

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT
Univerzitetni študij - Športno treniranje

**POVEZANOST IZBRANIH SPREMENLJIVK ODSKOKA
SMUČARJA SKAKALCA Z DOLŽINO SKOKA**

MENTOR:

red. prof. dr. Bojan Jošt

RECENZENT:

izr. prof. dr. Janez Pustovrh

KONZULTANT:

izr. prof. dr. Milan Žvan

AVTOR DELA:

Igor Medved

Ljubljana, 2007

Vsem, ki so mi pomagali pri nastajanju tega dela, se iskreno zahvaljujem, še posebno mentorju prof. dr. Bojanu Joštu, dr. Maji Ulaga in domačim.

IZVLEČEK

Smučarski skoki spadajo med zimske športne panoge. Tekmovanj v tej športni panogi pa je vse več tudi v poletnem času. Najsodobnejše skakalnice so opremljene s tehnologijo za merjenje izbranih biomehanskih parametrov tehnike smučarskega skoka. Posebej velika pozornost je namenjena merjenju spremenljivk pri odskoku smučarja skakalca, saj predstavlja bistven problem uspešne realizacije tehnike celega skoka. V skladu s tem spoznanjem je bilo v zadnjih dvajsetih letih veliko raziskovalnih prizadevanj za ugotovitev relevantnih dejavnikov uspešne realizacije tehnike odskoka. Na odskočno mizo so bile vgrajene merilne naprave, s katerimi se lahko merijo spremenljivke odrida, še zlasti potek sile odrida v času.

Predmet te diplomske naloge je proučevanje izbranih spremenljivk tehnike odskoka smučarja skakalca. Osnovni problem diplomske naloge je bil ugotoviti povezanost med posameznimi izbranimi neodvisnimi spremenljivkami (vertikalno hitrostjo, točnostjo odskoka ...) in dolžino skoka. Izbrane spremenljivke so bile izmerjene na posebni tenziometrijski plošči, vgrajeni v zaletno smučino. Za našo raziskavo je bila izbrana skakalnica v Hinterzartnu. Merilna naprava, na kateri so bile izvedene meritve, je bila izdelana s pomočjo SIMI Motion tehnologije. Merilna naprava (tenziometrijska plošča) je dolga 12 m in meri pritisk sile na podlago smučarja skakalca v levi in desni smučini posebej. Meritve so v dveh serijah opravili strokovnjaki s Freiburške univerze Albert-Ludwig na uradnem treningu poletnega tekmovanja za svetovni pokal. Rezultati raziskave so pokazali, da je največjo statistično pomembno povezanost z dolžino skoka imela spremenljivka zaletne hitrosti. Z dolžino skoka so bile povezane še spremenljivke, ki kažejo dinamiko odrida v oporni fazi odskoka (velikost sile pritiska na podlago 3 in 6 m pred robom mize, maksimalni pritisk na podlago, izmerjen na desni nogi, in impulz sile, izmerjen na desni in levi nogi).

Ključne besede: smučarski skoki, biomehanika, tenziometrija, uspešnost.

KAZALO:

1. UVOD	- 7 -
1.1 Kratak pregled zgodovine smučarskih skokov v Sloveniji in svetu.....	- 8 -
1.1.1 Razvoj smučarskih skokov v svetu	- 8 -
1.1.2 Razvoj smučarskih skokov v Sloveniji	- 9 -
1.1.3 Pregled razvoja tehnike skakanja	- 11 -
1.2 Motorične dimenzije smučarjev skakalcev	- 16 -
1.3 Tehnika smučarskega skoka.....	- 21 -
2. PREDMET IN PROBLEM DIPLOMSKE NALOGE.....	- 30 -
3. NAMEN IN CILJI DELA	- 38 -
4. HIPOTEZE.....	- 39 -
5. METODE DELA.....	- 40 -
5.1 Metode zbiranja podatkov	- 40 -
5.2 Vzorec merjencev.....	- 40 -
5.3 Vzorec spremenljivk	- 40 -
5.4 Metode obdelave podatkov	- 43 -
6. REZULTATI IN RAZLAGA.....	- 44 -
6.1 Prikaz rezultatov meritev	- 44 -
6.2. Rezultati opisne statistike.....	- 47 -
6.3. Rezultati analize variance.....	- 49 -
6.4 Rezultati korelacij med spremenljivkami.....	- 51 -
6.5. Rezultati regresijske analize.....	- 55 -
7. ZAKLJUČEK.....	- 57 -
8. UPORABLJENI VIRI.....	- 58 -

1. UVOD

Smučarski skoki spadajo med bolj priljubljene športne zvrsti pri nas. So športna zvrst, ki se močno razlikuje od drugih smučarskih disciplin po tem, da je izključno v pristojnosti mladih. Zato je naravno, da je v vrhunski podobi izrazito selektivna disciplina, ki jo vse od pionirskih začetkov v 19. stoletju spremlja težnja k čedalje boljšim dosežkom. Otroci se že kmalu po prvih uspešnih korakih na smučeh želijo preizkusiti tudi v smučarskih skokih. Iz spontane igre na grbinah se ta želja stopnjuje v hotenje, da bi pokazali svoj pogum in sposobnost obvladovanja tveganja. Nenazadnje s tem izražajo prastaro človekovo željo po letenju in mnogi trenerji o tem dokaj resno govorijo kot o »Ikarusovem kompleksu«. V tem gre verjetno iskati vsaj delni odgovor, zakaj je ta smučarska disciplina tako privlačnost za gledalce. Priljubljenost smučarskih skokov pri nas, še zlasti med otroki in mladino, je neposredno povezana s pojmom Planice in z imeni njenih – domačih in tujih – junakov (Giacomelli & Triplat, 2002).

Nordijsko smučanje sestavljajo tri temeljne panoge: smučarski tek, smučarski skoki in nordijska kombinacija. Medtem ko prva zadovoljuje potrebe in interese najširšega kroga ljudi oziroma športnikov, sta druga in tretja usmerjeni predvsem agonistično. Smučarski skoki so konvencionalna, monostrukturna, aciklična športna zvrst.

Nordijsko smučanje, katerega del so tudi smučarski skoki, imajo bogato tradicijo v mnogih deželah sveta, pri čemer prednjačijo predvsem nordijske dežele, po katerih je dobilo tudi svoje ime. Poleg osrednje Evrope in skandinavskih dežel se ta športna panoga pojavlja tudi v Severni Ameriki (ZDA in Kanadi) in Aziji. Najbolj tipični predstavniki Azijcev so Japonci, v zadnjem času pa FIS izredno spodbuja razvoj te panoge tudi v preostalih, v tem športu manj razvitih, državah po celem svetu. Danes tako skačejo na smučeh že tudi na Kitajskem, v Kazahstanu, Koreji in celo v Avstraliji.

1.1 Kratek pregled zgodovine smučarskih skokov v Sloveniji in svetu

1.1.1 Razvoj smučarskih skokov v svetu

Začetki smučarskih skokov segajo v prvo polovico 19. stoletja. Smučarji so na svoji poti večkrat naleteli na naravne ovire (prelomnice, grmovje, skale ...) in zagotovo so se našli tudi takšni, ki so jih preskočili. Zadovoljstvo, ki so ga občutili, in človeška želja po tekmovanju sta verjetno pripomogla, da so začeli tekmovati pri preskakovanju teh ovir in tudi sami postavljati umetne ovire. To jim je omogočilo doseganje vedno daljših skokov.

Leta 1808 je Norvežan Olaf Rye v Eidsbergu skočil 9,5 m, kar je prvi zapisan dokaz o dolžini skoka, lahko bi rekli tudi prvi »svetovni rekord«. Takratni skakalci so imeli med skokom v rokah palico, skakali so s pokrčenimi koleno in že takrat so doskakovali v telemark.

Naslednji v pisnih virih zapisan rekord je znašal 19,5 m. Leta 1868 ga je postavil najbolj znani smučar tistega časa, Norvežan Sondre Auversen Nordheim iz Morgedala v pokrajini Telemark. Znan je predvsem po izumu nove oblike smuči in vezi, ki so omogočale varnejše skoke. Je tudi začetnik skakanja brez palic.

Razvoj najdaljšega skoka je bil nato izjemno hiter. H. Hansen je leta 1910 skočil 45 m, A. Amundsen pa leta 1914 že 54 m daleč.

Prva organizirana tekmovanja v smučarskih skokih so bila na Norveškem leta 1879 v Husebyju v bližini Osla. Na norveškem Holmenkollu (hribu nad Oslom) pa že od leta 1892 negujejo tradicijo vsakoletnih tekmovanj v smučarskem teku, skokih in nordijski kombinaciji. Ta tekmovanja so danes vključena v sistem tekmovanj na najvišji ravni, kot je npr. svetovni pokal (Jošt & Pustovrh, 1995).

1.1.2 Razvoj smučarskih skokov v Sloveniji

Razvoj smučarskih skokov v Sloveniji je povezan s Planico, kateri v zgodovini svetovnega smučanja pripada posebno mesto. Prav na njenih skakalnicah so se zgodili pomembni mejniki v razvoju tega športa. Tukaj se je rodila nova disciplina smučarski polet, človek je prvič preskočil 100 m in kasneje še 200 m. Prav tako je bil leta 2005 v Planici dosežen aktualni svetovni rekord 239 m, ki pripada Norvežanu Bjornu Einarju Romorenu.

Prvo veliko 90-metrsko skakalnico je v Planici na pobočju Macesnovca pod Poncami, po načrtih Ivana Rožmana in ing. Stanka Bloudka, leta 1934 postavil Josu Gorec. Istega leta je že Norvežan Birger Ruud postavil tedanji rekord 92 m, kar pa ni bilo po volji norveškemu smučarskemu odborniku, saj so pravila FIS do takrat dovoljevala le skoke do 80 m, zato jim je bila Planica trn v peti (Guček, Rožman, Bergant, Giacomelli, & Bras 1999).

Že leta 1936 je bila v Planici preskočena do takrat magična meja 100 m. To je prvemu s 101 m uspelo Avstrijcu Seppu Bradlu. Švicar Fritz Tschannen pa je leta 1948, prav tako v Planici, pred očmi prvega uradnega predstavnika FIS poletel 120 m.

Prvi Slovenec, ki je poletel preko stotih metrov, je bil Rudi Finžgar. Leta 1941 je poletel 102 m in skok končal s padcem. Leta 1947 je Finžgar ponovil to daljavo, tokrat brez padca in tako postal tudi prvi Slovenec z veljavnim skokom čez 100 m.

Josu Gorcu je leta 1938 uspelo na kongresu FIS prepričati njegovo vodstvo o pomenu nove smučarske zvrsti – poletov na smučeh. FIS jih je priznala istega leta na kongresu v Lahtiju, vendar le v študijske namene. Dokončno pa je FIS priznala Planico in uvedla smučarske polete kot novo disciplino leta 1949.

Leta 1961 smo dobili Slovenci prvega in do sedaj edinega svetovnega rekorderja. Jože Šlibar je na skakalnici v Oberstdorfu poletel 141 m.

V Planici so leta 1969 po načrtih bratov inženirjev Janeza in Lada Goriška zgradili novo velikanko, ki je omogočala polete preko 165 m in s tem je prevzela serijo najdaljših poletov na svetu. Leta 1972 je Planica dobila organizacijo prvega svetovnega prvenstva v poletih. Prvi svetovni prvak je postal Švicar Walter Steiner. Tekmo si je v treh dneh prišlo ogledat preko 100 000 gledalcev.

Leta 1988 v Calgaryju so Slovenci prvič osvojili kolajno na OI v smučarskih skokih. Matjaž Debelak je osvojil posamezno bronasto kolajno, ekipa (Matjaž Zupan, Miran Tepeš, Primož Ulaga in Matjaž Debelak) pa srebrno kolajno. Leto kasneje je Primož Ulaga zasedel drugo mesto na svetovnem prvenstvu v poletih v Oberstdorfu.

Franci Petek je postal leta 1991 v Predazzu zadnji svetovni prvak v klasični tehniki in prvi za Slovenijo.

1994 so v Planici premaknili nov mejnik v zgodovini smučarskih skokov. Presežena je bila nova magična meja 200 m. Prvi človek, ki je poletel preko 200 m, je bil Avstrijec Andreas Goldberger, vendar se je pri tem dotaknil tal. Tako je Toni Nieminen s skokom 203 m prvi, ki mu je uspel polet preko 200 m brez dotika. Istega leta je z 209 m Espen Bredesen postavil nov svetovni rekord, vendar je FIS uradno še vedno priznavala polete le do 191 m.

Najboljši slovenski predstavnik smučarskih skokov do sedaj je Primož Peterka. V svoji karieri je med drugim nanizal 15 zmag v svetovnem pokalu in bil dvakrat skupni zmagovalec svetovnega pokala. Trenutni slovenski rekord ima Rok Benkovič s 226 metri in je tudi drugi slovenski skakalec, ki je leta 2005 v Oberstdorfu osvojil naslov svetovnega prvaka.

1.1.3 Pregled razvoja tehnike skakanja

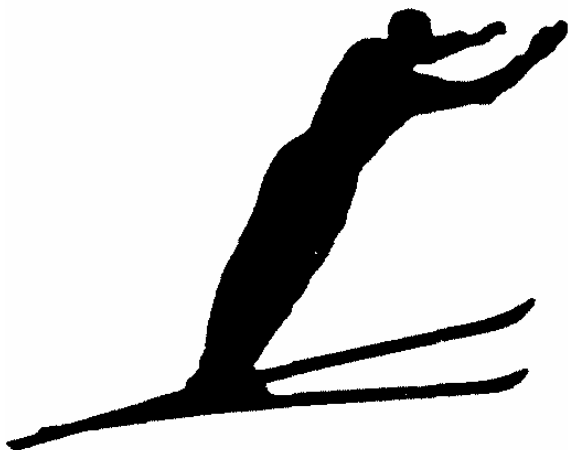
Prvotni skakalci so imeli do leta 1868 pri skoku izrazito pokrčena kolena in v rokah so držali palico za ravnotežje. So pa že takrat doskakovali v telemark. Skoki so bili dolgi do 15 m in so se izvedli v naravnih pogojih, na grbinah in prelomnicah (Jošt, 2004).

Slika 1: Prikaz tehnike skoka s pokrčenimi nogami in palico (Guček, 2004)



Od leta 1869 do leta 1915 je bilo obdobje »telemark sloga«. Skakalci so imeli pokončno držo z iztegnjenim telesom in rokami odročenimi od telesa. Po odzivu so povsem iztegnili telo v pokončno držo. Roke so rahlo iztegnjene položili vzdolž telesa. Pri doskoku so prav tako izvedli telemark doskok.

Slika 2: Prikaz telemark sloga (Guček et al., 1999)



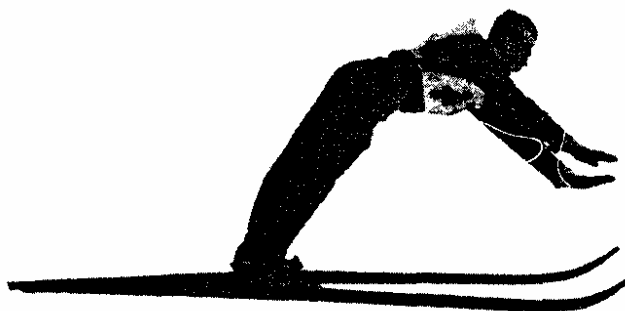
Slog z izrazitim predklonom trupa v bokih se je uporabljal med letoma 1915 in 1925. Noge so bile postavljene bolj ali manj pravokotno na smuči. Trup je bil postavljen vzporedno s smučmi ali celo pod ravnino smuči. Roke so bile med letom odročene.

Slika 3: Prikaz sloga z izrazitim predklonom trupa v bokih (Guček et al., 1999)



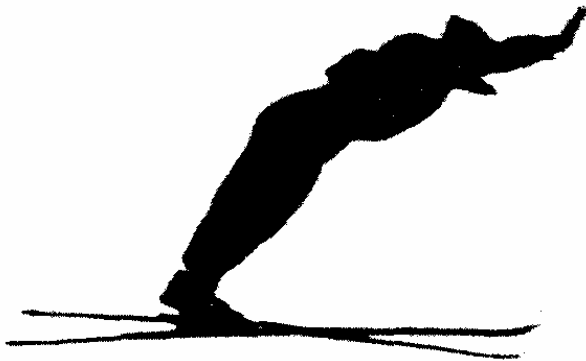
Tehniko »lomljene« telesne drže so uporabljali med letoma 1925 in 1936. Upogib v kolenih je bil tukaj manj izrazit. Skakalec je že postavil noge bolj narazen, v aerodinamični položaj. Še vedno pa je bil slog zaznamovan z relativno globokim upogibom telesa v bokih. Roke so bile postavljene v smeri naprej in v stran.

Slika 4: Prikaz tehnike lomljene telesne drže (Guček et al., 1999)



Od leta 1936 do leta 1955 so skakalci uporabljali tehniko neizrazitega vzdolžnega nagiba telesa. Skakalec je med letom že iztegnil telo v bokih do kota 150 stopinj. Nagib tetive telesa (linija, ki povezuje skočni in ramenski sklep) je bil v smeri naprej glede na horizontalo že kar značilen (približno 45 stopinj). Roke so bile postavljene pred telo in rahlo v stran.

Slika 5: Prikaz tehnike neizrazitega vzdolžnega nagiba telesa (Guček et al., 1999)



Klasična tehnika leta s paralelno držo smuči in rokami, iztegnjenimi pred glavo v predročanju, "Recknagel stil". Skakalec je bil iztegnjen v bokih, pri čemer je bil kot med nogami in trupom približno 165 stopinj. Smučki sta bili postavljeni paralelno brez striženja krivin oziroma repov. Skoki so že prehajali v prave polete v tem slogu tudi do 141 m, kolikor je znašal rekord Jožeta Šlibarja leta 1961.

Slika 6: Prikaz klasične tehnike leta paralelno držo smuči in rokami, iztegnjenimi pred glavo v predročanju (Guček et al., 1999)



Klasična tehnika s paralelno držo smučī in rokami, položenimi ob telesu, je bila prisotna med letoma 1962 in 1991. Skakalec je med letom dosegel iztegnitev v bokih med 160 in 170 stopinj. Nagnjenost tetive telesa v smeri naprej je bila izrazita (približno 20 stopinj na horizontalo). Smučī so bile v povprečju postavljene 2 stopinji pod horizontalo in potem paralelno. Vsako križanje smučk je bilo kaznovano z odbitkom točk. Najboljši skakalec tega sloga je bil Finec Matti Nykanen, najuspešnejši Slovenec Primož Ulaga, zadnji svetovni prvak pa je postal Franci Petek.

Slika 7: Prikaz klasične tehnike drže smučī in rokami, položenimi ob telesu (Guček et al., 1999)



Od leta 1991 in vse do sedaj skakalci skačejo s tako imenovano tehniko "V" sloga. Značilnost te tehnike leta je še boljša aerodinamična drža skakalca in smučī. Smučī so prišle v položaj, ki je še najbolj podoben črki V. Kot med smučkama znaša med 30 in 39 stopinj. vzdolžno obračanje smučī (kantanje) ne sme preseči 20 stopinj. Iztegnitev telesa v bokih dosega vrednosti od 164 (normalni V stil) do 175 stopinj (ploščati V stil).

Slika 8: Skok I. Medveda v Zakopanih leta 2005 na skakalnici K120 m



1.2 Motorične dimenzije smučarjev skakalcev

Osnovna strategija v eksperimentalni identifikaciji motoričnih sposobnosti temelji na stališču, da so motorične sposobnosti človeka tiste njegove lastnosti, ki povzročajo individualne razlike v uspešnosti opravljanja raznih motoričnih nalog.

Vendar pa neka motorična naloga ni nikoli odvisna samo od ene samcate motorične sposobnosti. V vsaki specifični motorični nalogi nastopa istočasno več motoričnih sposobnosti, med katerimi ima vsaka svoj relativni vpliv na uspešnost (Jošt, 2004).

Človekove psihomotorične sposobnosti, s katerimi se srečujemo v športu, so: moč, hitrost, koordinacija (spretnost), gibljivost, ravnotežje, preciznost in vzdržljivost.

- ***MOČ***

Moč ima pri smučarskih skokih pomembno vlogo, najpomembnejša je v fazi odskoka in doskoka. Po Joštu (Jošt, 2005) lahko glede na fizikalno definicijo moč kot človekovo motorično sposobnost razdelimo po več kriterijih:

1. FUNKCIONALNEM

Moč je razdeljena glede na značilnosti motorične naloge (hoja, meti, skoki, tek, dvigi ...).

2. TOPOLOŠKEM

Moč razdelimo na moč celega telesa in moč posameznih telesnih delov (rok, trupa, nog).

3. GLEDE NA TIP MIŠIČNEGA NAPREZANJA

Ločimo dinamično in statično moč. Pri dinamični moči prihaja do mišičnega skrajševanja, pri statični moči pa ostaja dolžina mišice nespremenjena.

4. GLEDE NA VELIKOST ZUNANJEGA UPORA

Po tem kriteriju bi lahko ločili:

- moč, izraženo pri gibanju brez zunanje uporabe,
- moč, izraženo pri gibanju z minimalnim zunanjo uporabo,
- moč, izraženo pri gibanju s srednjo zunanjo uporabo,
- moč, izraženo pri gibanju z visoko zunanjo uporabo.

5. GLEDE NA OBLIKO IMPULZA SILE, DOBLJENEGA ZNOTRAJ ENEGA CIKLUSA GIBANJA

Po tem kriteriju bi lahko ločili:

- hitrostno moč,
- štartno moč,
- eksplozivno moč,
- pospeševalno moč,
- maksimalno moč.

6. GLEDE NA TO, ALI JO POJMUJEMO V ABSOLUTNEM ALI RELATIVNEM SMISLU

Ločimo:

- absolutno in
- relativna moč.

7. GLEDE NA TO, ALI GRE ZA PREMAGOVANJE KRATKOTRAJNEGA ALI DOLGOTRAJNEGA NAPORA

Ločimo:

- kratkotrajno moč,
- dolgotrajno moč (vzdržljivostna moč) – koliko časa lahko ponavljamo neko gibanje pri določenem zunanjo uporabi.

8. GLEDE NA TO, ALI GRE ZA SPLOŠNO OBLIKO MOČI ALI PA ZA SPECIFIČNO MOČ

Ločimo:

- splošno moč,
- specialno moč – pojavlja se v aktualni tehniki gibanja.

Vse te oblike so pogojene tako gensko kot tudi z okoljem, znotraj katerega ima najpomembnejšo mesto psihomotorična aktivnost.

Skakalec mora imeti dobro razvito tako statično kot dinamično moč. Statično moč potrebuje predvsem v fazi vožnje po zaletišču in še prav posebno v prehodnem loku. V fazi odskoka je zlasti pomembna hitrostna moč in znotraj nje štartna, pospeševalna in eksplozivna moč (Jošt, 2004; Jošt & Pustovrh, 1995).

• **HITROST**

Faktor motorične hitrosti se definira kot sposobnost človeka, da izvede veliko frekvenco gibov v najkrajšem času ali da en posamični gib izvede v kar najkrajšem času v danih pogojih. Motorična hitrost je sposobnost pretežno prirojenega tipa, saj je kar v 95 % genetsko določena.

• **KOORDINACIJA**

Koordinacija je najpomembnejša motorična sposobnost znotraj motoričnih sposobnosti smučarja skakalca. Tudi ta sposobnost je v veliki meri (do 80 %) prirojena. Koordinacijo najpogosteje razumemo kot sposobnost za hitre realizacije kompleksnih motoričnih nalog. Sicer pa lahko koordinacijo proučujemo z različnih vidikov. Govorimo o različnih vidikih koordinacije:

- globalna koordinacija – sposobnost usklajevanja gibov celega telesa v prostoru in času,
- hitro učenje kompleksnih motoričnih nalog,

- hitro izvajanje kompleksnih motoričnih nalog,
- hitro izvajanje kompleksnih gibov v določenem ritmu,
- reorganizacija stereotipnih gibanj,
- koordinacija rok,
- koordinacija nog.

Predpostavlja se, da je osnova koordinacije visoka stopnja plastičnosti živčnega sistema, katero označuje velika zmožnost prilagoditve, rekonstrukcije in izoblikovanja gibanja.

• **GIBLJIVOST**

Koeficient prirojenosti te sposobnosti je relativno nizek, z izjemo v tistih delih telesa, kjer je amplituda giba omejena z anatomskimi značilnostmi sklepov in vezi. To je sposobnost človeka, da izvede gib s kar največjo amplitudo. Kot merilo lahko vzamemo amplitudo giba v raznih predelih telesa. Ločimo aktivno (dosežena je z notranjimi silami) in pasivno (posledica delovanja zunanjih sil) gibljivost. Fiziološka osnova gibljivosti je odvisna od velikosti in oblike sklepnih površin, elastičnih lastnosti mišičnega in vezivnega tkiva ter stanja centralnega živčnega sistema, ki pogojuje mišični tonus.

Pri smučarskih skokih pride do izraza predvsem v fazi zaleta, ko mora skakalec zavzeti nizek zaletni položaj, v katerem je potrebna predvsem velika stopnja gibljivosti v kolčnem in skočnem sklepu.

• **RAVNOTEŽJE**

Koeficient prirojenosti je pri tej sposobnosti sorazmerno visok. To je sposobnost vzpostavljanja in zadrževanja nekega položaja. Razvijati jo je treba čim bolj s situacijskimi vajami. Je v visoki korelaciji s psihomotorno koordinacijo in generalnim faktorjem inteligence, kar je zlasti pomembno pri selekciji športnikov.

Za smučarske skoke je ravnotežje zelo pomembno, saj mora smučarski skakalec ves čas gibanja uravnati ravnotežje v skladu z zahtevami tehnike, ki so v vsakem trenutku skoka drugačne.

- ***PRECIZNOST***

Je sposobnost, da se zadene določen cilj, oziroma da se vrže ali vodi nek predmet do cilja. Lahko je tudi sposobnost za natančno določitev smeri in intenzivnosti. Tudi ta sposobnost je kar v 80 % prirojena. To sposobnost je treba pretežno razvijati v specifičnih pogojih. Je zelo občutljiva psihomotorna dimenzija. Rezultati zelo variirajo in so pogojeni z emocionalnimi stanji. Znana je visoka hipotetična pozitivna povezanost med preciznostjo, koordinacijo in inteligentnostjo.

Pri smučarskih skokih je preciznost najbolj pomembna pri odskoku, ko mora smučarski skakalec točno zadeti rob odskočišča v tistem trenutku, ko sila reakcije tal pade na raven sile teže skakalca in opreme in ko mora gibanje izvesti z optimalno tehniko skoka.

- ***VZDRŽLJIVOST***

Vzdržljivost je psihomotorična sposobnost, ki omogoča uspešno opravljanje dalj časa trajajočih gibalnih nalog, ki so običajno povezane z visokim volumnom psihomotorične obremenitve.

Vzdržljivost je mnogodimenzionalna sposobnost, ki jo sodoločajo sposobnosti koordinacije, hitrosti, moči, konativnih, motivacijskih, vrednostnih, fizioloških in drugih bolj ali manj poznanih razsežnosti.

Glede na časovno trajanje gibanja lahko ločimo kratkotrajno, srednjo in dolgotrajno vzdržljivost.

Vzdržljivost lahko razdelimo še na osnovno in specialno vzdržljivost. Bistvena je specialna

vzdržljivost, ki se lahko razvije le z uporabo specifičnih sredstev. Osnovna vzdržljivost smučarju skakalcu pomaga premagovati vsakodnevne napore pri treningu, specialna vzdržljivost pa mu omogoča ohranjanje visoke delovne zmogljivosti v daljših časovnih obdobjih na tekmovanjih.

1.3 Tehnika smučarskega skoka

Smučarski skoki so izrazito tehnična disciplina. Od skakalca zahtevajo popolnost izvedbe vseh gibov. Natančneje, ko bodo izvedene posamezne faze tehnike skoka, daljši bo skok in boljše bodo ocene za slog. Tehnika smučarskega skoka se je spreminjala skozi zgodovino, zlasti od leta 1920 naprej. Razvoj tehnike pa je ozko povezan z razvojem biomehaničnih in aerodinamičnih spoznanj ter razvojem in gradnjo vedno večjih skakalnic.

Glavne značilnosti tehnike gibanja skakalca (Jošt & Pustovrh, 1995) so ostale nespremenjene. Tehnika smučarskega skoka se deli na:

1. tehniko vožnje po zaletišču – skakalni počep,
2. tehniko odskoka,
3. tehniko leta,
4. tehniko doskoka in vožnje v iztek skakalnice.

1. Tehnika vožnje po zaletišču – skakalni počep

Takoj po startu skakalec zavzame zaletni položaj – skakalni počep. To je zelo pomembna in specifična tehnika gibalnega položaja smučarja skakalca, ki mu omogoča doseči:

- optimalni gibalni položaj za izvedbo tehnike odskoka,
- maksimalno zaletno hitrost.

Skakalci pri zavzemanju skakalnega položaja uporabljajo različne (svoji konstituciji primerne) tehnike. Pri tem je najbolj pomembno, da se vzpostavi ravnotežni položaj, ki omogoča najboljše izhodišče za odskok in ohranitev hitrosti. Skakalec mora biti ves čas

na celih stopalih in teža je enakomerno porazdeljena na obe nogi. Kolena sta močno potisnjena naprej, razdalja med njima pa je odvisna od vsakega skakalca posebej. Zgornji del telesa je čim bolj sproščeno položen na kolena, pogled pa je usmerjen približno 10 do 20 metrov naprej. Glava je rahlo dvignjena, tako da je vrh hrbta in glave v isti ravnini. V takem naravnem položaju je skakalec zmožen najbolj učinkovite percepcije in ravnotežnega uravnavanja položaja. Roke so ob telesu v smeri nazaj, položaj pa je različen, odvisno od skakalca.

V tem položaju mora skakalec prepeljati prehodni lok zaletišča skakalnice tako, da se položaj v počepu ne spremeni. S povečanim delovanjem ekstenzorjev v skočnem in kolenskem sklepu mora kompenzirati vpliv centrifugalne sile, ki se pojavi v tem delu zaletišča. Uspešen prehod omogoča skakalcu primerno napetost mišic za optimalno izvedbo odskoka.

Slika 9: Prikaz počepa T. Morgensterna na strmem delu zaletišča v Planici na skakalnici K185 m



2. Tehnika odskoka

Odiskok je zahtevna gibalna akcija, v kateri smučar skakalec preide iz oporne v brezoporno oziroma letno fazo. Odiskok smučarja skakalca je ključni del celotnega skoka,

od katerega je odvisna uspešnost samega skoka. Na napake, storjene v tem delu, lahko le v manjši meri vplivamo v nadaljnjih fazah skoka.

Za uspešnost odskoka mora skakalec optimizirati tri samostojne vidike tehnike odskoka:

- doseči mora visoko vertikalno hitrost težišča sistema skakalec smučī,
- optimizirati aerodinamični vidik odskoka,
- točnost oziroma natančnost odskoka (Jošt & Pustovrh, 1995).

Skakalec začne odskok tako, da se dviguje iz zaletnega položaja z intenzivnim gibanjem tako v kolčnem kot kolenskem sklepu. V kolčnem sklepu prihaja do rahlega dvigovanja zgornjega dela telesa, ki služi kot krmilni mehanizem za uravnavanje ravnotežja v fazi leta. V kolenskem sklepu se noge iztegujejo, pri čemer je osnovna zahteva naravnana na maksimalno hitrost tega gibanja. Kotna hitrost z osjo v kolenu dosega tik pred robom odskočne mize vrednosti preko 12 rad/s. Goleni sta ves čas odskoka potisnjeni v smeri naprej, kot sta bili v zaletnem položaju. Skupno težišče potuje v smeri gor in naprej, v trenutku zaključka odskoka je v isti ravnini kot skočni sklep in tvori kot 70° glede na ravnino odskočnega mostu. Ta akcija poteka na ravnem delu odskočišča na razdalji 5 do 10 m in je časovno omejena, traja od 0,25 do 0,3 sekunde (slika 10).

Celoten odskok se konča v brez oporni fazi, ko skakalec doseže popolno iztegnitev nog v kolenskem sklepu.

Slika 10: Potek gibanja smučarja skakalca med odskokom (J. Ahonen, Hinterzarten K95 m, 2005)



3. Tehnika leta

Faza leta se začne, ko skakalec zapusti podlago po odzivu v oporni fazi odskoka in traja vse do trenutka, ko skakalec vzpostavi stik s podlago pri doskoku.

Fazo leta lahko razdelimo na tri dele:

- prehod v letno fazo

Sliki 11: Prehod smučarja skakalca v fazo leta (R. Kranjec, Oberstdorf K120 m, 2005)



➤ letna faza (sliki 12 in 13)

Sliki 12 in 13: Položaj smučarja skakalca v osrednjem delu leta (I. Medved, Planica K185 m, 2001)





➤ priprava na doskok

Slika 14: Priprava smučarja skakalca na doskok (B. E. Romoeren, Planica K185 m, 2006)



Skakalec mora po odskoku kar najhitreje zavzeti optimalen položaj za let. Vsaka zakasnitev z ozirom na optimalni časovni moment vodi k znatni izgubi pri dolžini skoka, kar se še posebej odraža pri skakalnicah z nizkim H:N razmerjem in veliki osnovni hitrosti, kajti zračni upor narašča s kvadratom osnovne hitrosti (Jošt & Vaverka, 1988).

Zadovoljevanje ugodnega prehoda v fazo leta je predvsem odvisno od:

- časovne naravnosti odskoka,
- velikosti vrtilnega momenta v oporni fazi odskoka,
- impulza producirane sile, delujočega v težišče telesa,
- položaja zgornjega dela telesa na robu odskočišča,
- velikosti dorzalne fleksije v skočnem sklepu po zapustitvi podlage, s katero pridejo sprednji deli smuči v ugoden položaj za let (Jošt & Vaverka, 1988).

Takoj ko skakalec zapusti odskočišče, nadaljuje odskok tako, da izvaja iztegovanje v kolčnem sklepu, položaj zgornjega dela telesa pa prilagaja momentni situaciji aerodinamičnih sil, da vzpostavlja ugoden ravnotežni položaj v zraku. Pri odskoku pomembno sodelujejo tudi roke, ki s svojim delovanjem preko vzvodov prenašajo pomembno silo na podlago in pri uravnavanju ravnotežja med odskokom in letom. Skakalec po odskoku izvede še dorzalno fleksijo v skočnem sklepu za dvig in postavitev krivin smuči v »V« položaj. Najbolj ugoden položaj poskuša skakalec pridržati čim dalj časa in nato v optimalnem času izvesti pripravo na doskok. Priprava na doskok se začne tik pred doskokom z rahlim dvigovanjem zgornjega dela telesa in postavitvijo nog naprej pod skupno težišče telesa, da lahko v trenutku stika s podlago vzpostavi nov ravnotežni položaj.

4. Tehnika doskoka in vožnje v iztek skakalnice

Priprava na doskok in sama gibalna akcija izvedbe doskoka mora biti izvedena tako, da ne zmanjšuje dolžine skoka. Kakovost izvedbe doskoka je predvsem naravnana na zagotavljanje visokih slogovnih ocen. Najboljši skakalci pristanejo v predelu HS (hill size) točke, kjer je naklon doskočišča že bistveno manjši, hitrost gibanja pa večja kot pri odskoku. Zato se od smučarjev skakalcev zahteva visok nivo motoričnih in specialno motoričnih sposobnosti ter psiholoških sposobnosti in lastnosti.

Skakalec lahko izvede tri kvalitativno različne doskoke:

- doskok v telemark (izpadni korak),
- stoječi sonožni doskok,
- sonožni doskok v počep.

Idealno je doskok izveden, kadar skakalec doskoči v tako imenovan telemark izpadni korak. Razdalja med stopaloma znaša za dolžino čevlja, širina postavitve stopal pa je približno enaka širini bokov oziroma širini dveh skakalnih smučí. Golen zadnje noge tvori ostri kot v smeri vožnje, trup je vzravnán, roke so v odročénju, pogled skakalca pa je usmerjen naprej. Ko skakalec po doskoku amortizira pritiske in vzpostavi ravnotežni položaj, mora še najmanj 15 m ostati v tem položaju in se šele nato lahko popolnoma vzravna.

Ostali dve izvedbi doskoka sta alternativni in jih skakalci izvájajo v osnovni šoli smučarskih skokov, ko še ne obvládajo tehnike, in v specifičnih primerih, ki so nastali zaradi momentnih težav v prvem delu leta ali ob ekstremnih dolžinah skokov, kjer so sile ob pristanku enormne, tudi nad 3G (trikratna sila teže skakalca).

Slika 15: Doskok smučarja skakalca (R. Kranjec, Planica K185 m, 2006)

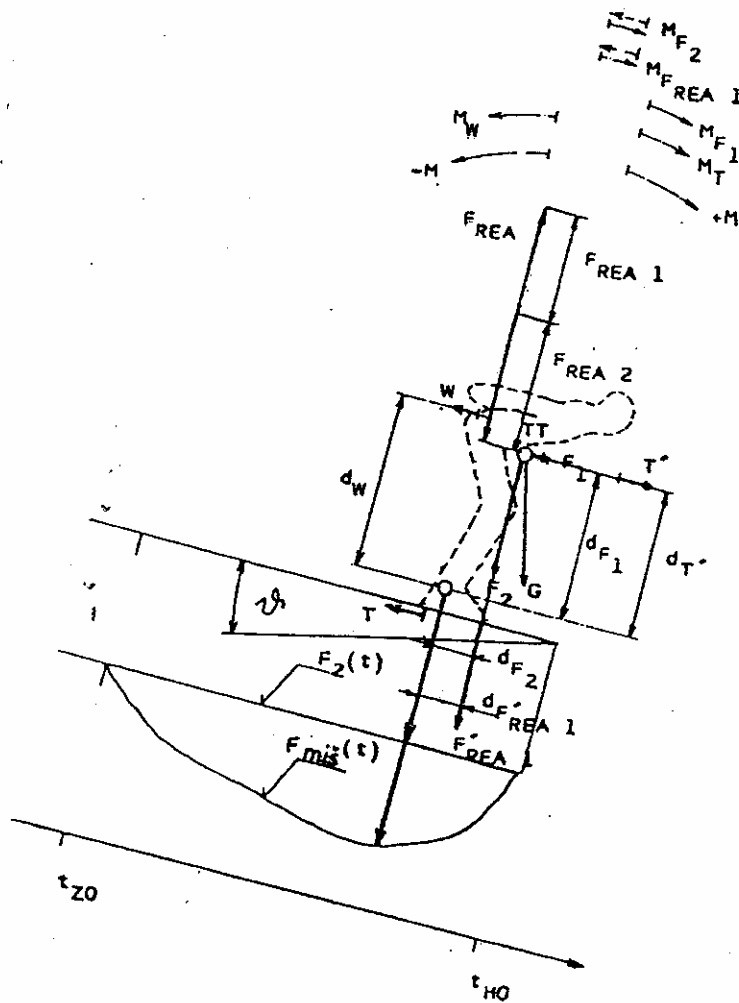


2. PREDMET IN PROBLEM DIPLOMSKE NALOGE

Predmet pričujoče diplomske naloge je proučevanje biomehaničnih značilnosti tehnike odskoka smučarja skakalca s pomočjo izbranih kinematičnih in dinamičnih spremenljivk. Z njimi se lahko opiše gibalne značilnosti smučarja skakalca glede na fizikalni inercialni sistem delujočih sil in njihovih momentov.

V oporni fazi (Jošt & Vaverka, 1988) prihaja (op. cit.) »do pomembnih sprememb v sestavi, velikosti in učinkovanju zunanjih sil in njihovih momentov.«

Slika 16: Grafični prikaz delujočih sil v oporni fazi odziva smučarja skakalca (Jošt & Vaverka, 1988)



Legenda uporabljenih simbolov in okrajšav:

F_{mis} – mišična sila

F_{rea} – sila reakcije tal

F_{rea2} – sila reakcije tal kot kompenzacija sile teže

F_{rea1} – sila reakcije tal kot reakcija delovanja mišične sile

G – sila teže

F_1 – komponenta sile teže, ki vleče skakalca v smeri naprej

F_2 – komponenta sile teže, ki pritiska pravokotno na podlago

T – sila trenja

W – sila zračnega upora

T' – vztrajnostna sila trenja

F'_{rea1} – vztrajnostna sila sile reakcije tal

M_{Frea1} – moment sile reakcije tal

$F_2(t)$ – časovni prikaz komponente sile teže F_2

$F_{\text{mis}(t)}$ – časovni prikaz delovanja mišične sile pri odskoku, t_{z0} – začetek odskoka

t_{k0} – čas zaključka odskoka

Q – kot odskočišča glede na horizontalo

TT – težišče telesa

d – ročica sile

M – moment sile

$-M$ – negativen smisel rotacije

$+M$ – pozitiven smisel rotacije

t_{z0} – trenutek pričetka odziva v oporni fazi

t_{h0} – trenutek prehoda skakalca preko roba odskočišča

$t_{M_{w\text{max}}}$ – trenutek, kjer doseže moment zračnega upora maksimalno vrednost

ΣM^{POZ} – vsota vseh pozitivnih momentov

ΣM^{NEG} – vsota vseh negativnih momentov

$\Sigma M'(t)$ – vsota pozitivnih in negativnih momentov v fazi odskoka, kjer v časovnem intervalu

$\langle t_{z0}, t_{h0} \rangle$ velja enakost $\Sigma M^{\text{POZ}} = \Sigma M^{\text{NEG}}$

ΔM^{POZ} – prirastek pozitivnih momentov v časovnem intervalu $\langle t_{z0}, t_{h0} \rangle$

ΔM^{NEG} – prirastek negativnih momentov v časovnem intervalu $\langle t_{z0}, t_{M_{w\text{max}}} \rangle$

Na ravnem delu odskočišča (ib. op. cit) »ugaša centrifugalna sila F_{cen} in velikost komponente sile teže F_2 se stabilizira na konstantno raven.

V sestavo sil vstopa mišična sila, ki vznikne kot posledica gibalne aktivnosti skakalca. Mišična sila, katera v zaletni fazi kompenzira komponento silo teže F_2 , se pri odzivu poveča in s tem se poveča tudi sila reakcije tal F_{rea} , ki omogoča dvigovanje skakalca od podlage. Delovanje sile reakcije tal je praviloma usmerjeno malo za težišče skakalca. Tako njene komponente vplivata istočasno na vertikalno hitrost dvigovanja težišča (translatorna komponenta) in druga na rotacijo skakalca, katere smer je odvisna od postavitve skupnega težišča z ozirom na oporišče delujoče reakcijske sile tal. Če je težišče telesa skakalca pred oporiščem delovanja sile reakcije tal, potem bo skakalca obračalo v smeri naprej in obratno.

Pri odskoku se spreminja velikost sile trenja, ki s porastom pritiska na podlago narašča in velikost sile zračnega upora W , ki prav tako ves čas odskoka v oporni fazi narašča zaradi spremembe čelne površine F_w in oblike telesa C_w .

Na osnovi dinamičnega spreminjanja sestave zunanjih sil lahko v oporni fazi odziva sestavimo za definirani sistem skakalec – smuči v smeri x in y naslednje gibalne enačbe:

$$\begin{aligned} m_{ax} &= F_1 \cos Q + F_{rea} \sin Q - F_2 \sin Q - W \cos Q - T \cos Q \\ m_{ay} &= F_1 \sin Q + F_2 \cos Q - F_{rea} \cos Q - \sin Q (T + W) - A \cos Q \end{aligned}$$

Če odmislimo parametra Q in V , ki sta odvisna od konstrukcije skakalnice in velikosti skakalnice, je treba predvsem maksimizirati horizontalni pospešek a_x in minimizirati vertikalni pospešek a_y .

Maksimiziranje horizontalnega pospeška a_x zahteva v oporni fazi odskoka:

- maksimiziranje sile reakcije tal F_{rea} ,
- maksimiziranje komponente sile teže F_1 ,
- minimiziranje sile zračnega upora W ,
- minimiziranje sile trenja T .

Minimiziranje vertikalnega pospeška a_y zahteva v oporni fazi odskoka:

- maksimiziranje sile reakcije tal F_{rea} ,*
- maksimiziranje sile zračnega upora W ,*
- maksimiziranje sile aerodinarničnega vzgona A ,*
- in minimiziranje teže sistema skakalec – smuči G .«*

Glavni problem pri biomehanski analizi tehnike odskoka smučarja skakalca v oporni fazi odziva je ugotoviti velikost delujočih sil in njihovih momentov s pomočjo ustrezne merilne tehnologije na sami skakalnici. V ta namen je bilo mnogo prizadevanj, da bi na skakalnice vgradili posebne merilne naprave, ki bi omogočale izmero sil in njihovih momentov. Tako so bile na več skakalnicah vgrajene na odskočišče specialne tenziometrijske plošče, ki izmerijo in odčitavajo impulz odzivne sile pri odskoku smučarjev skakalcev.

Takšno ploščo so vgradili tudi na skakalnici v Hinterzartnu v Nemčiji. Naprava je vgrajena na odskočišče in je dolga 12 m. Meri pritisk na podlago v posamezni smučini. Zapis meritve za posameznega skakalca ima naslednjo obliko in elemente (glej slike 17, 18, 19). Na sliki 17 je prikazan zapis meritev za vrhunskega finskega skakalca Janneja Ahonena z idealnim potekom gibanja pri odzivu in tudi z optimalno obliko odzivnega impulza sile pritiska na podlago. Na sliki 18 je prikazan zapis skakalca, pri katerem je maksimum sile pritiska na podlago dosežen v sredini impulza odzivne sile, na sliki 19 pa je zapis rezultatov meritev za skakalca, ki je dosegel maksimum odzivnega impulza v prvi tretjini odziva.

Slika 17: Originalni zapis rezultatov meritev impulza odzivne sile (Janne Ahonen, skakalnica v Hinterzartnu, avgust 2005)

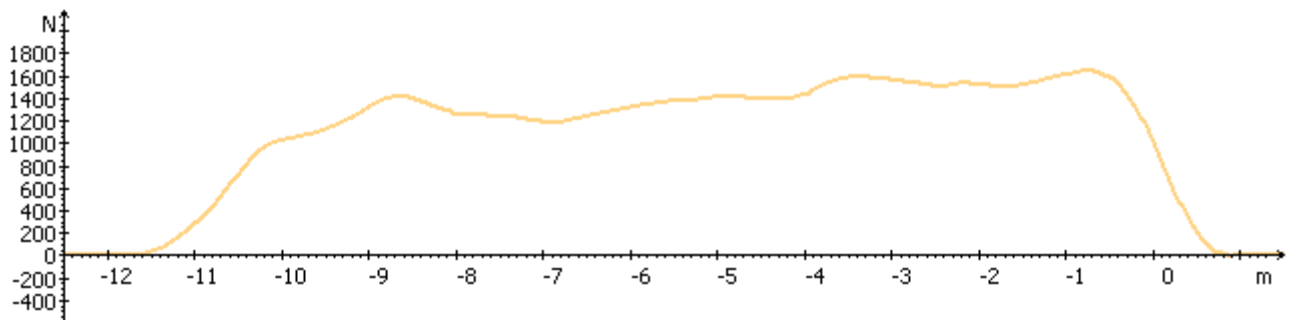


Athlet, Durchgang	80 Ahonen Janne2
Schanze	Hinterzarten
Wettk.	Sommer GP 2005, off. Training (05.08.05,)
v ab	2.77 m/s
Absprunggenauigkeit	28.9 cm

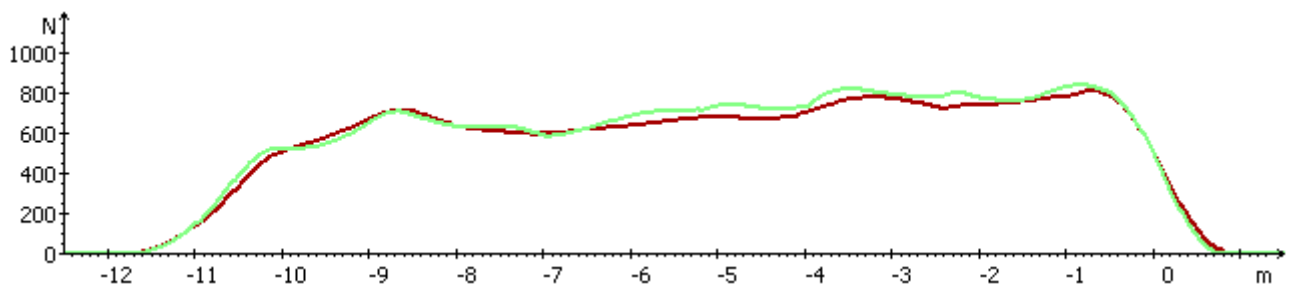


Powered by SIMI^oMotion - www.simi.com

Kräfte (gesamt) [F_z gesamt]



Vertikale Kräfte [F_z links und F_z rechts: Max=811 N | 839 N, Impuls=304 Ns | 313 Ns]



Slika 18: Originalni zapis rezultatov meritev impulza odzivne sile (Dimitri Vasilijev, skakalnica v Hinterzartnu, avgust 2005)

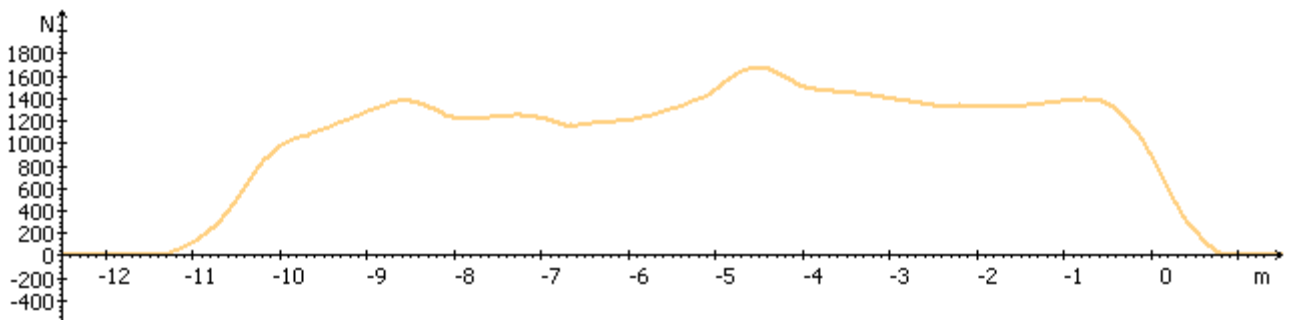


Athlet, Durchgang	56 Vassiliev Dmitri1
Schanze	Hinterzarten
Wettk.	Sommer GP 2005, off. Training (05.08.05,)
v ab	2.66 m/s
Absprunggenauigkeit	28.5 cm

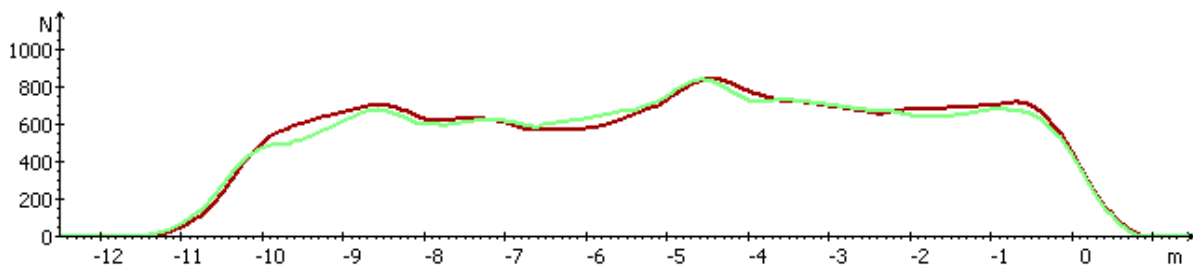


Powered by SIMI[®]Motion - www.simi.com

Kräfte (gesamt) [F_z gesamt]



Vertikale Kräfte [F_z links und F_z rechts: Max=841 N | 837 N, Impuls=297 Ns | 292 Ns]



Slika 19: Originalni zapis rezultatov meritev impulza odrivne sile (Robert Kranjec, skakalnica v Hinterzartnu, avgust 2005)

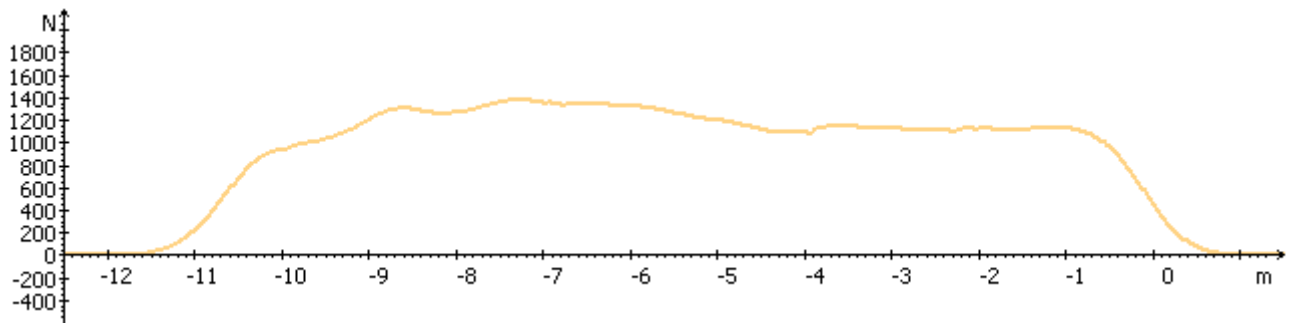


Athlet, Durchgang	44 Kranjec Robert2
Schanze	Hinterzarten
Wettk.	Sommer GP 2005, off. Training 05.08.05,)
v ab	2.45 m/s
Absprunggenauigkeit	-9.6 cm

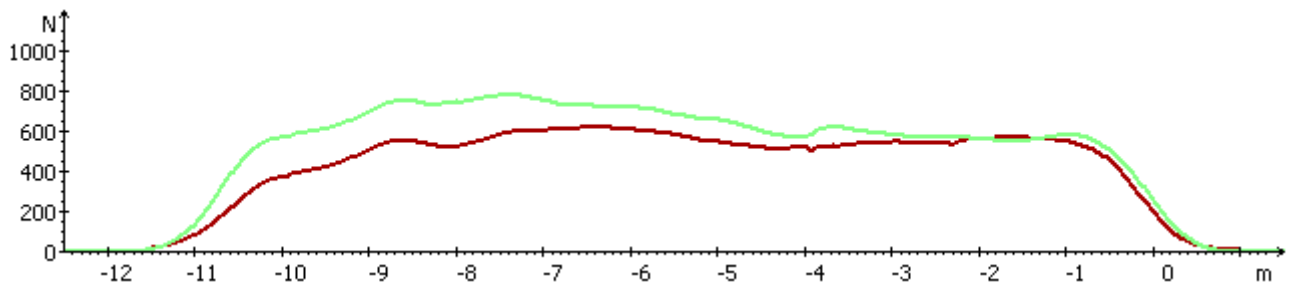


Powered by SIMI^oMotion - www.simi.com

Kräfte (gesamt) [F_z gesamt]



Vertikale Kräfte [F_z links und F_z rechts: Max=620 N | 779 N, Impuls=233 Ns | 283 Ns]



Legenda originalnih zapisov rezultatov meritev impulza odzivne sile:

Athlet - skakalec

Durchgang – serija

Schanze – skakalnica

Wettk. – tekmovanje

v ab - vertikalna hitrost odskoka

Absprunggenauigkeit - točnost odskoka

Kräfte (gesamt) - moč (skupni pritisk sile na podlago)

Fz gesamt - Fz skupno

Vertikale Kräfte – vertikalni pritisk sile na podlago

Fz links und Fz rechts - Fz leva in Fz desna noga

Max - maksimalni pritisk L in D noge

Impuls - impulz sile L in D noge

Na osnovi rezultatov meritev je bilo mogoče izločiti deset spremenljivk (vertikalna hitrost, točnost odskoka, sila pritiska na podlago v točki 0.0 m, sila pritiska na podlago v točki –3.0 m, sila pritiska na podlago v točki –6.0 m, maksimalna sila pritiska na podlago leve noge, maksimalna sila pritiska na podlago desne noge, impulz sile leve noge, impulz sile desne noge, zaletna hitrost in zaletno mesto), ki so bile v diplomski nalogi uporabljene za ugotavljanje povezanosti z dolžino skoka.

3. NAMEN IN CILJI DELA

Glavni namen in cilj diplomske naloge je bil ugotoviti:

- povezanost med izbranimi spremenljivkami odziva smučarja skakalca, izmerjenih v situacijskih pogojih, in dolžino skoka.

4. HIPOTEZE

V diplomski nalogi smo glede na postavljeni predmet, problem in cilj raziskovanja postavili naslednji hipotezi:

H1 – posamezne spremenljivke bodo izkazovale statistično pomembno povezanost z dolžino skoka pri 5 % tveganju.

H2 – Sklop izbranih spremenljivk statistično pomembno prispeva k pojasnjevanju dolžine skoka v posameznih serijah (koeficient multiple korelacije bo statistično značilen pri 5 % tveganju).

5. METODE DELA

5.1 Metode zbiranja podatkov

Podatke, uporabljene v diplomski nalogi, smo zbrali s pomočjo meritev izvedenih na skakalnici v Hinterzartnu. Merilna naprava, na kateri so bile izvedene meritve, je bila izdelana s pomočjo SIMI Motion tehnologije. Merilna naprava (tenziometrijska plošča) je dolga 12 m in meri pritisk sile na podlago smučarja skakalca v levi in desni smučini posebej. Meritve so opravili strokovnjaki s Freiburške univerze Albert-Ludwig.

5.2 Vzorec merjencev

Vzorec merjencev zajema smučarje skakalce, ki so na poletnem svetovnem pokalu nastopili na uradnem treningu na tekmi poletnega grand prix-a leta 2005 v smučarskih skokih v Hinterzartnu. Nastopilo je 80 skakalcev iz 19-ih držav, starih od 17 do 35 let. Skakalci so opravili dve seriji skokov. Znotraj vsake serije so bili za analizo uporabljeni podatki meritev za skakalce, ki so skočili iz istega zaletišča in so bile meritve korektno izvedene brez napake.

V prvi seriji je bilo v vzorec zajetih 51 smučarjev skakalcev, v drugi seriji pa 50.

5.3 Vzorec spremenljivk

Kriterijsko (odvisno) spremenljivko je predstavljala dolžina posameznega skoka, izmerjena po pravilih mednarodne smučarske zveze FIS na uradnem treningu smučarjev skakalcev.

Preglednica 1: V vzorec neodvisnih spremenljivk je bilo zajetih 10 spremenljivk:

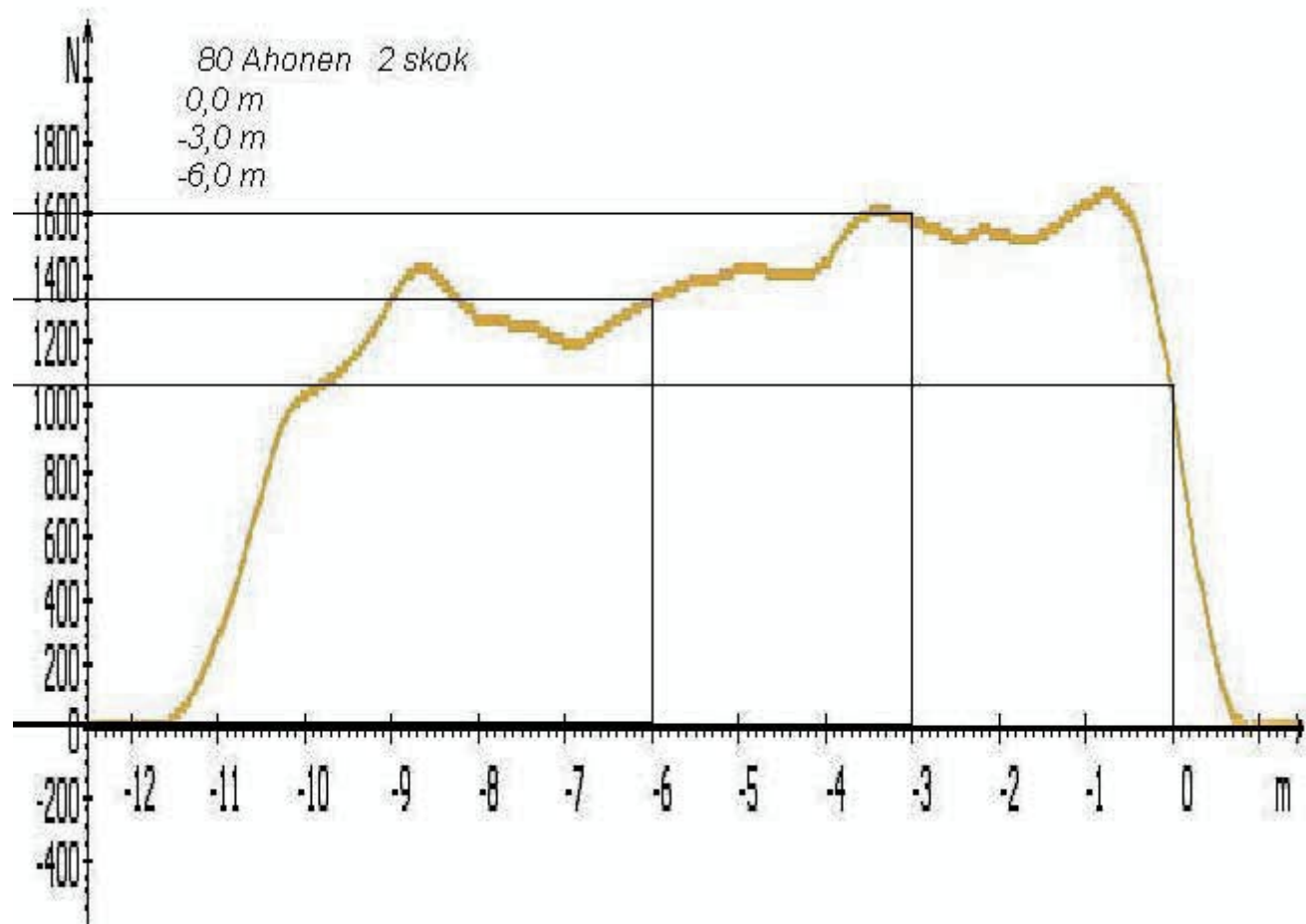
Št. spr.	Šifra spr.	Ime spremenljivke	Merska enota
1.	Vabms	vertikalna hitrost odskoka	m/s
2.	Tocncm	točnost odskoka	cm
3.	Sila 0.0m	sila pritiska na podlago v točki 0.0 m	N
4.	Sila -3.0m	sila pritiska na podlago v točki -3.0 m	N
5.	Sila -6.0m	sila pritiska na podlago v točki -6.0 m	N
6.	maxLN	maksimalna sila pritiska na podlago leve noge	N
7.	maxDN	maksimalna sila pritiska na podlago desne noge	N
8.	impLNs	impulz sile leve noge	Ns
9.	impDNs	impulz sile desne noge	Ns
10.	Hitkmh	zaletna hitrost	km/h

Preglednica 2: Odvisna spremenljivka

Št. spr.	Šifra spr.	Ime spremenljivke	Merska enota
1.	dolzsk	dolžina skoka	m

Podatki za posamezne spremenljivke so bili pridobljeni na podlagi uradnih meritev in doseženih rezultatov, izmerjenih v skladu s pravili FIS. Vertikalna hitrost odskoka je bila izračunana na podlagi velikosti impulza sile pritiska na podlago ulomljeno s težo sistema skakalec in oprema. Točnost odskoka je bila določena, kot aproksimacija velikosti pritiska sile na podlago na robu odskočišča. Pri spremenljivkah: sila pritiska na podlago v točki 0.0 m, sila pritiska na podlago v točki -3.0 m in sila pritiska na podlago v točki -6.0 m je bil narejen enostaven grafični računalniški program (Windows slikar), s pomočjo katerega so bile odčitane velikosti sil (slika 20):

Slika 20: Prikaz odčitavanja velikost sile pritiska na podlago s pomočjo programa Windows slikar



5.4 Metode obdelave podatkov

Za obdelavo podatkov je bil uporabljen statistični programski paket SPSS 14.0. Glede na cilje in hipoteze diplomske naloge je bila izračunana osnovna statistika spremenljivk, analiza variance, korelacije med posameznimi neodvisnimi spremenljivkami in dolžino skoka ter multipla regresijska analiza.

6. REZULTATI IN RAZLAGA

6.1 Prikaz rezultatov meritev

V preglednicah 3 in 4 so prikazani rezultati meritev za vse skakalce, izmerjeni v prvi in drugi seriji trening skokov na tekmovanju za poletni pokal Grand Prix v Hinterzartnu, Nemčija v avgustu leta 2005.

Preglednica 3 – prvi del: Rezultati meritev odriva smučarjev skakalcev, 1. serija (n = 51), Hinterzarten K95 m, 5. 8. 2005

Priimek in ime	Oznaka spremenljivk										
	Hitkmh	Vabms	Tocncm	Sila 0.0m	Sila -3.0m	Sila-6.0m	max LN	max DN	imp LNs	imp DNs	dolzsk
G. G.	85,8	2,44	12	690	1350	1140	676	755	243	288	81
R. J. M.	84,9	2,53	-19	340	1210	1090	595	626	232	236	89
T. A.	84,9	2,49	23,9	850	1300	1090	764	664	264	269	76,5
L. A.	85,3	3,23	23,7	840	1300	1300	739	747	288	284	91
S. R.	85,3	2,54	19,2	605	1115	995	568	635	206	245	88,5
S. J.	85,1	2,68	21,3	850	1360	1385	737	719	283	292	90,5
F. P.	84,7	2,07	35,6	960	1140	1130	685	690	235	281	66
B. V.	84	2,49	-14	390	1275	1040	637	662	243	249	65
K. C. G.	85	2,33	30,7	875	1140	1080	701	679	228	274	83,5
C. P.	85,4	2,36	7,2	675	1275	1440	687	694	271	284	88,5
R. S.	85	3,56	-16	310	1255	1320	678	729	248	288	86,5
K. N.	84,9	2,33	4,8	645	1310	1155	737	708	245	292	72
B. G.	84,9	2,85	-2,4	555	1355	1270	679	715	266	269	75,5
K. I.	85	2,72	-16,6	320	1245	1350	727	791	245	288	83,5
P. P.	85,4	2,89	-12	390	1310	1350	675	782	254	285	91
J. J.	84,6	2,37	14,1	820	1340	1410	716	748	291	300	77,5
D. K.	85,5	2,58	-28,1	245	1350	1310	679	689	265	261	71
M. J.	85,7	3,22	-64,5	40	1475	1645	795	900	271	313	92
C. E.	85,7	2,58	-2,4	580	1310	1375	713	696	283	289	98
H. A.	86	3,37	-73,8	40	1145	1375	706	691	235	249	84,5
F. I.	85,4	2,45	28,6	795	1195	1105	642	598	234	233	95,5
I. D.	85,2	2,68	-2,4	525	1295	1155	591	778	221	297	93,5
D. N.	85,1	2,76	4,7	710	1455	1205	876	780	315	278	98
Y. H.	85,2	2,71	16,7	775	1225	1195	677	726	253	262	92,5
K. D.	85,3	2,66	0	595	1405	1170	703	767	255	294	92
O. T.	85	2,72	2,4	505	1220	975	606	620	244	228	88,5

Preglednica 3 – drugi del: Rezultati meritev odriva smučarjev skakalcev, 1. serija (n = 51),
Hinterzarten K95 m, 5. 8. 2005

Priimek in ime	Oznaka spremenljivk										
	Hitkmh	Vabms	Tocncm	Sila 0.0m	Sila -3.0m	Sila-6.0m	max LN	max DN	imp LNs	imp DNs	dolzsk
K. R.	85,3	2,45	2,4	605	1170	1307	631	766	240	283	85
M. J.	85,5	2,65	-9,6	500	1420	1375	719	735	296	280	91
H. A.	85,1	2,8	26,2	840	1295	1005	716	697	243	269	96,5
K. A.	85,6	2,75	7,2	650	1345	1325	710	690	269	275	93,5
M. R.	85,9	2,86	0	625	1577	1380	798	808	297	322	95,5
S. M.	86	2,79	31,5	925	1497	1427	774	786	293	320	99
M. H.	85,5	3,67	4,8	527	1395	1177	708	681	265	263	86,5
P. P.	85,8	2,84	4,8	655	1405	1580	742	806	295	303	91,5
K. T.	86,1	2,3	0	575	1295	1260	718	726	139	282	90
F. K.	85,2	2,51	28,6	1005	1405	1195	794	769	271	299	78,5
V. D.	85,4	2,66	28,5	910	1427	1227	841	837	297	292	92,5
N. M.	86,6	3,02	0	648	1595	1505	862	803	328	301	93,5
P. S.	86	2,54	9,6	650	1278	1248	707	638	277	259	95,5
L. W.	86,1	2,88	21,7	850	1520	1158	766	807	291	286	95,5
D. J.	85,1	2,67	-68	55	1245	1325	629	747	227	250	84,5
R. B. E.	86,4	2,53	12,1	720	1205	1505	693	804	276	298	94,5
S. G.	85,9	2,95	-2,4	575	1525	1500	817	771	314	302	95
U. M.	85,7	2,7	-9,5	475	1370	1350	694	686	282	275	99,5
W. A.	85,9	2,53	43,4	1020	1545	1120	747	800	274	292	92,5
M. T.	85,7	2,93	-7,1	505	1395	1495	743	794	283	311	91,5
J. J.	85,5	2,88	-30,8	190	1310	1365	792	727	278	268	85,5
H. M.	85,2	2,99	35,6	995	1470	1370	736	748	298	294	90
H. M.	85,4	2,78	19	855	1405	1395	736	695	291	283	93,5
L. R.	85,7	2,6	16,8	780	1225	1340	675	726	259	288	95
A. J.	86	2,74	38,7	1150	1605	1305	773	840	294	326	101

**Preglednica 4 – prvi del: Rezultati meritev odriva smučarjev skakalcev, 2. serija (n = 50),
Hinterzarten K95 m, 5. 8. 2005**

Priimek in ime	Oznaka spremenljivk										
	Hitkmh	Vabms	Toctcm	Sila 0.0m	Sila -3.0m	Sila-6.0m	max LN	max DN	imp LNs	imp DNs	dolzsk
G. G.	86,2	2,42	24	810	1310	1145	671	715	244	282	69
D. V.	85,7	2,62	14,2	805	1248	1228	740	727	268	281	86
T. A.	85,7	2,35	36,3	995	1295	1080	767	676	254	268	86,5
L. A.	85,9	3,39	16,8	750	1405	1305	747	719	300	277	83,5
F. P.	85,4	2,32	11,9	725	1220	1205	634	688	248	274	77
B. V.	85,8	2,25	4,7	600	1220	980	620	663	232	248	79
K. C. G.	85,8	2,48	19,1	805	1145	1295	703	722	227	277	79
C. P.	86,3	2,32	16,9	995	1270	1375	694	699	270	280	90
R. S.	85,8	3,64	23,9	780	1255	1255	693	767	247	296	86,5
K. N.	86	2,36	4,8	645	1270	1220	708	719	254	282	81
B. G.	86,1	2,75	19,3	800	1395	1155	677	725	266	262	82,5
P. S.	86	2,58	26,3	1010	1495	1395	801	799	304	307	94
K. I.	85,8	2,71	4,8	615	1275	1245	749	752	242	294	81,5
P. P.	86,4	3,03	-7,2	460	1370	1320	691	740	254	293	92,5
K. H. K.	85,5	2,57	33,7	915	1445	1105	716	745	248	289	81
D. K.	86	2,59	14,3	745	1295	1295	668	712	260	272	91,5
M. J.	86,1	3,43	-28,8	250	1450	1645	826	834	304	312	90,5
C. E.	86,4	2,58	16,9	815	1355	1325	724	727	285	303	85
H. A.	86,5	3,58	-36,1	195	1205	1345	681	657	251	264	92,5
D. N.	85,8	2,64	-9,4	460	1445	1275	846	748	310	279	89
Y. H.	85,8	2,66	26,5	865	1180	1195	680	739	255	264	89,5
H. J.	86,4	2,54	12	730	1225	1295	639	708	247	296	91,5
O. T.	85,6	2,6	-7,1	395	1175	955	585	612	227	238	84
K. R.	86,2	1,83	0	605	1120	1275	661	791	236	281	98,5
M. J.	86,2	2,51	31,3	900	1420	1245	703	709	289	281	103
H. A.	85,7	2,61	28,9	850	1275	1060	740	727	234	268	95
K. A.	86,3	2,52	12	705	1375	1220	691	702	255	283	94
B. J.	86,6	2,37	-24,1	340	1205	1395	711	707	256	274	83
M. R.	86,2	2,78	21,7	850	1525	1320	771	808	284	325	89,5
S. M.	86,5	2,68	29	960	1460	1395	770	795	286	319	95,5
M. H.	85,5	3,59	9,5	640	1360	1120	691	700	266	266	84
P. P.	86,5	2,8	9,6	720	1420	1545	762	800	290	316	94,5
K. T.	87,1	2,68	24,3	885	1350	1315	740	734	279	293	93
R. J.	85,9	2,56	9,6	660	1225	1325	651	724	258	292	95
F. K.	85,9	2,51	4,7	660	1470	1220	765	757	279	307	92
H. S.	85,8	2,55	23,9	875	1305	1175	704	716	253	284	93,5

Preglednica 4 – drugi del: Rezultati meritev odriva smučarjev skakalcev, 2. serija (n = 50),
Hinterzarten K95 m, 5. 8. 2005

Priimek in ime	Oznaka spremenljivk										
	Hitkmh	Vabms	Tocncm	Sila 0.0m	Sila -3.0m	Sila-6.0m	max LN	max DN	imp LNs	imp DNs	dolzsk
M. M.	86,4	2,76	29	1030	1475	1525	854	854	305	351	91,5
I. T.	85,6	2,44	0	775	1205	1295	614	754	243	294	88,5
N. M.	86,8	2,77	36,7	1010	1540	1350	855	809	306	314	99,5
P. S.	86,2	2,41	24	805	1255	1205	633	653	253	277	93,5
B. R.	86,5	3,58	-21,8	345	1375	1395	649	768	248	299	88
L. W.	86,9	2,71	-2,4	510	1420	1255	747	791	274	292	98
D. J.	85,8	2,55	-26,3	275	1195	1320	604	736	224	262	90
R. B. E.	86,6	2,6	2,4	630	1305	1520	701	819	273	307	91,5
S. G.	86,5	2,92	-19,2	325	1455	1495	799	761	308	309	90,5
U. M.	86,2	2,61	2,4	605	1245	1450	691	676	276	282	86,5
W. A.	86,1	2,58	26,3	875	1505	1210	716	778	264	316	83,5
M. T.	86,5	2,9	14,4	800	1410	1495	720	782	280	317	97,5
H. M.	85,5	3,01	21,5	875	1350	1495	745	779	295	303	95,5
L. R.	86,7	2,52	31,7	855	1290	1380	629	772	246	302	98,5

6.2. Rezultati opisne statistike

Rezultati osnovne statistike za obe seriji skokov so podani v spodnji preglednici:

Preglednica 5: Rezultati opisne statistike prve in druge serije, GP Hinterzarten, 5. 8. 2005

Ime spremenljivke	PRVA SERIJA (n=51)				DRUGA SERIJA (n=50)			
	Min	Max	M	S D	Min	Max	M	S D
Hitkmh Zaletna hitrost (km/h)	84,0	86,6	85,42	,48	85,4	87,1	86,11	,40
Vabms Vertikalna hitrost odskoka (m/s)	2,07	3,67	2,718	,30	1,83	3,64	2,69	,37
Toencm Točnost odskoka (cm)	-73,8	43,4	3,86	25,22	-36,1	36,7	10,73	18,01
Sila0.0m Sila pritiska na podlago v točki 0.0 m (N)	40	1150	631,5	257,7	195	1030	710,60	215,29
Sila-3.0m Sila pritiska na podlago v točki -3.0 m (N)	1115	1605	1338,8	123,0	1120	1540	1329,66	109,06
Sila-6.0m Sila pritiska na podlago v točki -6.0 m (N)	975	1645	1280,2	154,7	955	1645	1292,76	142,77
maxLN Maksimalna sila pritiska na podlago leve noge (N)	568	876	715,8	66,1	585	855	711,54	63,89
maxDN Maksimalna sila pritiska na podlago desne noge (N)	598	900	734,8	62,7	612	854	739,90	49,67
impLNs Impulz sile leve noge (Ns)	139	328	264,6	32,2	224	310	265,14	23,74
impDNs Impulz sile desne noge (Ns)	228	326	281,3	22,1	238	351	289,04	21,10
dolzsk Dolžina skoka (m)	65,0	101,0	88,57	8,37	69,0	103,0	89,31	6,63

V preglednici 5 vidimo porazdelitve po posameznih spremenljivkah znotraj prve in druge trening serije. Za vsako spremenljivko posebej so zapisane minimalne vrednosti (Min.), maksimalne vrednosti (Max.), povprečne vrednosti (M) in standardni odklon (SD).

6.3. Rezultati analize variance

Pri enosmerni analizi variance smo ugotavljali razlike med vsemi spremenljivkami, odvisnimi in neodvisnimi, in ali so med njimi statistično značilne razlike med serijami. Analiza variance je pokazala, da so razlike med prvim in drugim skokom statistično značilne le v zaletni hitrosti, na nivoju $\alpha = 5\%$ (sig.F = 0,00). Ostale spremenljivke se med prvim in drugim skokom bistveno ne razlikujejo in niso statistično značilne. Verjetno je struktura spremenljivk v obeh serijah podobna. To je razvidno iz preglednice 6.

Do razlike v zaletni hitrosti med serijama je prišlo zato, ker so prvi skok izvedli tekmovalci iz enega naletnega mesta nižje od tekmovalcev v drugi trening seriji.

Zanimivo je tudi, da kljub razlikam v zaletni hitrosti med serijama ni prišlo do večjih razlik v dolžini skoka. Na to pa je lahko imelo vpliv tudi več zunanjih faktorjev, katerih nismo merili in jih nismo upoštevali v tej analizi (vpliv vetra, kvaliteta tehnične izvedbe skoka, material ...).

Preglednica 6: Rezultati analize variance, razlike med prvo in drugo trening serijo

Ime spremenljivke	Serija	M	SD	F	Sig.F
Hitkmh – Zaletna hitrost (km/h)	1	85,4	0,5	59,87	0,00
	2	86,1	0,4		
Vabms – Vertikalna hitrost odskoka (m/s)	1	2,7	0,3	0,12	0,73
	2	2,7	0,4		
Tocncm – Točnost odskoka (cm)	1	3,9	25,2	2,47	0,12
	2	10,7	18,0		
Sila00 Sila pritiska na podlago v točki 0.0 m (N)	1	631,6	257,7	2,79	0,10
	2	710,6	215,3		
Sila-30m Sila pritiska na podlago v točki -3.0 m (N)	1	1338,8	123,0	0,16	0,69
	2	1329,7	109,1		
Sila-60m Sila pritiska na podlago v točki -6.0 m (N)	1	1280,3	154,8	0,18	0,67
	2	1292,8	142,8		
maxLN Maksimalna sila pritiska na podlago leve noge (N)	1	715,9	66,1	0,11	0,74
	2	711,5	63,9		
maxDN Maksimalna sila pritiska na podlago desne noge (N)	1	734,8	62,7	0,20	0,65
	2	739,9	49,7		
impLNs – Impulz sile leve noge (Ns)	1	264,6	32,2	0,01	0,93
	2	265,1	23,7		
impDNs – Impulz sile desne noge (Ns)	1	281,4	22,2	3,18	0,08
	2	289,0	21,1		
dolzsk – Dolžina skoka (m)	1	88,6	8,4	0,24	0,63
	2	89,3	6,6		

6.4 Rezultati korelacij med spremenljivkami

Rezultati korelacij med spremenljivkami prvega in drugega skoka so prikazani v preglednicah 7 in 8.

Preglednica 7: Rezultati interkorelacij v prvi seriji skokov

	Hitkmh	Vabms	Tocncm	Sila 0.0m	Sila- 3.0m	Sila- 6.0m	maxLN	maxDN	impLNs	impDNs	dolzsk
Hitkmh	1,00	0,24	-0,01	0,05	0,43**	0,48**	0,37**	0,40**	0,27	0,39**	0,62**
Vabms	0,24	1,00	-0,35*	-0,34*	0,30*	0,34*	0,25	0,25	0,31*	0,10	0,29*
Tocncm	-0,01	-0,35*	1,00	0,96**	0,16	-0,34*	0,14	-0,04	0,17	0,23	0,15
Sila 0.0m	0,05	-0,34*	0,96**	1,00	0,26	-0,22	0,27	0,07	0,27	0,34*	0,18
Sila -3.0m	0,43**	0,30*	0,16	0,26	1,00	0,37**	0,72**	0,62**	0,68**	0,65**	0,37**
Sila -6.0m	0,48**	0,34*	-0,34*	-0,22	0,37**	1,00	0,43**	0,55**	0,50**	0,59**	0,28*
maxLN	0,37**	0,25	0,14	0,27	0,72**	0,43**	1,00	0,58**	0,67**	0,59**	0,25
maxDN	0,40**	0,25	-0,04	0,07	0,62**	0,55**	0,58**	1,00	0,41**	0,81**	0,28*
impLNs	0,27	0,31*	0,17	0,27	0,68**	0,50**	0,67**	0,41**	1,00	0,47**	0,32*
impDNs	0,39**	0,10	0,23	0,34*	0,65**	0,59**	0,59**	0,81**	0,47**	1,00	0,27*
dolzsk	0,62**	0,29*	0,15	0,18	0,37**	0,28*	0,25	0,28*	0,32*	0,27*	1,00

** Koeficienti korelacije so značilni na ravni $r = 0,378$, $p < 0,01$ (2-smerno).

* Koeficienti korelacije so značilni na ravni $r = 0,278$, $p < 0,05$ (2-smerno).

Preglednica 8: Rezultati interkorelacij v drugi seriji skokov

	Hitkmh	Vabms	Tocncm	Sila 0.0m	Sila- 3.0m	Sila- 6.0m	maxLN	maxDN	impLNs	impDNs	dolzsk
Hitkmh	1,00	0,05	-0,10	-0,07	0,29*	0,50**	0,21	0,33*	0,32*	0,43**	0,43**
Vabms	0,05	1,00	-0,27	-0,31*	0,30*	0,29*	0,21	0,17	0,28*	0,16	0,04
Tocncm	-0,10	-0,27	1,00	0,95**	0,23	-0,26	0,16	0,10	0,10	0,20	0,07
Sila 0.0m	-0,07	-0,31*	0,95**	1,00	0,24	-0,13	0,21	0,17	0,18	0,29*	0,10
Sila -3.0m	0,29*	0,30*	0,23	0,24	1,00	0,30*	0,72**	0,57**	0,76**	0,65**	0,25
Sila -6.0m	0,50**	0,29*	-0,26	-0,13	0,30*	1,00	0,41**	0,63**	0,59**	0,69**	0,40**
maxLN	0,21	0,21	0,16	0,21	0,72**	0,41**	1,00	0,59**	0,80**	0,59**	0,22
maxDN	0,33*	0,17	0,10	0,17	0,57**	0,63**	0,59**	1,00	0,52**	0,83**	0,36**
impLNs	0,32*	0,28*	0,10	0,18	0,76**	0,59**	0,80**	0,52**	1,00	0,60**	0,35*
impDNs	0,43**	0,16	0,20	0,29*	0,65**	0,69**	0,59**	0,83**	0,60**	1,00	0,35*
dolzsk	0,43**	0,04	0,07	0,10	0,25	0,40**	0,22	0,36**	0,35*	0,35*	1,00

** Koeficienti korelacije so značilni na ravni $r = 0,369$, $p < 0.01$ (2-smerno).

* Koeficienti korelacije so značilni na ravni $r = 0,283$, $p < 0.05$ (2-smerno).

Največjo korelacijo z dolžino prvega ($r = 0,62$) in drugega skoka ($r = 0,43$) je imela spremenljivka zaletna hitrost.

Vpliv zaletne hitrosti na dolžino skoka je že bil predmet mnogih raziskav različnih avtorjev. F. Vaverka je izvedel celo vrsto, in sicer 27 longitudinalnih študij v letih od 1973 do 1984 na vzorcu vrhunskih tekmovalcev. V večini primerov je ugotovil statistično pomemben vpliv zaletne hitrosti na dolžino skoka smučarjev skakalcev (Vaverka, 1987). Povprečna korelacija med zaletno hitrostjo in dolžino skoka se je gibala od 0,35 do 0,48. Statističen pomemben vpliv zaletne hitrosti na dolžino skoka je ugotovil tudi B. Jošt v raziskavah, izvedenih leta 1983 in 1984, na reprezentativnih vzorcih najboljših skakalcev sveta.

Pet let kasneje pri analizi uspešnosti na svetovnem prvenstvu v poletih v Oberstdorfu 1988 pa se je višina korelacije med zaletno hitrostjo in dolžino poleta gibala na meji statistične pomembnosti (Jošt, 1989).

Na osnovi teoretične analize in raziskovalnih izsledkov lahko rečemo, da je zaletna hitrost zelo pomemben dejavnik uspešnosti – ne samo v absolutnem smislu (gledano na posameznika), ampak tudi v relativnem smislu (gledano z vidika variabilnosti med skakalci) – in kot taka zasluži pri pripravi skakalca veliko pozornost.

Spet drugi avtorji so pri proučevanju vpliva zaletne hitrosti na dolžino skoka dobili zelo različne rezultate. Nizko korelacijo so ugotovili (Hochmuth, 1954; Straumann, 1957; Gisler, Nigg, & Waser 1977). Srednje visoko $r = 0,56$ (Schwameder, 1994). Linerano pa (Mahnke, 1975).

Do takih razlik v rezultatih je prišlo zaradi različne homogenosti skupin in različnega vrednotenja aerodinamičnih parametrov (upoštevanja kvalitete odskoka in letne faze).

Kot je razvidno iz preglednic 7 in 8, so visoko medsebojno povezane sila pritiska na podlago v točki, ki se nahaja tri metre pred robom odskočišča, sila pritiska na podlago v točki, ki se nahaja šest metrov pred robom odskočišča, maksimalni pritisk na podlago leve in desne noge in impulz sile leve in desne noge. Omenjene medsebojne povezave so lepo razvidne v obeh preglednicah. Vse te spremenljivke imajo energijski značaj in predstavljajo podobne značilnosti, zato povezave med njimi niso presenetljive in se ne razlikujejo bistveno med obema serijama.

Izredno visoka korelacija, skoraj linearna, se je pokazala še med točnostjo odskoka in silo pritiska na podlago v točki 0,0 m oziroma na robu odskočišča. V obeh serijah smo prišli do skoraj identičnih rezultatov. Korelacija med točnostjo odskoka in silo pritiska na podlago v točki 0,0 m v prvi seriji skokov je znašala $r = 0,96$ v drugi seriji skokov pa $r = 0,95$. . Predvidevam, da je do tega prišlo zato, ker so strokovnjaki s Freiburške Univerze v formuli za izračun točnosti odskoka upoštevali pritisk sile na podlago v točki 0,0 m.

6.5. Rezultati regresijske analize

Rezultati regresijske analize so prikazani za vsako spremenljivko in serijo skokov v preglednici 9.

Preglednica 9: Nabor spremenljivk pri regresijski analizi in njihova statistična značilnost

Ime spremenljivke	Prva serija (n = 51)			Druga serija (n = 50)		
	Beta	t	Sig.	Beta	t	Sig.
Hitkmh Zaletna hitrost (km/h)	0,57	3,90	0,00	0,32	1,94	0,06
Vabms Vertikalna hitrost odskoka (m/s)	0,21	1,55	0,12	-0,03	-0,21	0,83
Tocncm Točnost odskoka (cm)	0,21	0,42	0,67	0,35	0,61	0,54
Sila0.0m Sila pritiska na podlago v točki 0.0 m (N)	0,09	0,20	0,84	-0,19	-0,33	0,74
Sila-3.0m Sila pritiska na podlago v točki -3.0 m (N)	0,07	0,34	0,73	-0,09	-0,29	0,76
Sila-6.0m Sila pritiska na podlago v točki -6.0 m (N)	0,05	0,24	0,81	0,14	0,41	0,68
maxLN Maksimalna sila pritiska na podlago leve noge (N)	-0,21	-1,13	0,26	-0,22	-0,89	0,37
maxDN Maksimalna sila pritiska na podlago desne noge (N)	0,15	0,64	0,52	0,36	1,34	0,18
impLNs Impulz sile leve noge (Ns)	0,12	0,59	0,55	0,37	1,04	0,30
impDNs Impulz sile desne noge (Ns)	-0,19	-0,64	0,52	-0,22	-0,66	0,51

Preglednica 10: Odstotek pojasnjene variance dolžine skoka z regresijsko analizo in njena statistična značilnost

	R	R Square	F	Sig. F
Prva serija (n = 51)	0,70	0,49	3,92	0,00
Druga serija (n = 50)	0,56	0,31	1,78	0,09

Z regresijsko analizo je bilo moč pojasniti (preglednica 10) približno polovico (49,5 %) variance dolžine prvega skoka. Regresija je bila statistično značilna (R Square = 0,49; sig F. 0,00). Pri regresijski analizi druge trening serije je bil odstotek pojasnjene variance (31,4 %) dolžine skoka statistično neznačilen. Vrednost multiple korelacije (R Square = 0,31; sig F. 0,09) pa je bila statistično značilna pri meji 10 % tveganja.

Na ravni posameznih neodvisnih spremenljivk je največji delež k pojasnjevanju regresijske funkcije prispevala spremenljivka zaletna hitrost. Pri prvem skoku je bil njen prispevek statistično značilen pri 1 % tveganju, pri drugem pa pri 10 % tveganju. Preostale neodvisne spremenljivke, ki kažejo dinamične karakteristike poteka odriva pri odskoku, so pri prispevku k oblikovanju regresijske funkcije variirale od povsem neznačilnih koeficientov beta do tistih, ki kažejo znatnejši prispevek.

Prav gotovo so neodvisne spremenljivke pokazale nadpovprečno multiplo regresijsko povezanost z dolžino skokov na uradnem treningu smučarjev skakalcev pred tekmovanjem za poletni svetovni pokal v Hinterzartnu v Nemčiji. Morda so bila hipotetična pričakovanja bolj izrazita, kot so jih potrdili konkretni rezultati. To bi lahko razložili tudi z dejstvom, da je vendarle šlo za seriji skokov za trening, kjer so ponavadi razlike med slabšimi in boljšimi tekmovalci manjše kot na uradnem tekmovanju. Takšna »špekulativna« zaključevanja bo treba preveriti s podobno raziskavo, izvedeno na uradnem tekmovanju oziroma tekmovanjih.

7. ZAKLJUČEK

Z izbranimi statističnimi postopki smo ugotovili, da je imela izmed vseh izbranih spremenljivk največji in statistično značilen vpliv na dolžino skoka v obeh serijah zaletna hitrost. V prvi seriji je bil korelacijski koeficient med zaletno hitrostjo in dolžino skoka $r = 0,62$, v drugi seriji pa $r = 0,43$. V prvi seriji je imela statistično značilen vpliv na dolžino skoka, na nivoju 1 % tveganja, še sila pritiska na podlago v točki -3.0 m pred robom mize. V drugi seriji pa je imela statistično značilen vpliv na dolžino skoka, na nivoju 1 % tveganja, še sila pritiska na podlago v točki -6.0 m pred robom mize in maksimalna sila pritiska na podlago desne noge.

Na nivoju 5 % tveganja so bile poleg že navedenih spremenljivk statistično značilno povezane z dolžino obeh skokov še: maksimalna sila pritiska na podlago desne noge, impulz sile leve in impulz sile desne noge. V prvi seriji skokov pa še spremenljivki vertikalna hitrost odskoka in sila pritiska na podlago v točki -3.0 m pred robom mize.

Z regresijsko analizo je bilo mogoče pojasniti v prvi seriji skokov 49 % variance dolžine skoka (statistično značilno pri 1 % tveganju), v drugi pa 31 % variance dolžine skoka (statistično značilno pri 10 % tveganju). Na osnovi ugotovljenih rezultatov lahko le delno sprejmemo obe ničelni hipotezi, s katerima smo predvidevali statistično značilno povezanost neodvisnih spremenljivk z dolžino obeh serij skokov (pri 5 % statističnem tveganju) tako na ravni posameznih spremenljivk (hipoteza 1) kot tudi na ravni njihovega skupinskega vpliva (hipoteza 2).

S pomočjo rezultatov diplomske naloge lahko prispevamo k razvoju strokovnih spoznanj, uporabnih za teoretični in praktični napredek priprave smučarjev skakalcev. Trenerji bodo morali tudi v prihodnje nameniti veliko skrb tako razvoju zaletne hitrosti gibanja smučarjev skakalcev kakor tudi razvoju dinamičnih značilnosti odziva smučarjev skakalcev v fazi odskoka.

8. UPORABLJENI VIRI

1. Giacomelli, O., & Triplat, M. (2002). Animacijski program skokov na smučeh v okviru šole smučanja za otroke. V A. Guček, & D. Videmšek (Ur.), *Smučanje danes* (str.222). Ljubljana: Združenje učiteljev in trenerjev smučanja Slovenije.
2. Gisler, E., Nigg, B., & Waser, J. (1977). Biomechanische Untersuchungen im Skispringen. *European Journal of Sport Science*, 1, 1–16.
3. Guček, S., Rožnam, M., Bergant, E., Giacomelli, O., & Bras, V. (1999). *Planica 1934–1999*. Ljubljana: Društvo Proplanica.
4. Guček, A. (2004). *Sledi smučanja po starem – smučarske tehnike*. Ljubljana: Združenje učiteljev in trenerjev smučanja Slovenije pri SZS.
5. Hochmuth, G. (1954). Die Bedeutung der Bewegungsmechanik auf die Steigerung der sportlichen Leistung. *European Journal of Sport Science*, 3, 814–840.
6. Jošt, B. (1989) *Nekatere modelne značilnosti smučarjev skakalcev*. Ljubljana: Fakulteta za telesno kulturo, Inštitut za kineziologijo.
7. Jošt, B. (2004). *Trener za smučarske skoke in nordijsko kombinacijo »B«*. Neobjavljeno delo.
8. Jošt, B. (2005). *Trener za smučarske skoke in nordijsko kombinacijo »A/PRO«*. Neobjavljeno delo.
9. Jošt, B. & Pustovrh, J. (1995). *Nordijsko smučanje*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
10. Jošt, B. & Vaverka, F. (1988). *Osnove biomehanike smučarskega skoka*. Ljubljana: Fakulteta za telesno kulturo.

11. Mahnke, R. & Mross, M. (1975). Anfahrtsgewindigkeit und Festlegung der Anlaufstrecke im Skispringen. *European Journal of Sport Science*, 1, 1–16.
12. Schwameder, H. (1994). *Biomechanische Beschreibung und Analyse der V-Technik im Skispringen*. Doktorska disertacija, Salzburg: University of Salzburg
13. Straumann, R. (1957). Der moderne Skisprung. *Sport*, 152, 21–24.
14. Ušaj, A. (1996). *Kratek pregled osnov športnega treniranja*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
15. Vaverka, F. (1987). *Biomechanika skoku na lyžich*. Olomouc.
16. Zupančič, Z. (2003). *Osnove metodike razvoja moči vrhunskih smučarjev skakalcev*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.