med spremenljivkami je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med orodjema le pri kotu v kolenskem sklepu.

Skozi celotno drugo fazo leta ima telovadec v kolenskem sklepu večji kot, kar pomeni, da je telovadec bolj odprt (Ferkolj, Čuk, 2007). Večji kot v kolenskem sklepu pri enaki kotni hitrosti pomeni, da je vztrajnostni moment pri preskoku čez mizo večji (Čuk, Karacsony, 2004).

6.3.7 **SEDMA FAZA – Doskok** (Prvi dotik stopal s podlago)**RAZDALJE**

Preglednica 47: Višina težišča telesa telovadca pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
višina TT 1. dotik pri doskoku <i>hTTdp</i> <i>[m]</i>	X	1,045	0,928	0,935	0,032
	MAX	1,210	1,081		
	MIN	0,921	0,720		
	SD	0,104	0,107		
	SE	0,114	0,115		

Višina težišča telesa je pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku pri preskokih čez mizo v povprečju 1,045 metra, pri konju pa 0,928 metra. Analiza t-test med spremenljivkama je pokazala, da med orodjema obstajajo statistično značilne razlike.

Takei (2007) je v svoji raziskavi analiziral 23 telovadcev z Olimpijskih iger leta 2000, ki so skakali čez starega konja premet dvojni skrčeni salto naprej in ugotovil, da je bila povprečna višina težišča telesa pri prvem dotiku nog s podlago pri doskoku 1,06 metra. V naši raziskavi je bila ta točka pri preskokih čez konja za 0,13 metra nižje.

Pri prvi točki dotika nog s podlago pri doskoku je bila ta točka pri preskokih čez mizo v povprečju višja za skoraj 12 centimetrov. Vzrok je višji preskok, ki pa je posledica večje navpične hitrosti (smer y) v fazi odziva rok z orodja. Večja višina omogoča dlje trajajoči let in pri enaki kotni hitrosti ima telovadec več časa za pripravo na doskok.

Telovadci lahko poleg osnovnih blazin debeline 20 cm uporabijo še dodatno blazino debeline 10 cm, ki pa je mehkejša od osnovne blazine. Vsi telovadci na obeh orodjih (miza, konj) so uporabili tudi dodatno mehkejšo blazino, dva telovadca pri preskoku čez konja, pa sta uporabila celo dve dodatni mehkejši blazini debeline 10 cm, kljub temu je povprečna višina težišča telesa telovadca pri doskoku večja pri preskokih čez mizo.

ČAS

Preglednica 48: Čas od prvega dotika stopal z odskočno desko do prvega dotika stopal pri doskoku

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
čas od 1.D.D. do 1. dotika podlage [s]	X	1,456	1,431	0,798	0,102
	MAX	1,520	1,480		
	MIN	1,420	1,400		
	SD	0,031	0,028		
	SE	0,063	0,060		

Čas od prvega dotika stopal z odskočno desko do prvega dotika stopal s podlago pri doskoku je pri preskokih čez mizo v povprečju 1,456 sekunde, pri konju pa 1,431 sekunde. Analiza t-test med spremenljivkami je pokazala, da med orodjema ne obstajajo statistično značilne razlike.

HITROSTI

Preglednica 49: Hitrost težišča telesa telovadca pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
hitrost TT Vx 1.D.P. [m/s]	X	3,588	3,603	0,985	0,485
	MAX	4,200	4,425		
	MIN	2,675	3,075		
	SD	0,455	0,452		
	SE	0,239	0,238		

hitrost TT Vy 1.D.P. [m/s]	X	5,783	5,714	0,886	0,266
	MAX	6,609	6,350		
	MIN	5,300	4,900		
	SD	0,432	0,410		
	SE	0,232	0,226		

hitrost TT Vxyz 1.D.P. [m/s]	X	6,816	6,780	0,451	0,789
	MAX	7,230	7,276		
	MIN	6,257	5,803		
	SD	0,352	0,464		
	SE	0,210	0,241		

Pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku so hitrosti v smeri x pri preskokih čez mizo v povprečju 3,588 m/s, pri konju pa 3,603 m/s. Hitrosti v smeri y so pri preskokih čez mizo v povprečju 5,783 m/s, pri konju pa 5,714 m/s. Skupne hitrosti (xyz) so pri preskoku čez mizo v povprečju 6,816 m/s, pri konju pa 6,780 m/s. Analiza t-test med spremenljivkami je pokazala, da med orodjema ne obstajajo statistično značilne razlike med hitrostmi.

KOTIPreglednica 50: Pomembnejši koti pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku

Spremenljivka	Parameter	Miza	Konj	(p) f	(p) t-test
kot nadlaht - trup ram. sklep <i>krdp</i> <i>[stop.]</i>	X	59,8	44,7	0,709	0,071
	MAX	82,8	83,6		
	MIN	38,5	26,6		
	SD	15,4	17,7		
	SE	1,4	1,5		

kot nadlaht - podlaht kom. sklep <i>kkmdp</i> <i>[stop.]</i>	X	98,3	116,8	0,738	0,049
	MAX	120,9	153,9		
	MIN	71,3	81,3		
	SD	17,2	19,4		
	SE	1,5	1,6		

kot trup - stegno kolč. sklep <i>kkldp</i> <i>[stop.]</i>	X	137,7	106,6	0,731	0,006
	MAX	165,0	147,1		
	MIN	98,5	85,2		
	SD	22,2	19,6		
	SE	1,7	1,6		

kot stegno - golen kolen. sklep <i>kkodp</i> <i>[stop.]</i>	X	133,0	108,7	0,441	0,009
	MAX	152,4	135,9		
	MIN	94,1	88,8		
	SD	19,6	14,8		
	SE	1,6	1,4		

kot trup - orodje <i>ktxdp</i> <i>[stop.]</i>	X	108,3	103,4	0,738	0,625
	MAX	130,8	156,6		
	MIN	72,9	86,9		
	SD	19,5	22,1		
	SE	1,6	1,7		

kot TT- podlaga <i>kTTxdp</i> <i>[stop.]</i>	X	52,3	43,0	0,797	0,161
	MAX	74,6	55,9		
	MIN	35,3	8,6		
	SD	12,7	14,0		
	SE	1,3	1,3		

Koti v ramenskem sklepu so pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku pri preskokih čez mizo v povprečju 59,8 stopinj, pri konju pa 44,7 stopinj. Koti v komolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 98,3 stopinje, pri konju pa 116,8 stopinj. Koti v kolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 137,7 stopinj, pri konju pa 106,6 stopinj. Koti v

kolenskem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 133,0 stopinj, pri konju pa 108,7 stopinj. Koti trupa glede na orodje (x os) so pri preskokih čez mizo v povprečju 108,3 stopinj, pri konju pa 103,4 stopinje. Koti prsti noge in težišče telesa glede na podlago (x os) so pri preskokih čez mizo v povprečju 52,3 stopinj, pri konju pa 43,0 stopinj. Analiza t-test med spremenljivkami je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med orodjema pri kotu v komolčnem, kolčnem in kolenskem sklepu.

7.0 ZAKLJUČEK

Na pobudo Mednarodne gimnastične zveze (FIG) sta prva začela razvijati novo mizo za preskok izdelovalca gimnastičnih orodij Janssen&Fritsen in Spith. Mednarodna gimnastična zveza je leta 2000 uradno oznanila odločitev, da bodo leta 2001 starega konja zamenjali z novo mizo za preskok. Na 35. Svetovnem prvenstvu v gimnastiki, ki je bilo leta 2001 v Ghentu, je postala nova miza za preskok novo uradno telovadno orodje.

Predmet naše raziskave je bilo določiti spremembe v biomehanskih parametrih tehnike med izvedbo preskoka premet dvojni skrčeni salto naprej na starem konju in novi mizi za preskok.

Prvina premet dvojni skrčeni salto naprej je vrhunska gimnastična prvina na preskoku, sestavljena iz vrtenja naprej okoli čelne osi. Preskok je definiran v pravilniku Mednarodne gimnastične zveze (FIG, 2001b, 2006) in ima točno določeno težavnost.

Vzorec merjencev so predstavljali telovadci, ki so izvedli preskok premet dvojni skrčeni salto naprej na Svetovnem pokalu leta 2000 v Ljubljani (Slovenija) ($N = 9$) in tisti telovadci, ki so izvedli enak preskok na Svetovnem prvenstvu leta 2002 v Debrecenu (Madžarska) ($N = 9$). Preskoke smo posneli s sistemom kamer med samim tekmovanjem, in sicer s frekvenco 50 slik na sekundo. Podatki so bili zbrani in obdelani po standardni metodi obdelave, kot jo zahteva Conspport motion analyses system (CMAS). Za kinematično analizo smo uporabili programsko opremo APAS – Ariel Performance Analysis System (Ariel Dynamics Inc., SanDiego, Ca). Uporabili smo Sušankin (1987) 15-segmentni model telesa, katerega smo definirali s 17-timi referenčnimi točkami. Koordinate točk telesa smo določali ročno in jih nato zgladili z digitalnim filtrom stopnje 7. Po glajenju podatkov smo izračunali višine, dolžine, razdalje, hitrosti, čase, kote za pomembne vnaprej določene položaje. Podatki so bili obdelani s statističnim programom SPSS (Statistical package for the social sciences, verzija 12.0, Chicago, IL, USA). Za vse spremenljivke smo izračunali osnovne statistične parametre, Hi kvadrat test, f-test. Za določitev statistično značilnih razlik aritmetičnih sredin spremenljivk smo uporabili t-test ($p < 0.05$) za enake in različne variance.

Preskok premet dvojni skrčeni salto naprej je prvina gibanja, za katero sta značilna kinematična in dinamična komponenta. Kinematično komponento predstavljajo poti, hitrosti,

koti, pospeški in kotne hitrosti. Dinamično komponento predstavljajo energija, delo, moč, navori in sile gibanja. Preskok premet dvojni skrčeni salto naprej je sestavljeno gibanje. Če želimo preskok analizirati, ga moramo razdeliti na posamezne značilne faze (povzeto po Bolkovič in sodelavci, 2002).

Preskok smo razdelili na sedem faz (zalet, naskok na odskočno desko, opora in odriv z odskočne deske, prva faza leta, opora in odriv z orodja, druga faza leta, doskok) (Čuk, Karacsony, 2004, Prassas, 2002), iz katerih smo za nadaljnjo analizo izbrali devet pomembnih položajev (prvi dotik stopal z odskočno desko, zadnji dotik stopal z odskočno desko, prvi dotik orodja z rokami, zadnji dotik orodja z rokami, največje skrčenje telesa, največja višina težišča telesa, končan prvi salto, končan drugi salto, prvi dotik stopal s podlago).

Za vsako fazo preskoka smo izračunali čas trajanja posamezne faze. Za vsak izbrani položaj pa smo izračunali: višino težišča telesa, hitrost v smeri x, y in skupno hitrost (xyz), kotno hitrost in kote (ramenski sklep, komolčni sklep, kolčni sklep, kolenski sklep, kot trupa glede na orodje, kot roke glede na orodje, kot osi skozi zapestje in težišče telesa glede na orodje).

Na podlagi postavljenega predmeta in problema smo opredelili 104 spremenljivke. S pomočjo t-testa ($p < 0.05$) za enake in/ali različne variance (glede na značilnost f-testa) smo med spremenljivkami ugotavljali statistično značilne razlike med starim konjem in novo mizo za preskok. Statistično značilne razlike so se pokazale pri 29-tih spremenljivkah ali v 27,9 %. Spremenljivke, med katerimi so se pokazale statistično značilne razlike, so spodaj navedene po posameznih fazah oziroma za posamezen izbrani položaj.

1. Hitrost težišča telesa v smeri x pri prvem dotiku stopal z odskočno desko. Pri prvem dotiku stopal z odskočno desko je hitrost v smeri x pri mizi 7,967 m/s, pri konju pa 7,581 m/s.
2. Hitrost težišča telesa v smeri y pri prvem dotiku stopal z odskočno desko. Pri prvem dotiku stopal z odskočno desko je hitrost v smeri y pri mizi 1,113 m/s, pri konju pa 0,784 m/s.
3. Skupna hitrost težišča telesa (xyz) pri prvem dotiku stopal z odskočno desko. Pri prvem dotiku stopal z odskočno desko je skupna hitrost pri mizi 8,049 m/s, pri konju pa 7,623 m/s.

4. Kot v kolčnem sklepu pri prvem dotiku stopal z odskočno desko. Kot v kolčnem sklepu znaša pri prvem dotiku stopal z odskočno desko pri preskoku čez mizo 103,0 stopinj, pri konju pa 111,9 stopinj.
5. Skupna hitrost težišča telesa (xyz) pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko. Pri zadnjem dotiku stopal z odskočno desko je skupna hitrost pri mizi 6,868 m/s, pri konju pa 6,562 m/s.
6. Širina prijema v fazi opore in odrida z orodja. Širina prijema rok na orodju je pri preskokih čez mizo 0,439 metra, pri konju pa 0,176 metra.
7. Razmerje širine ramen proti širini prijema orodja v fazi opore in odrida z orodja. Razmerje med širino ramen in širino opore rok na orodju je pri preskokih čez mizo 0,992, pri konju pa 2,494.
8. Hitrost težišča telesa v smeri y pri zadnjem dotiku orodja z rokami. Pri zadnjem dotiku rok z orodjem je pri preskokih čez mizo hitrost težišča telesa v smeri y 4,146 m/s, pri konju pa 3,803 m/s.
9. Skupna hitrost težišča telesa (xyz) pri zadnjem dotiku orodja z rokami. Pri zadnjem dotiku rok z orodjem je pri preskokih čez mizo skupna hitrost težišča telesa v smeri xyz 5,724 m/s, pri konju pa 5,278 m/s.
10. Čas druge faze leta. Čas druge faze leta je pri preskoku čez mizo v povprečju 1,056 sekunde, pri konju pa 1,022 sekunde.
11. Čas od odrida rok z orodja do največjega skrčenja telesa v drugi fazi leta. Čas od odrida rok z orodja do največjega skrčenja telesa je pri preskokih čez mizo v povprečju 0,230 sekunde, pri konju pa 0,258 sekunde.
12. Hitrost težišča telesa v smeri y pri največjem skrčenju telesa v drugi fazi leta. Hitrost težišča telesa pri največjem skrčenju telesa je v smeri y pri mizi v povprečju 1,633 m/s, pri konju pa 0,861 m/s.
13. Kot v ramenskem sklepu pri največjem skrčenju telesa v drugi fazi leta. Koti v ramenskem sklepu so pri največjem skrčenju telesa pri preskokih čez mizo v povprečju 46,6 stopinj, pri konju pa 37,5 stopinj.
14. Kot v kolenskem sklepu pri največjem skrčenju telesa v drugi fazi leta. Koti v kolenskem sklepu so pri največjem skrčenju telesa pri preskokih čez mizo v povprečju 60,4 stopinj, pri konju pa 49,3 stopinj.
15. Kot trupa glede na orodje (x os) pri največjem skrčenju telesa v drugi fazi leta. Koti trupa glede na orodje (x os) so pri največjem skrčenju telesa pri preskokih čez mizo v povprečju 141,8 stopinj, pri konju pa 118,4 stopinj.

16. Največja višina težišča telesa v drugi fazi leta. Največja višina težišča telesa je pri preskoku čez mizo v povprečju 3,125 metra, pri konju pa 3,022 metra.
17. Kot trupa glede na orodje (x os) pri največji višini težišča telesa v drugi fazi leta. Koti trupa glede na orodje (x os) so pri največji višini težišča telesa pri preskokih čez mizo v povprečju 101,8 stopinj, pri konju pa 77,6 stopinj.
18. Višina težišča telesa pri končanem prvem saltu. Višina težišča telesa pri končanem prvem saltu je pri preskoku čez mizo v povprečju 3,098 metra, pri konju pa 2,975 metra.
19. Hitrost težišča telesa v smeri y pri končanem prvem saltu. Hitrost pri končanem prvem saltu je v smeri y pri mizi v povprečju 0,438 m/s, pri konju pa 0,858 m/s.
20. Kot v kolenskem sklepu pri končanem prvem saltu. Koti v kolenskem sklepu so pri končanem prvem saltu pri preskokih čez mizo v povprečju 48,6 stopinj, pri konju pa 41,7 stopinj.
21. Višina težišča telesa pri končanem drugem saltu. Višina težišča telesa pri končanem drugem saltu je pri preskoku čez mizo v povprečju 2,294 metra, pri konju pa 2,078 metra.
22. Hitrost težišča telesa v smeri y pri končanem drugem saltu. Hitrost pri končanem drugem saltu je v smeri y pri mizi v povprečju 3,675 m/s, pri konju pa 4,211 m/s.
23. Kot v kolenskem sklepu pri končanem drugem saltu. Koti v kolenskem sklepu so pri končanem drugem saltu pri preskokih čez mizo v povprečju 51,6 stopinj, pri konju pa 42,6 stopinj.
24. Čas od končanega drugega salta do prvega dotika stopal s podlago pri doskoku. Čas od konca izvedbe drugega salta do prvega dotika nog s podlago je pri preskokih čez mizo v povprečju 0,247 sekunde, pri konju pa 0,209 sekunde.
25. Kotna hitrost od končanega drugega salta do prvega dotika stopal s podlago pri doskoku. Od konca izvedbe drugega salta do prvega dotika nog s podlago pri doskoku je kotna hitrost pri preskokih čez mizo v povprečju 693,2 stopinje / sekundo, pri konju pa 797,7 stopinj / sekundo.
26. Višina težišča telesa pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku. Višina težišča telesa je pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku pri preskokih čez mizo v povprečju 1,045 metra, pri konju pa 0,928 metra.
27. Kot v komolčnem sklepu pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku. Koti v komolčnem sklepu so pri preskokih čez mizo v povprečju 98,3 stopinje, pri konju pa 116,8 stopinj.

28. Kot v kolčnem sklepu pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku. Koti v kolčnem sklepu so pri prvem dotiku stopal s podlago pri mizi v povprečju 137,7 stopinj, pri konju pa 106,6 stopinj.
29. Kot v kolenskem sklepu pri prvem dotiku stopal s podlago pri doskoku. Koti v kolenskem sklepu so pri prvem dotiku stopal s podlago pri mizi v povprečju 133,0 stopinj, pri konju pa 108,7 stopinj.

Lahko trdimo, da navedena ničelna hipoteza, ki pravi, da med preskokoma premet dvojni skrčeni salto naprej čez konja in novo mizo ni razlik, ne velja. Nova miza za preskok posledično omogoča telovadcu večjo zaletno hitrost, večjo višino skoka, večjo vrtilno količino, boljši odriv z rokami od mize (boljši anatomske položaj, večji sunek sile), lažjo kontrolo nad mestom doskoka in večjo amplitudo skoka.

V naši raziskavi so se pojavile razlike v hitrosti pri prvem dotiku stopal z odskočno desko. To pomeni, da je imel telovadec pri preskoku čez mizo na koncu zaleta in v fazi naskoka na odskočno desko večjo hitrost (miza 8,049 m/s, konj 7,623 m/s).

Vzroke smo poskušali najti tudi s pomočjo Fittsovega zakona (Schmidt, 1999), ki govori o obratnem odnosu med težavnostjo gibanja in hitrostjo, s katero lahko izvedemo to gibanje. Ker ima konj manjšo oporno površino (McNeal, 2003) in slabšo anatomske oporo (Ferkolj, Čuk, 2007), je preskok premet dvojni skrčeni salto naprej čez konja zahtevnejši, zato ga telovadec izvede z manjšo hitrostjo.

Večja odrivna cona in zaobljeni prednji del pri novi mizi za preskok imata tudi ugodnejši psihološki vpliv na sposobnost odriva z orodja. Telovadec je v fazi opore in odriva rok z orodja bolj samozavesten, zato je lahko bolj agresiven oziroma lahko bolj eksplozivno izvede odriv z orodja (Prassas, 2002, Rand, 2003).

Čas faze opore je ostal na obeh orodjih enak. Iz tega lahko sklepamo, da je čas 0,162 sekunde idealni čas opore in odriva rok z orodja (Ferkolj, Čuk, 2007).

Kot smo pričakovali, je razmerje med širino ramen in širino prijema rok na novi mizi v fazi opore in odriva rok spremenjeno (Čuk, Karacsony, 2004). Na novi mizi ima telovadec roke praktično vzporedno, kar mu omogoča, da proizvede večjo odrivno silo (po teoretičnem

modelu približno 3 %), večja odzivna sila pa je tudi vzrok za večjo hitrost v smeri y (navpična komponenta hitrosti) v fazi odziva rok z orodja. Večja odzivna sila je kasneje tudi razlog za višji in dlje trajajoči drugi let.

Kotna hitrost med prvim in drugim saltom je na obeh orodjih enaka, čeprav sta kota v kolčnem in kolenskem sklepu pri preskoku čez mizo večja. Med preskokom čez mizo je telovadec bolj odprt, kar pomeni, da ima telovadec med drugo fazo leta večji vztrajnostni moment in večjo vrtilno količino (Winter, 1990, Prassas, 2002).

V zadnjem delu preskoka, takoj po končanem drugem saltu, sledi priprava na doskok. Pri mizi, kjer je drugi salto končan višje (višina težišča telesa je pri mizi 2,294 metra, pri konju pa 2,078 metra), ima telovadec več časa, da se pripravi na doskok, zato je tudi kotna hitrost v tem delu pri mizi manjša. Kota v kolčnem in kolenskem sklepu sta pri prvem dotiku nog s podlago večja, trup je bolj vzravnani, kar omogoča uspešnejši doskok.

Na podlagi dobljenih rezultatov naše raziskave lahko zaključimo, da nova miza za preskok nakazuje spremembe v izvedbi preskoka.

Naša raziskava je bila narejena v času, ko še ni bilo veliko telovadcev, ki bi izvedli preskok premet dvojni skrčeni salto naprej na novi mizi za preskok, ker nova miza še ni bila dolgo na uradnih velikih tekmovanjih, zato so rezultati predvsem uporabni v določitvi smeri razvoja tehnike izvedbe prvine.

Telovadec skozi fazo opore in odziva rok z orodja pri novi mizi lažje pridobi vrtilno količino, zato je nova miza lahko nevarna za tiste telovadce, ki niso dovolj telesno, tehnično in psihično pripravljeni za preskok take težavnosti, ker imajo lahko na novi mizi občutek, da je preskok lažji, nimajo pa primerne kontrole drugega leta in doskoka.

8.0 LITERATURA

1. Alt, W. (1991). *Kinetic analysis of roundoff entry vaults in gymnastics*. XIII. Int. Ccongress on Biomechanics. Australia.
2. Antonov, L. (1975). *Preskoci za žene*. Moskva: Fiskultura i sport.
3. Bajin, B. (1993). *Interrelacija goniometrijskih prostorskih i vremenskih parametra kod gimnastičkih preskoka i mogućnost njihovog kinematičkog modeliranja*. Doktorska disertacija. Beograd.
4. Bedenik, K. (1995). *Vpliv biomehanskih parametrov na oceno plovke čez konja*. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za šport.
5. Bernstein, G. (1989). *Men's vault*. FIG: The World Championship in artistic gymnastics (Scientific report), 73-78.
6. Blejec, M. (1989). *Uvod v statistiko*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
7. Bolkovič, T., Čuk, I., Kokole, J., Kovač, M., Novak, D. (2002). *Izrazoslovje v gimnastiki*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport, Inštitut za kineziologijo.
8. Bradshav, E. (2004). *Target-directed running in gymnastics: A preliminary exploration of vaulting*. New Zealand Academy of Sport, Auckland.
9. Bricelj, A., Dolenc, A., Turšič, B., Čuk, I., Čoh, M. (2007). *Reliability of runway characteristics of vault in women artistic gymnastics*. Zbornik naučnih i stručnih radova / II. Međunarodni simpozium nove tehnologije u sportu. Sarajevo: Fakulteta sporta i tjelesnog odgoja.
10. Čoh, M. (1990). *Nekateri biomehanični parametri tehnike troskoka ter njihova stopnja konstantnosti in spremenljivosti pri vrhunskih mladih atletih udeležencih JUPEA*. Ljubljana: Fakulteta za telesno kulturo. Inštitut za kineziologijo.
11. Čuk, I. (1996). *Razvoj in analiza nove gimnastične prvine*. Doktorska dizertacija. Ljubljana: Fakulteta za šport.
12. Čuk, I., Colja, I. (1993). *Kinematična analiza nekaterih preskokov z obratom v prvi fazi leta*. Zbornik referatov – II. Mednarodni simpozij Šport mladih, 384-388.
13. Čuk, I., Karacsony, I. (1995). *Kinematic analysis of the hecht vault*. Fakulteta za šport, Ljubljana.

14. Čuk, I., Karacsony, I. (2004). *Vault: methods, ideas, curiosities, history*. Ljubljana: ŠTD Saugvinčki.
15. Čuk, I., Bricelj, A., Bučar, M., Turšič, B., Atiković, A. (2007). *Relations between start value of vault and runway velocity in top level male artistic gymnastics*. Zbornik naučnih i stručnih radova / II. Međunarodni simpozium nove tehnologije u sportu. Sarajevo: Fakulteta sporta i tjelesnog odgoja.
16. Čuk, I., Ferkolj, S.M. (2000). *Kinematics analysis of some backward acrobatic jumps*. Proceedings of XVIII. international symposium on biomechanics in sports. Hong Kong. The Chinese university of Hong Kong, str. 36-38.
17. Držaj, S. (2001). *Tehnika in metodika trojnega skrčenega salta nazaj s krogov*. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za šport.
18. Ferkolj, S. M. (2000). *Kinematična analiza nekaterih akrobatskih prvin z rotacijo nazaj okrog čelne in vzdolžne osi*. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za šport.
19. Ferkolj, S. M., Čuk, I. (2007). *Kinematics characteristics of handspring double salto forward tucked performed on horse and vaulting table*. Zbornik naučnih i stručnih radova / II. Međunarodni simpozium nove tehnologije u sportu. Sarajevo: Fakulteta sporta i tjelesnog odgoja, str. 74-77.
20. FIG (1989). *Apparatus norms*.
21. FIG (2001a). *Apparatus norms*.
22. FIG (2001b). *Code of Points – Artistic Gymnastics for Men*.
23. FIG (2006). *Code of Points – Artistic Gymnastics for Men*.
24. Gregorka, B, Vazzaz, J. (1984). *Razvoj telovadnega orodja*. Ljubljana.
25. Jenssen&Fritsen (2003). *The vault of the next generation*. Netherlands. www.gymmedia.com/jenssen-fritsen/
26. Karacsony, I., Čuk, I. (1998). *Pommel horse exercise: Methods, ideas, curiosities, history*. Budapest: Hungarian gymnastics federation, Faculty of sport, Ljubljana.
27. Kladnik, R. (1974). *Osnove fizike*. DZS, Ljubljana.
28. Košmelj, K. (1995). *Opisna statistika na zgledih naloge in rešitve*. Radovljica: Didakta.
29. Kovač, M. (1980). *Primerjalna analiza vrhunskih preskokov (izvedenih na SP 1978)*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Visoka šola za telesno kulturo.
30. Leuchte, S., Krug, J. (1989). *Women's vault*. FIG: The World Championship in artistic gymnastics (Scientific report), 10-16.

31. Longyka, M. (1969). Športna gimnastika: Moški. Šolski center za telesno vzgojo, Ljubljana.
32. Magill, R.A. (1998). *Motor learning - Concepts and Applications*. Louisiana: WCB McGraw-Hill, 5th edition.
33. Marinšek, M. (2007). *Napake pri doskokih pri saltah na parterju*. Magistrska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
34. McNeal, J. R. (2003). *Some guidelines on the transition from the old horse to the new table*. USA: Esteren Washington University.
35. McNitt-Gray, J. L., Mathiyakom, W., Requejo, P., Costam, K. (2001). *Gender differences in vault landing location during the artistic gymnastics competition of the 2000 Olympic games: Implications for improved gymnast/mat interaction*. University of Southern California, USA, iz <http://cis.squirring.net/article/>
36. McNitt-Gray, J. L., Mathiyakom, W., Requejo, P., Costam, K. (2002). *Position of gymnast relative to the vaulting horse during postflight*. University of Southern California, USA, iz <http://cis.squirring.net/article/>
37. Mišmaš, T. (1998). *Premet naprej čez konja na šir kot osnovna prvina vrhunske ženske športne gimnastike*. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za šport.
38. Nissinem, M., Nixdorf, E. (1991). Computerised feedback system for floor exercise in gymnastics. XIII. Int. Ccongress on Biomechanics. Australia.
39. Opavsky, P. (1976). *Osnovi biomehanike*. Beograd: Naučna knjiga.
40. Petrov, V. , Gagin, J. (1974). *Mehanika sportskih dvizenji*. Moskva: Fiskultura i sport.
41. Plešnar, I. (1982). *Kinematična obravnava vplivovposameznih faz preskoka preko konja na višino faze leta s konja*. Diplomsko delo. Fakulteta za telesno kulturo, Ljubljana.
42. Prassas, S., Gianikellis, K. (2002). *Vaulting mechanics*. Applied proceedings of the XX International symposium on biomechanics in sports-gymnastics. Department of sport science, University of Extermadura, Caceres, Spain.
43. Rand, T. (2003). *New vaulting table*. USA Gymnastics. (www.usa-gymnastics.org)
44. Sagadin, J. (1977). *Poglavja iz metodologije pedagoškega raziskovanja I in II*. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
45. Sagadin, J. (1979). *Osnovne statistične metode*. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
46. Schmidt, R. A. (1999). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Failure analysis associates, Inc. And University of California, Los Angeles.
47. Schwiezer, L. (2003). *Vaults with new vaulting table*. FIG.

48. Semenov, L. P. (1987). *Opornie prižki*. V: J.K. Gaverdovskij (Ur.), Gimnastičeskoe mnogobore (mužskie vidi). Moskva: Fiskultura i Sport , 209-258.
49. Sharma, R., C. (1992). Speed, take-off and handpush-off abilities in gymnastics vaulting. A biomechanical study. NIS scientific journal 15 (3), 104 – 109.
50. Spieth, R. (1989). *Geschichte der Turngeraete*. Herausberg.
51. Spieth (2000). *Vaulting table »Ergojet«*.
http://www.gimmedia.com/ag/ergojet/ergojet2000_e.htm
52. Sušanka, P., Otahal, S., Karas, V. (1987). *Zaklady biomechaniky telesnyh cvičeni*. Praha: Universita Karlova.
53. Šipčić, B. (1998). *Cukahara preskok čez konja na šir kot bazična prvina vrhunske športne gimnastike*. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za šport.
54. Takei, Y., Blucker, E. P., Nohara, H., Yamashita, N. (2000). *The hecht vault performed at the 1995 World gymnastics championship: Deterministic model and judges scores*. Journal of sport sciences, 18, 849-863.
55. Takei, Y., Blucker, E. P. (2003). *Comparison of high & low scoring roche vaults – The global view and a road to mastery of the vault*. Department of kinesiology and physical education, Northern Illinois university, DeKalb.
56. Takei, Y., Blucker, E. P., Dunn, J.H. (2003). *Techniques used in high-scoring and low-scoring roche vaults performed by elite male gymnasts*. Journal of sport biomechanics, 2 (2): 141-162.
57. Takei, Y. (2007). *The roche vault performed by elite gymnasts: Somersaulting technique, deterministic model and judges scores*. Journal of applied biomechanics, 23, 1-11.
58. Turšič, B. (2007). *Izpeljava gimnastičnih vsebin, ki so v učnem načrtu tretjega triletja osnovne šole*. Magistrska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
59. Usenik, D. (2006). *Vpliv trajanja posameznih faz preskoka na njegovo izhodiščno vrednost v moški športni gimnastiki*. Diplomaska naloga. Ljubljana: Fakulteta za šport.
60. Winter A. D. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement*. Waterloo: University of Waterloo.
61. Yang, X., Li, E. (2000). Kinematic analysis on handspring and double forward salto. Proceedings of XVIII. international symposium on biomechanics in sports. Hong Kong. The Chinese university of Hong Kong, str. 383-386.
62. Yeadon, M.R., King, M.A., Sprigings, E.J. (1998). *Pre-flight characteristics of hecht vaults*. Journal of sports science, 16 (4): 349-356.