



UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA ŠPORT

Športno treniranje

Nordijsko smučanje

**POVEZANOST MED HITROSTJO VETRA IN DOLŽINO POLETA  
SMUČARJA SKAKALCA NA POLETIH V PLANICI MARCA 2013**

DIPLOMSKO DELO

MENTOR

Prof. dr. Bojan Jošt

RECENZENT

Prof. dr. Janez Pustovrh

KONZULTANT

Doc. dr. Janez Vodičar

AVTOR

Rok Mandl

Ljubljana, 2014

## **Zahvala**

*Rad bi se zahvalil vsem, ki so kakorkoli pomagali pri nastajanju tega diplomskega dela. Zahvala gre profesorju dr. Bojanu Joštu, ki me je pri nastajanju dela usmerjal in mi nudil strokovno pomoč.*

*Posebej bi se rad zahvalil svoji družini in vsem prijateljem, ki so mi v času študija stali ob strani in me podpirali.*

# POVEZANOST MED HITROSTJO VETRA IN DOLŽINO POLETA SMUČARJA SKAKALCA NA POLETIH V PLANICI MARCA 2013

## IZVLEČEK

**61 strani, 20 preglednic, 13 slik, 8 virov**

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti povezanost med hitrostjo vetra in dolžino poleta smučarja skakalca na poletih v Planici marca 2013, ki so potekali med četrtkom 21. 3. 2013 in nedeljo 24. 3. 2013.

Smučarski skoki so z razvojem tehnike skoka, na račun boljše aerodinamične drže sistema skakalec – smučiči, postali vse bolj odvisni od hitrosti vetra. Mednarodna smučarska zveza FIS poskuša hitrost vetra nadzirati z uporabo vetrovne izravnave na tekmah najvišjega ranga. Podatki za raziskavo so bili pridobljeni iz uradnih rezultatov četrtkove kvalifikacijske serije, petkove druge tekmovalne serije ter obeh nedeljskih tekmovalnih serij. Vzorec merjencev je zajemal 46 kvalifikantov v četrtkovih kvalifikacijah, ki so nastopili iz istega zaletnega mesta ter trideset skakalcev v petkovi drugi tekmovalni seriji. V obeh tekmovalnih serijah nedeljske tekme je že po tradiciji nastopilo trideset najboljših smučarjev skakalcev aktualne sezone. Poleg spremenljivke indeks hitrosti vetra, s pomočjo katerega je bil pojasnjen vpliv hitrosti vetra na dolžino poletov, so bile spremljane tudi spremenljivke zaletna hitrost, višina krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od odskočne mize in aerodinamični indeks.

Podatki so bili obdelani in prikazani s pomočjo korelacijske in regresijske analize ter predstavljeni z grafikoni, izdelanimi v programih Excel in SPSS. Rezultati korelacije kažejo pomembno povezanost med hitrostjo vetra in dolžino poletov, ki je bila še posebej visoka na nedeljski tekmi. Regresijska analiza je pokazala majhen vpliv hitrosti vetra na dolžino poletov v četrtkovi kvalifikacijski in v petkovi drugi tekmovalni seriji ter nepojasnjivo visok vpliv na nedeljski tekmi.

Uvedba vetrovne izravnave je potreben in pomemben korak k bolj poštenim tekmovanjem v smučarskih skokih pod okriljem Mednarodne smučarske zveze FIS, a so prve raziskave

pokazale na pomanjkljivosti in potrebe po korigiranju omenjene izravnave, saj se je linearna formula pri močnejšem vetru na večjih skakalnicah pokazala kot neprimerna.

**Ključne besede:** Smučarski skoki – kinematika – Planica 2013

# CORRELATION BETWEEN WIND SPEED AND LENGTH OF JUMPS ON SKI FLYING IN PLANICA ON MARCH 2013

## **ABSTRACT**

**61 Pages, 20 tables, 13 pictures, 8 sources**

The purpose of the thesis was to determine the correlation between wind speed and the length of jumps on ski flying in Planica on March 2013, which took place between 21th and 24th of March 2014 (Thursday-Sunday).

Development of ski jumping techniques – regarding better aerodynamic posture of jumper-ski system, became increasingly more dependent on the wind speed. International Ski Federation FIS uses wind/gate compensation in order to control wind speed in competitions of highest rank. Data for the study were collected from the official results of the Thursday qualifying series, Friday's second competition series and both Sunday competition series. The sample included 46 qualifiers from Thursday's qualifications - which started from the same starting gate and 30 ski jumpers from Friday's second competition series. In both Sundays' competition series as traditionally, competed thirty of the world's best ski jumpers in current season. Beside the variable index of wind speed, through which it was possible to elucidate the impact of wind speed on the length, were also monitored variable inrun speed, the height of flying at point distant 112 meters from take-of table and the aerodynamic index .

Data were processed and shown with the help of the correlational and regression analysis and presented with charts and graphs with the help of Excel and SPSS. Results of correlation are showing significant connection between wind speed and flights length – which was particularly high in Sunday's competition. Regressive analysis showed rather small impact of wind speed on length of the flights in Thursday's qualifying series and in Friday's second competitive series but also undetermined high effect of wind at the Sunday's competition series.

The introduction of wind/gate compensation was a necessary and important step towards fairer competition in ski jumping is under the leadership of the International Ski Federation FIS. However, the first studies have shown the shortcomings and need for correction of above mentioned compensation, since the linear formula in stronger winds at higher ski jumps proved as unsuitable.

**Keywords:** ski jumping – kinematics – Planica 2013

## KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	9
1.1	Zgodovinski razvoj Planice in smučarskih poletov .....	9
1.2	Struktura tehnike smučarskega skoka .....	12
2	PREDMET IN PROBLEM .....	16
3	CILJI .....	22
4	HIPOTEZE.....	22
5	METODE DELA.....	23
5.1	Vzorec merjencev .....	23
5.2	Vzorec spremenljivk.....	33
5.2.1	Odvisna spremenljivka .....	33
5.2.2	Neodvisne spremenljivke .....	33
5.3	Metoda pridobivanja in obdelave podatkov .....	36
6	REZULTATI IN RAZLAGA.....	37
6.1	Osnovna statistika izbranih spremenljivk po posameznih tekmovalnih serijah .....	37
6.2	Rezultati povezanosti med dolžino poletov in neodvisnimi spremenljivkami .....	42
6.3	Rezultati regresijske analize po posameznih tekmovalnih serijah .....	50
7	SKLEP .....	56
8	LITERATURA.....	58
9	KAZALO SLIK .....	59
10	KAZALO PREGLEDNIC.....	60



# 1 UVOD

## 1.1 Zgodovinski razvoj Planice in smučarskih poletov

Prvi znani zapisi o smučarskih skokih segajo v začetek 19. stoletja, in sicer so najprej skakali na Norveškem, kjer je Olaf Rye, leta 1808, postavil prvi uradni rekord v smučarskih skokih 9,5 metrov. Nato so se smučarski skoki najprej razširili po Norveški, v glavnem mestu Oslu so leta 1879 izvedli tudi prva uradna tekmovanja. Iz Norveške pa so se smučarski skoki naprej širili na sosednji Švedsko in Finsko. Umetne skakalnice so začeli v začetku 20. stoletja graditi po vsem svetu, kjer so bili za to primerni vremenski pogoji. Tudi Slovenija je leta 1921 postala del tega športa, ko so v Bohinju izvedli prvo državno prvenstvo na Žiškovi skakalnici, kjer je zmagovalec skočil 9 metrov. Prve zimske olimpijske igre leta 1924 v Francoskem Chamonixu so bile prelomne tudi za nordijske discipline, saj so bili smučarski skoki, nordijska kombinacija in tek na smučeh uvrščeni v njihov program, kjer so ostali vse do danes (Jošt, 2009).

V Sloveniji je bilo dogajanje v povezavi s smučarskimi skoki osredotočeno na Gorenjsko, kjer so bili najbolj dejavni v Bohinju ter v Planici. V Bohinju je razvoj smučarskih skokov s prenovo skakalnice leta 1928 prevzel Norveški inženir Hansen, ki je bil hkrati tudi trener. V Planici so leta 1931 najprej postavili Dom Ilirija z depandanso, tri leta kasneje pa zgradili tudi prvo skakalnico primerno za tekmovanja na mednarodni ravni. Pod Macesnovcem v dolini Planica je tako stala za tisti čas sodobna Rožmanova in Ilirijina skakalnica, ki je bila zgrajena po navodilih za gradnjo skakalnic Mednarodne smučarske zveze (1932), projektanta pa sta bila Stanko Bloudek in Ivan Rožman.

Sanje, na smučeh preleteti mejo 100 metrov, so postale realnost s prenovo planiške skakalnice, z novo kritično točko pri 106 metrih, pod vodstvom inženirja Stanka Bloudka leta 1936. 15. marca 1936 je mladi avstrijski skakalec Sepp Bradl kot prvi preletel za tisti čas magično mejo 100 metrov in pristal pri 101,5 metra. Med letoma 1936 in 1938 je Mednarodna smučarska zveza FIS prepovedala vse treninge in tekmovanja na planiški skakalnici, uradno zaradi kršenja pravil organizatorja tekmovanja, neuradno pa zaradi pritiskov Skandinavcev, ki jim Planica ni bila po godu.

Po drugi svetovni vojni se je razvoj smučarskih skokov nadaljeval z gradnjo velikih skakalnic na različnih koncih sveta (v Planici, Oberstdorfu, Kulmu, Vikersundu, Ironwoodu in Harrachovu). Vse te letalnice z izjemo ameriškega Ironwooda še danes veljajo za strahospoštovanja vredne objekte, kjer se dosegajo največje daljave v letenju na smučeh. Na treningu pred tekmovanjem leta 1947 je Rudi Finžgar kot prvi Slovenec preskočil 100 metrov, in sicer je pristal pri 102 metrih, enako daljavo je dosegel že leta 1941, vendar takrat žal s padcem. FIS je Planico dokončno priznal leta 1949, hkrati pa je istega leta, na pobudo naše smučarske zveze, uvedel novo disciplino, smučarske polete. Po letu 1950 so sledili za Planico, z vidika smučarskih skokov, težki časi, saj zaradi pomanjkanja sredstev za obnovo in povečanje planiške skakalnice, le – ta ni bila več konkurenčna v boju za svetovni rekord. Tako je primat največje na svetu prevzela nemška letalnica v Oberstdorfu, ki je med letoma 1950 in 1976, kar trinajst let držala svetovni rekord. Med drugim je tam svetovni rekord postavil Jože Šlibar, ki je leta 1961 pristal pri 141 metrih in je še vedno edini slovenski svetovni rekorder v smučarskih skokih oziroma poletih. Šlibar je takrat z imenitnim skokom postavil svetovni rekord, na katerega so vsi čakali dolgih deset let. Proti koncu sedemdesetih let dvajsetega stoletja je Planica ponovno sijala, saj so pod vodstvom bratov Gorišek v dolini pod Poncami zgradili novo sodobno skakalnico, ki je omogočala polete preko 165 metrov. Z letalnico bratov Gorišek se je Slovenija s Planico ponovno vključila v boj za svetovnim rekordom. Kot pohvala za opravljeno delo je dobila Planica v organizacijo prvo svetovno prvenstvo v smučarskih poletih leta 1972. Prvi svetovni prvak je postal Švicar Walter Steiner. Svetovna prvenstva v smučarskih poletih je Planica gostila tudi leta 1979, 1985 in 1994. Pomemben mejnik za Planico predstavlja sezona 1988/1989, katero je presenetljivo osvojil švedski skakalec Jan Boklöv z uveljavitvijo nove tehnike V-sloga postavitve smuči v letu smučarja skakalca. Tehnika V-sloga je bila z vidika letenja na smučeh uspešnejša od klasične drže smuči, predvsem zaradi boljše aerodinamike skakalca in smuči. Pomembnost Planice v svetu smučarskih skokov je Mednarodna smučarska zveza FIS ponovno priznala leta 1991 z dodelitvijo organizacije prvega finala svetovnega pokala v smučarskih poletih. Ob svoji 50-letnici je Planica, kot že rečeno, leta 1994 organizirala 13. Svetovno prvenstvo v poletih, katerega program se je odvijal od četrтка do nedelje. Ta vikend je z zlatimi črkami zapisan v zgodovino smučarskih skokov, saj je bila prvič presežena meja 200 metrov. Kot prvi jo je že v četrtek premagal Andreas Goldberger, vendar žal z dotikom tal ob doskoku. Ker po pravilih FIS veljajo samo rekordi, kjer skakalec presmuča črto padca brez kakršnega koli dotika tal s

telesom, je postal Toni Niemminen prvi zemljan, ki je s poletom dolgim 203 metre preletel magično mejo 200 metrov. Tega leta je svetovni prvak postal Čeh Jaroslav Sakala.

Planica, ki je v zadnjih dvajsetih letih tradicionalen organizator finala svetovnega pokala v smučarskih skokih, je svetovni rekord držala dolgih 24 let, in sicer med letoma 1985 in 2011. Zadnji, ki je v Planici postavil rekordno znamko, je bil marca 2005 Norvežan Bjorn Einar Romoren s poletom dolgim 239 metrov. Februarja 2011 je primat največje letalnice na svetu prevzel norveški Vikersund, ki ga je prav tako projektiral Slovenec Janez Gorišek.

Trenutno letalnica bratov Gorišek doživlja prenovo, v sklopu obnove celotnega Nordijskega centra Planica, v katerem je bila kot prva obnovljena stara Bloudkova velikanka, ki sedaj predstavlja kompleks velike HS 139 in srednje skakalnice HS 104. V letu 2013 so bile zgrajene tudi manjše t. i. mladinske in otroške skakalnice. Po prenovi naj bi bila nova sodobna letalnica bratov Gorišek ponovno konkurenčna norveškemu Vikersundu in omogočala polete preko 250 metrov.

## 1.2 Struktura tehnike smučarskega skoka

Za optimalno izvedbo smučarskega skoka mora smučarski skakalec z vidika gibanja na skakalnici usklajevati gibanje posameznih telesnih delov v točno določenih časovnih trenutkih. Slednje je predvsem pomembno v fazi vzleta in pri prehodu iz faze leta v fazo doskoka, zato mora imeti skakalec dobro razvito globalno koordinacijo, timing in sposobnost reorganizacije stereotipnega gibanja. Skakalec po Joštu (2009) op. cit: *“Poskuša s pomočjo globalne koordinacije in timinga pravočasno usklajevati gibe telesa v prostoru in času.”* Medtem ko pride sposobnost reorganizacije stereotipnega gibanja v poštev pri različnih profilih skakalnic in zunanjih objektivnih okoliščinah (Jošt, 2009).

*Op. cit: “Struktura tehnike smučarskega skoka predstavlja dejavnike in njihove relacije, ki določajo celovito gibalno izvedbo, da bi v danih pogojih na skakalnici dosegli maksimalno dolžino skoka in najvišjo oceno za slog. Tehnika smučarskih skokov je tesno povezana z geometrijskimi značilnostmi profila skakalnice. Skakalnica mora biti zgrajena v skladu z normativi FIS, ki še zlasti določajo geometrijske elemente skakalnice” (Jošt, 2009).*

Po Joštu (2009) op. cit: *“Gibalna izvedba smučarskega skoka pomeni enovito izvedeno motorično enoto, ki se monociklično izvede kot zaporedje posameznih gibalnih faz. Glede na osnovne gibalne naloge smučarja skakalca se struktura tehnike smučarskega skoka razdeli na 5 zaporednih gibalnih faz:*

1. *Zalet*
2. *Vzlet*
3. *Let*
4. *Doskok*
5. *Vožnja do linije padca in zaustavljanje”.*

V fazi zaleta poskuša smučarski skakalec maksimizirati zaletno hitrost in optimizirati gibalni položaj za izvedbo tehnike odrida (Jošt, 2009).

Z vidika tehnike gibanja smučarja skakalca je faza vzleta najzahtevnejša gibalna naloga smučarja skakalca in zajema odskok v oporni in brezoporni fazi ter fazo vzpostavitve optimalnega položaja za let. Skakalec mora gibanje v fazi vzleta izvesti tako, da v točki

zaključka preleta vzpostavi optimalni položaj telesa in smuči, to pa doseže z izravnavo pozitivnih in negativnih učinkov delujočih sil. Najboljši smučarji skakalci strmijo k čim hitrejši vzpostavitvi optimalnega aerodinamičnega položaja za let in uravnavanju delujočih sil na sistem skakalec – smuči skozi celotno fazo leta.

Po Joštu (2009) op. cit: *“Mora skakalec s svojo gibalno aktivnostjo (tehniko gibanja) z vidika maksimalne dolžine skoka v fazi vzleta in prehoda v optimalni položaj za let (po zapustitvi podlage) rešiti naslednje gibalne naloge:*

- *Maksimizirati horizontalno hitrost gibanja skupnega težišča sistema skakalec – smuči (aerodinamični vidik odskoka) –  $V_x$ .*
- *Minimizirati vertikalno hitrost gibanja skupnega težišča sistema skakalec – smuči (razantnost odskoka smučarja skakalca).*
- *Zagotoviti optimalno ravnotežje sistema skakalec – smuči v točki doseganja optimalnega položaja za let v njegovem osrednjem delu.”*

*Op. cit: “Skakalec mora z aerodinamičnega vidika odskočiti tako, da bo pri odskoku ohranil čim večjo hitrost gibanja v vodoravni smeri ( $V_x$ ). Na maksimiziranje horizontalne hitrosti pozitivno vplivajo sila reakcije tal, ki deluje v vodoravni smeri ( $F_{rea1}$ ), komponenta sile teže ( $F_1$ ) in vodoravna komponenta sile aerodinamičnega vzgona ( $A$ ). Negativno pa delujejo vodoravne komponente sile zračnega upora ( $W$ ), trenja ( $T$ ) in sile teže ( $F_2$ )” (Jošt, 2009).*

*Jošt (2009) navaja op. cit: “Momenti sil v fazi leta delujejo v tesni povezavi z osjo rotacije težišča sistema skakalec – smuči. Končni moment rotacije je odvisen od notranjih mišičnih in zunanjih aerodinamičnih sil  $W$  (zračni upor) in  $A$  (aerodinamični vzgon). Skakalec mora položaj telesa v fazi leta korigirati tako, da bo kar najbolj optimalno deloval v smislu splošno definiranih tendenc komponent hitrosti  $a_x$  in  $a_y$ . To pa zahteva kontinuirano prilagajanje momentne situacije naklonu krivulje leta. Teoretično je ravnotežje delujočih momentov sil v predelu začetka faze leta, podlaga za kasnejše rotacije celotne sestave skakalec – smuči.”*

Temeljna specifičnost momentov sil, delujočih v fazi leta, je v variabilnosti momentov sile zračnega upora ( $MW$ ) in momentov sile aerodinamičnega vzgona ( $MA$ ) v pozitivni ali negativni smeri glede na lokalizacijo teh sil na težišče sistema skakalec – smuči. V fazi leta je ena od primarnih nalog smučarja skakalca rotacija gibanja sistema skakalec – smuči tako, da lahko le – ta s finimi, malenkostnimi spremembami v smislu rotacije sistema skakalec – smuči

korigira telo v tako pozicijo, ki bi kar najbolje ustrezala izkoristku delujočih sil v tej fazi skoka. Z vidika končnega momenta rotacije se lahko faza leta razdeli na kvalitativno nekoliko različnih časovnih intervalov. Na začetku faze leta je velik negativen moment sile zračnega upora (MW), ki je kompenziran z gibalno akcijo skakalca v fazi odskoka (teoretično je moment rotacije nič). Temeljni gibalni manever v tej fazi leta je usmerjen na optimalen prehod do položaja za let, kjer z zmanjševanjem velikosti sile zračnega upora (MW) vnikne pozitiven moment, ki rotira sistem skakalec – smučī. V končni točki gibanja se mora sistem skakalec – smučī nahajati v pogojih ravnotežja momentnih sil. V nadaljevanju faze leta je poudarek na minimiziranju sile zračnega upora (W) in maksimiziranju aerodinamičnega vzgona (A) (Jošt, 2009).

Jošt (2009) navaja, op. cit: *“Faza leta se z mehničnega vidika začne, ko skakalec zapusti podlago po odzivu v oporni fazi odskoka, in traja vse do trenutka, ko skakalec vzpostavi stik s podlago pri doskoku. Z gibalnega vidika se faza leta začne, ko skakalec preide v optimalni položaj za let in traja do trenutka, ko skakalec začne izvajati fazo doskoka. Osnovni cilj gibalne aktivnosti smučarja skakalca v fazi leta je v stalnem minimiziranju kota krivulje leta.”*

Tehnika leta smučarja skakalca se je skozi zgodovino razvijala in spreminjala v smeri bolj aerodinamične drže skakalca in smučī v zraku. Ena izmed glavnih sprememb v tej smeri je bil prehod iz paralelne (klasične) drže smučī v novo tehniko imenovano V-slog. Nova tehnika (V-slog) je v povprečju pomenila 10 metrov daljše skoke od tehnike paralelne drže smučī, zahteva pa večjo gibljivost skočnega sklepa. Skakalec je med letom bolj ali manj iztegnjen v bokih, roke ima ob telesu in z njimi poveča površino telesa, smučī so simetrično poravnane in razprte v obliko črke V.

Na krivuljo leta pri posameznem skakalcu vplivajo vzletna hitrost, vzletni kot, velikost in smer sile zračnega upora, sile aerodinamičnega vzgona, lastna teža sistema skakalec – smučī ter velikost in smer zračnega toka na skakalnici (Jošt, 2009).

Jošt (2009) je ugotovil, op. cit: *“Optimalni aerodinamični položaj sistema skakalec – smučī zahteva, da je čim manjši del površine izpostavljen zračnemu uporu v horizontalni smeri ( $F_w$ ) in da ima sistem skakalec – smučī čim nižji koeficient zračnega upora ( $C_w$ ). Položaj vrhunskega letalca na smučeh je vse bolj podoben letalskemu krilu, ki je konstruiran tako, da ob minimalnem zračnem uporu maksimizira aerodinamični vzgon.”*

Pomembno vlogo pri aerodinamiki letenja imajo tudi zračni tokovi na skakalnici. Müller in Platzler (2002) sta opravila raziskavo, v kateri sta proučevala vpliv zračnih tokov na skakalnici. V raziskavi sta ugotovila, da vzgonski veter negativno vpliva na hitrost leta, pozitivno pa na višino leta in dolžino skoka. Na drugi strani hrbtni veter zmanjšuje tako višino leta kot dolžino skoka. Raziskava je bila opravljena s pomočjo računalniške simulacije dolžine skoka na podlagi vpliva hitrosti vetra za skakalnico velikosti 120 metrov v avstrijskem Innsbrucku. Ugotovljeno je bilo, da je bila pri vzgonskem vetru 2 m/s dolžina skoka 65 kg težkega smučarja skakalca daljša za 16 metrov (136 m), pri hrbtnem vetru 2 m/s pa krajša za 20 metrov (110 m).

## 2 PREDMET IN PROBLEM

Predmet in problem diplomskega dela je bil ugotoviti povezanost med hitrostjo vetra in dolžino poletov smučarjev skakalcev na poletih v Planici marca 2013.

Proučevana je bila predvsem spremenljivka hitrost vetra v tangencialni smeri na letalnici, opazovane pa so bile tudi druge spremenljivke (zaletna hitrost, višina krivulje leta na oddaljenosti 112 metrov od odskočne mize in aerodinamični indeks). Namen raziskave je bil ugotoviti moč povezanosti hitrosti vetra in ostalih spremenljivk z dolžino poletov.

Skozi zgodovino smučarskih skokov se je z večanjem skakalnic začel pojavljati problem vpliva hitrosti vetra na dolžino skoka smučarja skakalca. Že takrat se je vedelo, da so bili nekateri naključni skakalci "nagrajeni" z ugodnim vzgonskim vetrom oziroma, da so imeli nekateri prav tako naključni skakalci "smolo" z vetrom v hrbet. Z večanjem objektov, na katerih so skakali smučarji skakalci, se je razvijala tudi tehnika smučarskih skokov. V fazi leta so smučarji skakalci težili predvsem k bolj aerodinamični drži sistema skakalec – smučī. Zaradi bolj aerodinamične drže smučarjev skakalcev pa je imela hitrost vetra še večji vpliv na dolžino skoka.

Mednarodna smučarska zveza FIS, ki je vseskozi težila k poštenosti svojih tekmovanj, tako ni imela druge izbire, kot da poskuša vpliv hitrosti vetra vsaj omejiti, če ne že preprečiti. Najprej so za vsa tekmovanja uvedli tako imenovane vetrovne koridorje, znotraj katerih je potekalo tekmovanje »pošteno«. Vendar so bili ti vetrovni koridorji premalo natančni, z vidika televizijskih prenosov pa časovno potratni, saj so se tekme velikokrat zelo zavlekle.

Na podlagi tega se je Mednarodna smučarska zveza odločila na Poletni veliki nagradi v sezoni 2009 testirati tako imenovano vetrovno izravnavo. Po zimski sezoni 2010 pa se omenjeno merjenje izvaja na vseh tekmah svetovnega pokala, na mladinskih svetovnih prvenstvih, svetovnih prvenstvih, svetovnih prvenstvih v smučarskih poletih in olimpijskih igrah. Vetrovna izravnava vključuje hitrost vetra in dolžino zaletišča, odmerjenega s pomočjo zaletnega mesta ter je izračunana za vsako skakalnico posebej. Sprva je temeljila na testiranjih v vetrovnem kanalu in računalniški simulaciji, kasneje pa so zaradi lažje uporabe izdelali tabelo za vsako skakalnico posebej.



Vetrovna izravnava se izračuna po naslednji formuli ([http: www.berkutschi.com](http://www.berkutschi.com), 2014):

$$\Delta w = TWS \left( \frac{HS-36}{20} \right),$$

Kjer je  $\Delta w$  vpliv hitrosti vetra na dolžino skoka v metrih,  $TWS$  povprečje tangencialne hitrosti vetra v m/s in  $HS$  velikost skakalnice v metrih. Enačba je linearna glede na hitrost vetra in ne upošteva točke pristanka na skakalnici. Podatki o hitrosti vetra se zbirajo s petimi 3D vetromeri, ki so nameščeni ob skakalnici na višini letenja smučarja skakalca. Nameščeni so na 10, 40, 60, 80, in 100 odstotkih K-točke. Kljub temu da so vetromeri postavljeni na petih mestih ob skakalnici, pa vplivi spreminjajočih se vetrov na skakalca (sunki vetra in turbulence) niso znani in prav zaradi tega je bila vetrovna izravnava po sezoni 2009/2010 deležna neodobranja s strani smučarjev skakalcev (Virmavirta & Kivekäs, 2011).

Müller je leta 1996 (povzeto po Virmavirta & Kivekäs, 2011) opravil računalniško simulacijo, s katero je poskušal izračunati vpliv hitrosti vetra na dolžino skoka. Upošteval je veter iz vseh smeri skozi celotno fazo leta smučarja skakalca. Ugotovil je, da se dolžina skoka ob hitrosti vetra 3 m/s, čez celoten čas leta na skakalnici (K-185), ob vzgonskem vetru podaljša za 16 metrov. Medtem ko se dolžina skoka ob isti hitrosti vetra v hrbet zmanjša za 23,7 metra. Tako se je z vidika vpliva hitrosti vetra postavljalo vprašanje pravičnosti tekmovanj skozi celotno sezono svetovnega pokala v smučarskih skokih, še posebej pa na največjih tekmovanjih, kot so svetovna prvenstva in olimpijske igre. V želji po zajeitvi teh vplivov hitrosti vetra so bile predlagane različne rešitve. Müller je tako predlagal postavitev različnih vetrovnih zidov in mrež ob strani skakalnic, kot skrajni ukrep pa navaja postavitev pokritih skakalnic, kar pa je iz finančnega vidika praktično neizvedljivo. Kot boljšo rešitev je predlagal upoštevanje hitrosti vetra s pomočjo računalniške simulacije, kjer pa niti 2D niti 3D simulacija ne bi morala popolnoma zajeti stranskih vetrov.

Leta 2011 sta na podlagi neodobranj tekmovalcev in različnih mnenj strokovnjakov raziskavo na to temo naredila Virmavirta in Kivekäs. Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv hitrosti vetra na dolžino skoka v smučarskih skokih s pomočjo računalniške simulacije in primerjava z rezultati dejavnikov vetrovne izravnave, ki jih uporablja Mednarodna smučarska zveza FIS. V raziskavo so bili vključeni izračuni vpliva vzgonskega in hrbtnega vetra v letni fazi ter morebitne težave z vrednotenjem hitrosti vetra na različnih delih skakalnice, kakor tudi vpliv enakomernega vzgonskega vetra in drugih dejavnikov na tri skoke različne kakovosti.

Prav tako so proučevali ali so razlike med dobrim in povprečnim skokom bolj odvisne od aerodinamike ali bolj od profila skakalnice.

Leta 2013 je raziskavo o vplivu hitrosti vetra in dolžini zaletišča na dolžino skoka opravil tudi Jošt s sodelavci, v kateri je ugotovil, da je linearna formula pravična le na manjših skakalnicah (do HS100) pri konstantnem vetru do 1 m/s. Za večje skakalnice in letalnice pa bi potrebovali nelinearni model ovrednotenja hitrosti vetra.

Rezultati raziskave, ki sta jo opravila Virmavirta in Kivekäs, se nanašajo na vpliv hitrosti enakomernega in linearnega spreminjajočega vzgonskega oziroma hrbtnega vetra v letni fazi smučarja skakalca. Kontrolni skok (130 metrov) je bil opravljen v brezvetrnih pogojih, torej ob hitrosti vetra 0 m/s, tako na odskočni mizi kot v letni fazi. Rezultati raziskave kažejo na nelinearno krivuljo vpliva hitrosti vetra na dolžino skoka smučarja skakalca. Tako bi smučarski skakalec ob vzgonskem vetru s hitrostjo 2 m/s skočil 12,5 metra dlje kot ob pogojih, ki so veljali v kontrolnem skoku. Ob enaki hitrosti vetra v hrbet pa bi skočil 18,2 metra manj. Vpliv različnih hitrosti vetra na dolžino skoka je moč razbrati iz spodnje tabele (Virmavirta & Kivekäs, 2011).

**Tabela 1: Vpliv različnih hitrosti vetra na dolžino kontrolnega skoka – 130 metrov pri 0 m/s (povzeto po Virmavirta, 2011)**

	Hitrost vetra v letu (m/s)					
		<b>+2</b>	<b>+1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>-2</b>
Hitrost vetra na odskočni mizi (m/s)	<b>+2</b>	12,5	9,3	6,1	2,7	-0,7
	<b>+1</b>	10,2	6,9	3,3	-0,3	-3,9
	<b>0</b>	7,7	4,0	<b>0 m</b>	-3,9	-7,9
	<b>-1</b>	4,6	0,4	-4,0	-8,3	-12,6
	<b>-2</b>	0,7	-4,1	-8,8	-13,6	-18,2

Legenda: + vzgonski veter, - hrbtni veter, kontrolni skok 130 metrov pri hitrosti 26 m/s (93,6 km/h)

Še podrobneje je vpliv hitrosti vetra na dolžino skoka predstavljen v Tabeli 2. V tej tabeli je bila faza leta razdeljena na tri časovno enako dolge odseke. Prvi odsek (Odsek 1) se je nahajal na intervalu od 0 do 1,5 sekunde od zapustitve odskočne mize, drugi odsek (Odsek 2) od 1,5 do 3 sekunde in tretji odsek (Odsek 3) od 3 do 4,5 sekunde. Tudi tukaj je kot kontrolni skok

(130 metrov) veljal skok v brezvetrju, torej je bila hitrost vetra v vseh treh odsekih 0 m/s. Ob enakomernem vzgonskem vetru s hitrostjo 1 m/s v vseh treh odsekih bi smučarski skakalec skočil 6,9 metra dlje (136,9 metra) kot v kontrolnem skoku, medtem ko bi ob enaki hitrosti vetra v hrbet skočil 8,3 metra manj (121,7 metra) kot v kontrolnem skoku. Iz primerov A in B v tej tabeli je moč razbrati, da ob enaki povprečni hitrosti vetra (0 m/s in 0,33 m/s), z različno hitrostjo vetra v posameznih odsekih, prihaja v dolžini skoka do razlike štirih metrov. Medtem ko primer C nazorno prikaže vpliv hitrosti vetra 1 m/s v različnih odsekih na dolžino skoka. Iz tabele je razvidno, da na dolžino skoka najbolj vpliva hitrost vetra v drugem odseku (Odsek 2), to je od 1,5 do 3 sekunde po zapustitvi podlage na odskočni mizi (Virmavirta & Kivekäs, 2011).

**Tabela 2: Vpliv hitrosti vetra na dolžino skoka po posameznih odsekih (povzeto po Virmavirta, 2011)**

Čas leta (s)		Odsek 1 (0,0 – 1,5)	Odsek 2 (1,5 – 3,0)	Odsek 3 (3,0 – 4,5)		Povp. hitrost vetra (m/s)
Kontrolni skok		0 m/s	0 m/s	0 m/s	<b>130 m</b>	0,00
					+/-	
		1	1	1	6,9	1,00
		-1	-1	-1	-8,3	-1,00
		0	1	-1	1,3	0,00
		0	-1	1	-1,4	0,00
		1	0	-1	-0,6	0,00
	A	1	-1	0	-2,0	0,00
		-1	1	0	2,1	0,00
		-1	0	1	0,7	0,00
	B	1	-1	1	0,4	0,33
		-1	1	1	4,4	0,33
		1	1	-1	2,5	0,33
	C	0	0	1	2,4	0,33
		0	1	0	3,4	0,33
		1	0	0	1,6	0,33
		0	0	-1	-2,1	-0,33
		0	-1	0	3,8	-0,33
		-1	0	0	-1,7	-0,33
		-1	1	-1	-0,1	-0,33
		1	-1	-1	-4,1	-0,33
		-1	-1	1	-3,7	-0,33
		0	-1	-1	-6,0	-0,67
		-1	-1	0	-6,1	-0,67
		-1	0	-1	-3,9	-0,67
		1	1	0	4,6	0,67
		1	0	1	3,9	0,67
		0	1	1	5,7	0,67

Legenda: + vzgonski veter, - hrbtni veter, kontrolni skok 130 metrov pri hitrosti 26 m/s (93,6 km/h)

Kot je bilo iz raziskave nazorno razvidno, vpliv hitrosti vetra na dolžino skoka ni linearen. Predvsem rezultati v Tabeli 2 kažejo, da uporaba linearne formule ni ustrezna. Na to v veliki meri vpliva dolžina kontrolnega skoka (130 metrov), ki se nahaja v območju spodnjega radiusa, kjer je naklon hrbtišča manjši, kar pa vpliv hitrosti vetra na dolžino skoka zmanjša. Če bi bil kontrolni skok na isti skakalnici dolg le 105 metrov, bi bile spremembe dolžine skoka zaradi vpliva hitrosti vetra skoraj linearne. 1 m/s (2 m/s) vzgonskega vetra bi pomenilo 12,2 (22,2) metra daljši, 1 m/s (2 m/s) vetra v hrbet pa 12,8 (23,0) metra krajši skok. Do pomembnih razlik pri vplivu hitrosti vetra na dolžino skoka prihaja tudi zaradi razlik v kakovosti tekmovalcev. Na samem tekmovanju pa dodaten problem predstavljajo stranski vetrovi, ki v meritve na skakalnici niso vključeni ter razni sunki in turbulence. Vsi ti vzroki pa kažejo potrebo po izboljšavi trenutne vetrovne izravnave. Predvsem se pojavlja potreba po nelinearni formuli za izračun vpliva hitrosti vetra na dolžino skoka (Virmavirta & Kivekäs, 2011).

Prav zaradi nelinearnega vpliva hitrosti vetra je Mednarodna smučarska zveza FIS pred zimskim delom sezone 2013/2014 uvedla popravljeno formulo, ki tekmovalca pri hrbtnem vetru »nagradi« z 21 odstotki več točk, ki bi mu jih odštela ob enakem vzgonskem vetru.

### **3 CILJI**

Ugotoviti povezanost med hitrostjo vetra in dolžino poletov smučarjev skakalcev na poletih v Planici marca 2013.

S pomočjo korelacije ugotoviti povezanost med spremenljivko dolžina poletov in ostalimi neodvisnimi spremenljivkami.

Z regresijsko analizo ugotoviti skupno povezanost kriterijske spremenljivke dolžina poletov in ostalimi neodvisnimi spremenljivkami.

### **4 HIPOTEZE**

V skladu s predmetom in ciljem naloge sta bili oblikovani naslednji osnovni hipotezi:

H1: Hitrost vetra je statistično značilno povezana z dolžino poletov pri posameznih serijah poletov v Planici marca 2013 ( $p < 0,05$ ).

H2: Koeficient multiple regresijske povezanosti je pri vseh štirih serijah statistično značilen ( $p < 0,05$ ).

## 5 METODE DELA

### 5.1 Vzorec merjencev

Vzorec merjencev zajema smučarje skakalce, ki so tekmovali na finalu svetovnega pokala v smučarskih skokih v Planici marca 2013, in sicer med četrtkom 21. 3. 2013 in nedeljo 24. 3. 2013.

V četrtkovi kvalifikacijski seriji je nastopilo 59 kvalifikantov in 10 skakalcev, ki so bili na petkovo tekmo že vnaprej uvrščeni. Vzorec četrtkovih kvalifikacij je velik 46 skakalcev, in sicer so to skakalci, ki so se na petkovo tekmo morali uvrstiti ter so skakali iz 20. zaletnega mesta. Trinajst skakalcev, ki so skočili iz 22. zaletnega mesta, ni bilo zajetih v vzorec.

V petek je bila na sporedu prva posamična tekma za svetovni pokal v Planici 2013. Na tekmo je bilo uvrščenih 40 smučarjev skakalcev, v finalni seriji je nastopilo najboljših 30. V obdelavo podatkov je bila vključena druga tekmovalna serija petkove tekme, ko so vsi finalisti skakali iz 24. zaletnega mesta.

V nedeljo je sledilo finalno tekmovanje sezone 2012/2013 v smučarskih skokih, v katerem se je pomerilo takrat najboljših 30 smučarjev skakalcev na svetu. V obdelavo podatkov sta bila vzeta vzorca obeh tekmovalnih serij.

Tabela 3: Četrtek, 21. 3. 2013, uradni rezultati kvalifikacijske serije, pridobljeni s spletne strani [http: www.fis-ski.com](http://www.fis-ski.com) (prva stran)

Rank		Bib	Name	Nat	Speed	Distance	Distance	Judges Marks					Judges	Gate / Wind Compensation			Total	
			Club	Date of birth	(km/h)	(m)	Total	A	B	C	D	E	Points	Gate	Points	(m/s)	Points	Total
1.	57	JACOBSEN Anders	NOR	17 FEB 1985	105.5	211.0	151.2	18.0	19.0	18.5	18.0	18.5	55.0	20	0.55	-6.6	199.6	
2.	56	FREUND Severin	GER	11 MAY 1988	105.7	215.5	156.6	18.5	18.5	19.5	18.5	19.0	56.0	20	1.09	-13.1	199.5	
2.	45	HAJEK Antonin	CZE	12 FEB 1987	104.9	209.0	148.0	18.5	18.5	19.0	19.0	19.0	56.5	20	0.48	-5.8	199.5	
4.	14	KASAI Noriaki	JPN	6 JUN 1972	105.4	217.0	158.4	17.0	17.5	17.0	17.5	17.5	52.0	20	1.00	-12.0	198.4	
5.	44	DESCOMBES SIEVOIE Vincent	FRA	9 JAN 1984	105.1	211.0	151.2	18.5	18.5	19.0	18.5	18.5	55.5	20	0.75	-9.0	197.7	
6.	55	FANNEMEL Anders	NOR	13 MAY 1991	104.5	216.5	157.8	18.5	17.5	17.5	18.0	17.5	53.0	20	1.26	-15.1	195.7	
7.	52	BARDAL Anders	NOR	24 AUG 1982	105.7	206.5	145.8	18.0	18.0	19.0	18.5	18.5	55.0	20	0.59	-7.1	193.7	
8.	33	HLAVA Lukas	CZE	19 SEP 1984	106.5	207.5	147.0	18.5	18.0	18.5	18.5	18.5	55.5	22	-7.3	0.22	-2.6	192.6
9.	42	ZOGRAFSKI Vladimir	BUL	14 JUL 1993	104.8	213.5	154.2	16.5	17.0	17.0	17.0	17.0	51.0	22	-7.3	0.46	-5.5	192.4
10.	54	KOT Maciej	POL	9 JUN 1991	104.8	205.5	144.6	17.5	18.0	18.5	17.5	18.0	53.5	20	0.83	-10.0	188.1	
11.	40	ELVERUM SORSELL Kim He ne	NOR	6 OCT 1988	105.2	203.5	142.2	16.5	16.5	17.5	17.0	18.0	51.0	22	-7.3	0.04	-0.5	185.4
12.	22	WELLINGER Andreas	GER	28 AUG 1995	105.0	204.5	143.4	18.0	18.0	18.0	19.0	18.0	54.0	20	1.15	-13.8	183.6	
13.	8	POGRAJC Andraz	SLO	26 SEP 1991	105.3	202.5	141.0	18.0	18.5	18.0	18.0	18.0	54.0	20	0.97	-11.6	183.4	
14.	47	ITO Daiki	JPN	27 DEC 1985	104.4	197.5	135.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	54.0	20	0.56	-6.7	182.3	
15.	58	ZYLA Piotr	POL	16 JAN 1987	105.1	194.5	131.4	18.0	18.0	18.5	17.5	18.0	54.0	20	0.27	-3.2	182.2	
16.	32	NURMSALU Kaarel	EST	30 APR 1991	105.7	199.5	137.4	17.0	18.0	18.0	18.0	17.5	53.5	22	-7.3	0.45	-5.4	178.2
17.	43	KRAFT Stefan	AUT	13 MAY 1993	105.1	198.0	135.6	18.0	18.0	18.5	19.0	18.0	54.5	20	1.05	-12.6	177.5	
18.	59	KOGH Martin	AUT	22 JAN 1982	105.7	188.5	124.2	17.0	17.0	17.5	18.0	17.5	52.0	20	-0.02	0.2	176.4	
18.	37	DESCHWANDEN Gregor	SUI	27 FEB 1991	104.4	197.5	135.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	54.0	22	-7.3	0.44	-5.3	176.4
18.	34	WATASE Yuta	JPN	8 AUG 1982	106.2	192.5	129.0	18.0	18.0	18.5	18.0	18.0	54.0	22	-7.3	-0.06	0.7	176.4
21.	29	KUBACKI Dawid	POL	12 MAR 1990	105.1	188.0	123.6	17.0	16.0	16.5	17.0	16.5	50.0	20	-0.09	1.1	174.7	
22.	49	VELTA Rune	NOR	19 JUL 1989	104.8	184.0	118.8	17.0	17.0	18.0	17.5	17.5	52.0	20	-0.32	3.8	174.6	
23.	36	GEIGER Karl	GER	11 FEB 1993	106.1	191.5	127.8	18.0	17.5	17.5	18.0	17.5	53.0	22	-7.3	-0.03	0.4	173.9
24.	20	FETTNER Manuel	AUT	17 JUN 1985	104.9	192.0	126.4	17.5	17.5	18.0	17.5	18.0	53.0	20	0.81	-9.7	171.7	
25.	26	FAIRALL Nicholas	USA	6 JUL 1989	104.7	208.0	147.6	15.5	15.5	15.5	16.5	16.0	47.0	20	2.05	-24.6	170.0	
26.	27	PUNGERTAR Matjaz	SLO	14 AUG 1990	105.1	195.5	132.6	17.5	17.5	18.0	17.5	17.5	52.5	20	1.27	-15.2	169.9	



Tabela 4: Četrtek, 21. 3. 2013, uradni rezultati kvalifikacijske serije, pridobljeni s spletne strani [http: www.fis-ski.com](http://www.fis-ski.com) (druga stran)

FIS		FIS Ski Jumping World Cup presented by Viessmann										FIS®					
SKI JUMPING WORLD CUP		33rd World Cup Competition															
VISSMANN		Planica (SLO)															
Flying Hill Individual												THU 21 MAR 2013					
Results Qualification												Start Time: 11:07					
												Finish Time: 13:04					
Rank	Bib	Name	Nat	Speed	Distance	Distance	Judges Marks					Judges	Gate / Wind Compensation			Total	
		Club	Date of birth	[km/h]	[m]	Total	A	B	C	D	E	Points	Gate	Points	[m/s]	Points	Total
27.	16	<b>SEMENIC Anze</b> NSK Trzin Trilaf	SLO	105.4	185.0	120.0	17.0	17.5	17.0	17.5	17.5	52.0	20		0.30	-3.6	168.4
28.	35	<b>TAKEUCHI Taku</b> Kilano Construction Corp., Ski Club	JPN	105.1	189.0	124.8	17.5	17.5	18.0	18.5	17.0	53.0	22	-7.3	0.21	+2.5	168.0
29.	48	<b>MIETUS Krzysztof</b> AZS ZAKOPANE	POL	104.2	185.0	120.0	17.0	17.0	17.5	17.0	17.0	51.0	20		0.30	-3.6	167.4
30.	46	<b>COLLOREDO Sebastian</b> G.S. Fiamme Gialle	ITA	103.3	188.0	123.6	17.5	18.0	17.5	17.5	17.5	52.5	20		0.73	-8.8	167.3
<b>Not Qualified</b>																	
31.	39	<b>WANK Andreas</b> WSV Oberhof 05	GER	106.2	188.5	124.2	17.5	17.5	18.0	17.5	17.5	52.5	22	-7.3	0.30	-3.6	165.8
32.	10	<b>KORNILOV Denis</b> Sdushor N. Novgorod Dinamo	RUS	105.3	182.5	117.0	17.0	17.0	17.0	17.5	17.0	51.0	20		0.19	-2.3	165.7
33.	25	<b>BENEDIK Matic</b> SSK Alpine Ziti	SLO	104.9	194.5	131.4	17.5	17.5	17.5	17.5	17.0	52.5	20		1.54	-18.5	165.4
34.	6	<b>DAMJAN Jernej</b> SSK Costello Ilirja	SLO	104.0	185.5	120.6	17.0	17.5	17.5	17.5	17.5	52.5	20		0.68	-8.2	164.9
35.	5	<b>KRAMARŠIĆ Matic</b> SSK Costello Ilirja	SLO	104.5	187.0	122.4	17.5	17.5	17.5	17.0	17.5	52.5	20		0.99	-11.9	163.0
36.	18	<b>KOBAYASHI Junshiro</b> Tokai University	JPN	104.5	194.0	130.8	17.5	17.5	17.5	18.0	17.5	52.5	20		1.90	-22.8	160.5
37.	53	<b>HILDE Tøm</b> Asker SKKlub	NOR	105.1	179.5	113.4	17.5	17.0	17.5	17.0	17.5	52.0	20		0.51	-6.1	159.3
38.	51	<b>HAYBOECK Michael</b> UVB Hirszenbach	AUT	105.0	177.5	111.0	16.5	17.0	17.0	17.0	17.0	51.0	20		0.29	-3.5	158.5
39.	41	<b>MUOTKA Olli</b> Lahti Ski Club	FIN	105.4	184.5	119.4	17.0	17.0	17.5	16.5	17.5	51.5	22	-7.3	0.44	-5.3	158.3
39.	3	<b>DEZMAN Nejc</b> SK Triglav Kranj	SLO	104.9	187.5	123.0	17.5	18.0	17.5	17.5	17.5	52.5	20		1.43	-17.2	158.3
41.	28	<b>SHIMIZU Reruhi</b> Magnith Snow Brand Ski Team	JPN	105.2	172.5	105.0	16.5	17.0	17.5	17.0	16.5	50.5	20		-0.07	0.8	156.3
42.	11	<b>HULA Stefan</b> WKS Zakopane	POL	104.2	173.5	106.2	16.5	17.0	17.0	17.0	17.0	51.0	20		0.31	-3.7	153.5
43.	1	<b>ZUPANČIĆ Miran</b> SK Zagorje	SLO	103.9	175.5	108.6	17.0	17.5	16.5	17.0	17.0	51.0	20		0.69	+8.3	151.3
44.	38	<b>KRAUS Marinus</b> Wsv Oberaudorf	GER	106.0	172.5	105.0	16.5	17.0	17.0	17.0	17.0	51.0	22	-7.3	-0.05	0.6	149.3
45.	7	<b>VIRY David</b> Xonnipf	FRA	104.1	173.5	106.2	16.5	17.0	16.5	16.5	17.0	50.0	20		0.93	-11.2	145.0
46.	2	<b>MANDL Ziga</b> SSK Costello Ilirja	SLO	104.1	172.5	105.0	16.5	17.0	17.0	17.0	17.0	51.0	20		1.10	-13.2	142.8
47.	50	<b>KOZISEK, Cestmir</b> LSK Lomnice nad Popelkou	CZE	104.7	163.0	93.6	16.0	16.5	16.5	16.5	16.5	49.5	20		0.09	-1.1	142.0
48.	17	<b>ALEXANDER Nicholas</b> Lebanon Outing Club	USA	104.1	159.0	88.8	16.0	16.5	16.5	16.0	16.5	49.0	20		0.00	0.0	137.8
49.	12	<b>JOHNSON Anders</b> UOP Sports Clubs	USA	105.5	168.5	97.8	16.5	17.0	17.0	16.5	16.5	50.0	20		1.15	-13.8	134.0
50.	19	<b>TROFIMOV Roman-Sergeevich</b> Leningorsk	RUS	103.5	171.5	103.8	15.0	16.0	15.5	15.5	15.5	46.5	20		1.45	-17.4	132.9
51.	30	<b>MORASSI Andrea</b> G.S. FORESTALE	ITA	105.2	157.5	87.0	15.5	15.0	15.0	15.0	15.0	45.0	22	-7.3	-0.45	5.4	130.1
52.	23	<b>ASIKAINEN Lauri</b> Kuusamon Eräs-Veikot	FIN	103.8	168.5	100.2	16.5	16.0	16.5	16.0	16.5	49.0	20		1.64	-19.7	129.5
53.	9	<b>DELLASEGA Roberto</b> G.S. FIAMME GIALLE	ITA	105.0	152.0	80.4	15.0	15.5	15.5	15.5	15.5	46.5	20		0.36	-4.3	122.6
54.	13	<b>DELLASEGA Diego</b> G.S. FIAMME ORO	ITA	104.5	156.0	85.2	16.5	16.5	16.5	16.5	16.5	49.5	20		1.16	-13.9	120.8
55.	31	<b>FRENETTE Peter</b> New York Ski Ed Foundation	USA	104.8	147.0	74.4	16.0	16.0	15.5	15.5	15.0	47.0	22	-7.3	-0.07	0.8	114.9
56.	24	<b>KANG Chil-Ku</b> Hight Resort	KOR	104.3	148.0	75.6	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	43.5	20		0.70	-8.4	110.7

Data Service by Swiss Timing

[www.fisiskijumping.com](http://www.fisiskijumping.com)

FIS Data Provider: KONICA MINOLTA

SJM0001\_73B 1.0

report created 21 MAR 2013 13:17

Page 2 of 3

Tabela 5: Četrtek, 21. 3. 2013, uradni rezultati kvalifikacijske serije, pridobljeni s spletne strani [http: www.fis-ski.com](http://www.fis-ski.com) (tretja stran)

FIS		FIS Ski Jumping World Cup presented by Viessmann										FIS				
SKI JUMPING WORLD CUP		33rd World Cup Competition														
VISSMANN		Planica (SLO)														
Flying Hill Individual												THU 21 MAR 2013				
Results Qualification												Start Time: 11:07				
												Finish Time: 13:04				
Rank	Bib	Name	Nat	Speed	Distance	Distance	Judges Marks					Judges	Gap / Wind Compensation		Total	
		Club	Date of birth	[km/h]	[m]	Total	A	B	C	D	E	Points	Gate	Points	[m/s]	Points
57.	21	CHOI Heung-Chul Highl Resort	KOR 3 DEC 1981	104.3	137.0	62.4	14.0	14.5	14.5	14.5	15.0	43.5	20	0.45	-5.4	100.5
58.	4	JUSTIN Rok SSD Stal Zirovnica	SLO 8 APR 1993	104.3	143.0	69.6	14.5	15.5	15.0	15.0	15.0	45.0	20	1.19	-14.3	100.3
59.	15	BUYVOLOV Alexey Nizhniy Novgorod	RUS 31 DEC 1987	104.2	140.0	66.0	14.0	13.5	13.5	13.0	13.5	40.5	20	0.95	-11.4	95.1
<b>Prequalified</b>																
60		FREITAG Richard SG Nickelhütte Aue	GER 14 AUG 1991		DNS											
61		LOITZL Wolfgang WSC Bad Mitterndorf	AUT 13 JAN 1990	105.7	189.0	124.8							20	-0.08	1.0	
62		STOCH Kamil WKS ZAKOPANE	POL 25 MAY 1987		DNS											
63		PREVC Peter SK Triglav Kranj	SLO 29 SEP 1992	105.8	206.0	145.2							20	-0.04	0.5	
64		TEPES Jurij SD Dolezniki	SLO 14 FEB 1989	105.7	216.5	157.8							20	0.41	-4.9	
65		MATURA Jan Dukla Liberec	CZE 29 JAN 1990	104.6	187.5	123.0							20	0.55	-6.6	
66		NEUMAYER Michael SK Berchtesgaden	GER 15 JAN 1979		DNS											
67		STJERNEN Andreas Sprona IL	NOR 30 JUL 1988	105.9	203.5	142.2							20	0.41	-4.9	
68		KRANJEC Robert SK Triglav Kranj	SLO 16 JUL 1981	104.8	202.0	140.4							20	0.52	-6.2	
69		SCHLIERENZAUER Gregor SV Innsbruck Bergisel	AUT 7 JAN 1990	105.4	201.5	139.8							20	0.04	-0.5	
<b>Competition / Weather Information</b>																
	Time	Base Values			Weather	Temp. Start / Finish (°C)		Humid. (%)	tan. Wind (m/s)							
		Wind	Gate	Length		Air	Snow		min.	max.	Avg.					
Qualification	11:07 - 13:04	0.00	20	108.82m	sunny	5.5 / 5.5	-10.0 / -10.0	53 / 46	-0.45	2.05	0.59					
<b>Statistics</b>																
	Gate		Athletes	Falls	Distance (m)			Speed (km/h)			Competitors / Nations					
	No.	Diff			min.	max.	Avg.	min.	max.	Avg.	In start list	started	with results			
Qualification	20		46	0	137.0	217.0	183.9	103.3	105.7	104.7	69/18	68/18	68/18			
	22	+0.94m	13	0	147.0	213.5	188.0	104.4	106.5	105.4						
<b>Technical Delegate (TD):</b>																
<b>Chief of Competition:</b>																
<b>PALSRUD Bertil (NOR)</b>																
<b>GROS Gabrijel (SLO)</b>																
<b>Legend</b>																
Avg.	Average			DNS	Did Not Start			Humid.	Humidity							
max.	maximum			min.	minimum											



Tabela 7: Petek, 22. 3. 2013, uradni rezultati tekmovanja, pridobljeni s spletne strani <http://www.fis-ski.com> (druga stran)

FIS		FIS Ski Jumping World Cup presented by Viessmann												FIS																							
SKI JUMPING WORLD CUP		33rd World Cup Competition																																			
VISSMANN		Planica (SLO)																																			
Flying Hill Individual																																					
Official Results																																					
FRI 22 MAR 2013																																					
Start Time: 15:15																																					
Finish Time: 16:59																																					
Rank	Bib	Name	Nat	Speed	Distance	Distance	Judges Marks					Judges	Gate / Wind Compensation			Round Round	Total																				
		Club	Date of birth	(km/h)	(m)	Points	A	B	C	D	E	Points	Gate	Points	(m/s)	Points	Total	Rank																			
27.	17	KRAFT Stefan	AUT	106.4	190.5	126.6	18.0	18.0	17.5	17.5	17.5	53.0	22	-7.3	0.33	-4.0	168.3	26.																			
		SV Schwarzach	13 MAY 1993	107.2	196.5	133.8	18.0	18.0	18.0	18.5	18.0	54.0	24		0.44	-5.3	182.5	27.																			
28.	10	HLAVA Lukas	CZE	106.3	189.0	124.8	17.0	17.5	17.5	17.5	18.0	52.5	20		0.57	-6.8	170.5	19.																			
		Dukla Liberec	10 SEP 1984	107.5	189.5	125.4	16.0	16.0	16.0	16.5	17.0	48.5	24		0.07	-0.8	173.1	28.																			
29.	12	TAKEUCHI Taku	JPN	105.7	188.0	123.6	17.5	17.5	17.5	18.0	17.5	52.5	20		0.34	-4.1	172.0	16.																			
		Kilano Construction Corp. Ski Club	20 MAY 1987	106.5	186.5	121.8	18.0	17.5	17.0	17.5	17.5	52.5	24		0.24	-2.9	171.4	29.																			
30.	4	FETTNER Manuel	AUT	105.5	192.5	129.0	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	52.5	20		0.76	-9.1	172.4	15.																			
		SV Innsbruck-Bergisel	17 JUN 1985	106.7	185.5	120.6	15.5	15.5	16.5	17.0	15.0	47.5	24		0.11	-1.3	166.8	30.																			
not qualified for final round																																					
31.	37	NEUMAYER Michael	GER	107.2	192.5	129.0	16.0	16.5	17.0	16.5	16.5	49.5	24	-13.4	0.20	-2.4	162.7	31.																			
		SK Berchtesgaden	15 JAN 1979																																		
32.	7	PUNGERTAR Matjaz	SLO	106.0	180.5	114.6	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	51.0	20		0.40	-4.8	160.8	32.																			
		SSK Menges	14 AUG 1990																																		
33.	20	COLLOREDO Sebastian	ITA	105.3	187.5	123.0	17.5	17.0	17.0	17.5	17.0	51.5	22	-7.3	0.65	-7.8	159.4	33.																			
		G.S. Fiamme Gialle	9 SEP 1987																																		
34.	13	GEIGER Karl	GER	106.6	184.0	118.8	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	51.0	22	-7.3	0.31	-3.7	158.8	34.																			
		SC Oberstdorf	11 FEB 1993																																		
35.	8	KUBACKI Dawid	POL	105.8	175.5	108.6	16.0	16.5	17.5	16.0	17.0	49.5	20		0.34	-4.1	154.0	35.																			
		TS Wisla Zakopane	12 MAR 1990																																		
36.	22	MIETUS Krzysztof	POL	106.1	182.0	116.4	17.5	17.0	17.5	16.5	17.0	51.5	24	-13.4	0.15	-1.8	152.7	36.																			
		AZS ZAKOPANE	8 MAR 1991																																		
37.	11	WATASE Yuta	JPN	105.7	170.0	102.0	16.0	16.5	16.5	16.5	17.0	49.5	20		0.24	-2.9	148.6	37.																			
		Mogmik Snow Brand Ski Team	8 AUG 1982																																		
38.	6	FAIRALL Nicholas	USA	105.5	176.5	109.8	14.5	15.0	15.0	14.5	15.5	44.5	20		0.58	-7.0	147.3	38.																			
		Andover Outing Club	6 JUL 1989																																		
39.	3	SEMENC Anze	SLO	106.0	174.0	106.8	15.0	15.5	16.0	15.5	15.5	46.5	20		0.61	-7.3	146.0	39.																			
		NSK Trzin Triflar	1 AUG 1993																																		
40.	31	FREITAG Richard	GER	106.6	160.0	90.0	13.5	15.0	15.0	13.5	14.0	42.5	24	-13.4	0.17	-2.0	117.1	40.																			
		SG Nickelhutte Aue	14 AUG 1991																																		
Competition / Weather information																																					
	Time	Base Values			Weather	Temp. Start / Finish (°C)		Humid. (%)	tan. Wind (m/s)																												
		Wind	Gate	Length		Air	Snow		min.	max.	Avg.																										
1st Round	15:15 - 16:00	0.00	20	108.82m	sunny	8.1 / 6.2	-5.5 / -5.5	32 / 32	-0.09	0.76	0.33																										
Final Round	16:21 - 16:59	0.00	24	110.55m	sunny	4.0 / 3.2	-5.9 / -5.9	37 / 39	-0.41	0.55	0.11																										
Statistics																																					
	Gate		Athletes	Falls	Distance (m)			Speed (km/h)			Competitors / Nations																										
	No.	Diff			min.	max.	Avg.	min.	max.	Avg.	in start list	started	with results																								
1st Round	20		12	0	170.0	202.5	184.9	105.5	106.3	105.8	40/13	40/13	40/13																								
	22	+0.94m	8	0	184.0	192.0	189.1	105.1	106.6	105.8																											
	24	+1.73m	20	0	160.0	217.5	197.8	106.1	107.8	106.9																											
Final Round	24		30	1	185.5	223.5	202.5	105.6	108.2	106.9	30/11	30/11	30/11																								
<table border="0" style="width:100%"> <tr> <td style="width:50%; text-align:center">                     Technical Delegate (TD):   <b>PALSRUD Bertil (NOR)</b> </td> <td style="width:50%; text-align:center">                     Chief of Competition:   <b>GROS Gabrijel (SLO)</b> </td> </tr> </table>																			Technical Delegate (TD):  <b>PALSRUD Bertil (NOR)</b>	Chief of Competition:  <b>GROS Gabrijel (SLO)</b>																	
Technical Delegate (TD):  <b>PALSRUD Bertil (NOR)</b>	Chief of Competition:  <b>GROS Gabrijel (SLO)</b>																																				
<table border="0" style="width:100%"> <tr> <td style="width:15%"> <b>Legend</b>                      Avg. min.                      Average minimum                 </td> <td style="width:15%">                     Humid. Humidity                 </td> <td style="width:15%">                     max. maximum                 </td> <td colspan="16"></td> </tr> </table>																			<b>Legend</b> Avg. min. Average minimum	Humid. Humidity	max. maximum																
<b>Legend</b> Avg. min. Average minimum	Humid. Humidity	max. maximum																																			
Data Service by Swiss Timing						www.fisskijumping.com						FIS Data Provider KONICA MINOLTA																									
SJM090102_70C3 1.0						report created 22 MAR 2013 17:01						Page 2 of 2																									

Tabela 8: Nedelja, 24. 3. 2013, uradni rezultati prve tekmovalne serije, pridobljeni s spletne strani [http: www.fis-ski.com](http://www.fis-ski.com) (prva stran)

Jury / Competition Management		Judges					Hill Data			
Race Director (RD)	HOFER Walter (FIS)	A	KOMOVEC Saso (SLO)				Hill Size (HS)	215 m		
Technical Delegate (TD)	PALSRUD Bertil (NOR)	B	BOESCH Ernst (SUI)				K-Point	185 m		
Chief of Competition	GROS Gabrijel (SLO)	C	LARSEN Joern (NOR)				Meter Value	1.2 Points/m		
Assistant TD	SALVI Franck (FRA)	D	SLAVIK Josef (CZE)				Gate Factor	7.74 Points per m		
Assistant RD	TEPES Miran (FIS)	E	BACHMAYER Johann (AUT)				Wind Factor	12.00 Points per m/s		
Equipment Control	GRATZER Sepp (FIS)					WC Hill Record	239.0 m			
							<small>(30 MAR 2005 ROMOSFREN S. NOR GS.S/104.9m/9)</small>			

Rank	Bib	Name Club	Nat Date of birth	Speed [km/h]	Distance [m]	Distance Points	Judges Marks					Judges Points	Gate / Wind Compensation			Total
							A	B	C	D	E		Gate	Points	[m/s]	
1.	26	TEPES Jurij SD Dolomiti	SLO 14 FEB 1989	105.9	217.0	158.4	19.5	20.0	19.5	19.5	19.0	58.5	21	-0.11	1.3	218.2
2.	28	PREVC Peter SK Triglav Kranj	SLO 20 SEP 1992	105.7	218.0	159.6	18.0	17.5	18.5	18.0	17.0	53.5	21	0.03	-0.4	212.7
3.	25	NEUMAYER Michael SK Berchtesgaden	GER 15 JAN 1979	105.9	209.0	148.8	18.0	18.5	16.5	17.0	18.0	53.0	21	-0.37	4.4	206.2
4.	24	STOCH Kamil WKS ZAKOPANE	POL 25 MAY 1987	104.8	205.5	144.6	18.5	18.5	19.0	19.0	19.0	56.5	21	-0.30	3.6	204.7
5.	20	FREUND Severin WSV DJK Raasdorf	GER 11 MAY 1988	105.6	206.5	145.8	19.0	19.0	19.0	18.5	18.5	56.5	21	-0.19	2.3	204.6
6.	11	VELTA Rune Lommedalen II	NOR 19 JUL 1989	105.1	207.5	147.0	19.0	19.5	19.0	19.0	18.5	57.0	21	-0.03	0.4	204.4
7.	22	LOITZL Wolfgang WSC Bad Mitterndorf	AUT 13 JAN 1980	106.3	207.5	147.0	18.5	19.0	19.0	19.0	18.5	56.5	21	0.03	-0.4	203.1
8.	29	STJERNEN Andreas Sprova IL	NOR 30 JUL 1988	105.6	210.5	150.6	18.5	18.5	18.5	18.5	18.5	55.5	21	0.26	-3.1	203.0
9.	12	KASAI Noriaki Tsuchiya Home Ski Team	JPN 6 JUN 1972	105.0	207.0	146.4	17.0	17.5	17.0	16.5	18.0	51.5	21	-0.25	3.0	200.9
10.	30	KRANJEC Robert SK Triglav Kranj	SLO 18 JUL 1981	105.3	206.5	145.8	18.5	18.5	18.0	18.5	18.5	55.5	21	0.13	-1.6	199.7
11.	21	FREITAG Richard SG Nickelbueete Aue	GER 14 AUG 1991	105.3	202.5	141.0	18.5	19.0	18.5	18.5	18.5	55.5	21	-0.23	2.8	199.3
12.	27	MATURA Jan Dukla Liberec	CZE 29 JAN 1980	105.0	199.0	136.8	18.0	18.0	18.5	18.5	18.5	55.0	21	-0.38	4.6	196.4
13.	1	KORNILOV Denis Sduzhor N. Nevgorod Dinamo	RUS 17 AUG 1986	105.5	204.5	143.4	17.5	17.5	17.5	17.5	17.0	52.5	21	-0.01	0.1	196.0
14.	23	ZYLA Piotr KS Wisla Ustronianska	POL 18 JAN 1987	104.7	201.5	139.8	17.5	17.5	17.5	18.0	17.0	52.5	21	-0.14	1.7	194.0
15.	31	SCHLIERENAUER Gregor SV Innsbruck-Bergisel	AUT 7 JAN 1990	105.4	198.5	136.2	17.5	18.0	17.5	18.0	17.5	53.0	21	-0.39	4.7	193.9
16.	4	HLAVA Lukas Dukla Liberec	CZE 10 SEP 1984	105.8	197.0	134.4	17.5	18.5	17.0	18.0	18.0	53.5	21	-0.35	4.2	192.1
17.	19	KOCH Martin SV Villach	AUT 22 JAN 1982	106.1	198.5	136.2	18.0	18.0	17.5	17.5	17.5	53.0	21	-0.22	2.6	191.8
18.	16	BARDAL Anders Steinkjer Skiklubb	NOR 24 AUG 1982	106.0	196.0	133.2	17.5	17.5	18.0	17.5	17.5	52.5	21	-0.24	2.9	188.6
19.	18	KOT Maciej AZS Zakopane	POL 9 JUN 1991	104.9	191.0	127.2	17.5	17.0	17.0	17.0	17.5	51.5	21	-0.45	5.4	184.1
20.	2	FETTNER Manuel SV Innsbruck-Bergisel	AUT 17 JUN 1985	105.1	193.0	129.6	17.5	18.0	18.0	17.5	17.5	53.0	21	-0.05	0.6	183.2
21.	8	WANK Andreas WSV Oberhof 05	GER 18 FEB 1988	106.1	190.5	126.6	17.5	18.0	18.0	17.5	17.5	53.0	21	-0.14	1.7	181.3
22.	3	KUBACKI Dawid TS Wisla Zakopane	POL 12 MAR 1990	105.3	189.0	124.8	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	52.5	21	-0.14	1.7	179.0
23.	15	ITO Daiki Meguro Snow Brand Ski Team	JPN 27 DEC 1985	104.9	188.0	123.6	17.5	17.0	17.5	17.0	17.0	51.5	21	-0.22	2.6	177.7
24.	7	POGRAJC Andraz SSK Costella Brijuni	SLO 26 SEP 1991	105.3	186.0	121.2	17.0	17.5	17.5	17.0	16.5	51.5	21	-0.20	2.4	175.1
25.	9	KRAFT Stefan SV Schwarzach	AUT 13 MAY 1993	105.3	182.0	116.4	17.0	16.5	17.5	16.5	17.0	50.5	21	-0.41	4.9	171.8

Data Service by Swiss Timing

[www.fissskijumping.com](http://www.fissskijumping.com)

FIS Data Provider KONICA MINOLTA

SJM09010\_1\_72C2 1.0

report created 24-MAR-2013 10:56

Page 1 of 2

Tabela 9: Nedelja, 24. 3. 2013, uradni rezultati prve tekmovalne serije, pridobljeni s spletne strani [http: www.fis-ski.com](http://www.fis-ski.com) (druga stran)

F I S		FIS Ski Jumping World Cup presented by Viessmann										F I S®					
SKI JUMPING WORLD CUP		35th World Cup Competition															
VISSMANN		Planica (SLO)															
Flying Hill Individual												SUN 24 MAR 2013					
Unofficial Results 1st Round												Start Time: 10:00					
												Finish Time: 10:53					
Rank	Bib	Name	Nat	Speed	Distance	Distance	Judges Marks					Judges	Gate / Wind Compensation			Total	
		Club	Date of birth	[km/h]	[m]	Points	A	B	C	D	E	Points	Gate	Points	[m/s]	Points	
26.	10	COLLOREDO Sebastian	ITA	104.6	178.5	112.2	16.5	16.5	17.5	17.0	17.0	50.5	21		-0.71	8.5	171.2
		G.S. Flamme Galle	9 SEP 1987														
27.	14	HILDE Tom	NOR	105.6	184.0	118.8	17.5	17.5	18.0	17.0	17.0	52.0	21		0.02	-0.2	170.6
		Asker Skiklubb	22 SEP 1987														
28.	5	TAKEUCHI Taku	JPN	104.6	182.5	117.0	17.5	17.5	17.0	17.0	17.0	51.5	21		-0.16	1.9	170.4
		Kitano Construction Corp. Ski Club	20 MAY 1987														
29.	13	HAYBOECK Michael	AUT	106.1	183.5	118.2	16.5	16.5	16.5	16.0	16.5	49.5	21		0.08	-1.0	166.7
		UVB Hirzenbach	5 MAR 1991														
30.	17	FANNEMEL Anders	NOR	104.6	159.5	89.4	15.0	15.5	15.5	14.5	15.0	45.5	21		-0.70	8.4	143.3
		Hornindal II	13 MAY 1991														
<b>Did Not Start</b>																	
	6	WELLINGER Andreas	GER														
<b>Competition / Weather Information</b>																	
	Time	Base Values			Weather	Temp. Start / Finish (°C)		Humid. (%)	tan. Wind (m/s)								
		Wind	Gate	Length		Air	Snow		min.	max.	Avg.						
1st Round	10:00 - 10:53	0.00	21	109.22m	cloudy	-3.0 / -2.5	-9.9 / -9.9	89 / 88	-0.71	0.26	-0.20						
<b>Statistics</b>																	
	Gate		Athletes	Falls	Distance (m)			Speed (km/h)			Competitors / Nations						
	No.	Diff			min.	max.	Avg.	min.	max.	Avg.	in start list	started	with results				
1st Round	21		30	0	159.5	218.0	196.6	104.6	106.3	105.3	31/9	30/9	30/9				
<b>Legend</b>																	
Avg.	Average		DNS		Did Not Start		Humid.		Humidity								
max.	maximum		min.		minimum												
Data Service by Swiss Timing				www.fis-ski.com				FIS Data Provider						KÖHNICA MINOLTA			
SJM090101_72C2 1.0				report created 24 MAR 2013 10:56										Page 2 of 2			



Tabela 11: Nedelja, 24. 3. 2013, uradni rezultati tekmovanja, pridobljeni s spletne strani  
[http: www.fis-ski.com](http://www.fis-ski.com) (druga stran)

FIS		FIS Ski Jumping World Cup presented by Viessmann										FIS®						
SKI JUMPING WORLD CUP		35th World Cup Competition																
VISSMANN		Planica (SLO)																
Flying Hill Individual												SUN 24 MAR 2013						
												Start Time: 10:00						
												Finish Time: 12:03						
Rank	Bib	Name	Nat	Speed	Distn	Distance	Judges Marks					Judges	Gate / Wind Compensation		Round	Round	Total	
		Club	Date of birth	[km/h]	[m]	Points	A	B	C	D	E	Points	Gate	Points	[m/s]	Points	Total	Rank
27.	17	FANNEMEL Anders	NOR	104.6	159.5	89.4	15.0	15.5	15.5	14.5	15.0	45.5	21	-0.70	8.4	143.3	30.	332.8
		Hornindal II	13 MAY 1991	104.7	197.5	135.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	54.0	22	-0.04	0.5	189.5	19.	
28.	5	TAKEUCHI Taku	JPN	104.6	182.5	117.0	17.5	17.5	17.0	17.0	17.0	51.5	21	-0.16	1.9	170.4	28.	330.0
		Kitano Construction Corp. Ski Club	20 MAY 1987	104.8	171.5	103.8	17.0	16.5	16.5	16.5	17.0	50.0	22	-0.48	5.8	159.6	29.	
29.	13	HAYB-OECK Michael	AUT	106.1	183.5	118.2	16.5	16.5	16.5	16.0	16.5	49.5	21	0.08	-1.0	166.7	29.	328.7
		UVB Hirzenbach	5 MAR 1991	105.8	171.5	103.8	16.0	15.5	16.0	16.5	16.5	48.5	22	-0.81	9.7	162.0	28.	
30.	8	WANK Andreas	GER	106.1	190.5	126.6	17.5	18.0	18.0	17.5	17.5	53.0	21	-0.14	1.7	181.3	21.	326.4
		WSV Oberhof 05	18 FEB 1988	106.1	175.5	108.6	9.0	9.5	7.5	9.5	10.0	28.0	22	-0.71	8.5	145.1	30.	
Did Not Start																		
	6	WELLINGER Andreas	GER															
Competition / Weather Information																		
	Time	Base Values			Weather	Temp. Start / Finish (°C)		Humid. (%)	tan. Wind (m/s)									
		Wind	Gate	Length		Air	Snow		min.	max.	Avg.							
1st Round	10:00 - 10:53	0.00	21	109.22m	cloudy	-3.0 / -2.5	-9.9 / -9.9	89 / 88	-0.71	0.26	-0.20							
Final Round	11:15 - 12:03	0.00	22	109.78m	lightly snowfall	-3.0 / -3.0	-8.6 / -8.6	89 / 89	-0.81	0.42	-0.24							
Statistics																		
	Gate		Athletes	Falls	Distance (m)			Speed (km/h)			Competitors / Nations							
	No.	Diff			min.	max.	Avg.	min.	max.	Avg.	in start list	started	with results					
1st Round	21		30	0	159.5	218.0	196.6	104.6	106.3	105.3	31/9	30/9	30/9					
Final Round	22		30	1	171.5	217.5	197.3	104.7	106.5	105.6	30/9	30/9	30/9					
Technical Delegate (TD):										Chief of Competition:								
PALSRUD Bertil (NOR)										GROS Gabrijel (SLO)								
Legend																		
Avg. min.	Average minimum			Humid.	Humidity			max.	maximum									
Data Service by Swiss Timing					www.fisiskijumping.com					FIS Data Provider KONICA MINOLTA								
SUN090102_79C3 1.0					report created 24 MAR 2013 12:04					Page 2 of 2								



## 5.2 Vzorec spremenljivk

### 5.2.1 Odvisna spremenljivka

#### Dolžina poletov (m)

Dolžina poletov je razvidna iz tabele rezultatov in je merjena v skladu s pravili Mednarodne smučarske zveze FIS.

### 5.2.2 Neodvisne spremenljivke

#### Zaletna hitrost (km/h)

Za meritve zaletne hitrosti na tekmah svetovnega pokala skrbi podjetje, ki ima z Mednarodno smučarsko zvezo FIS sklenjeno pogodbo o sodelovanju, zato merjenje zaletne hitrosti poteka v skladu s pravili Mednarodne smučarske zveze FIS. Podatki so razvidni v tabelah uradnih rezultatov.

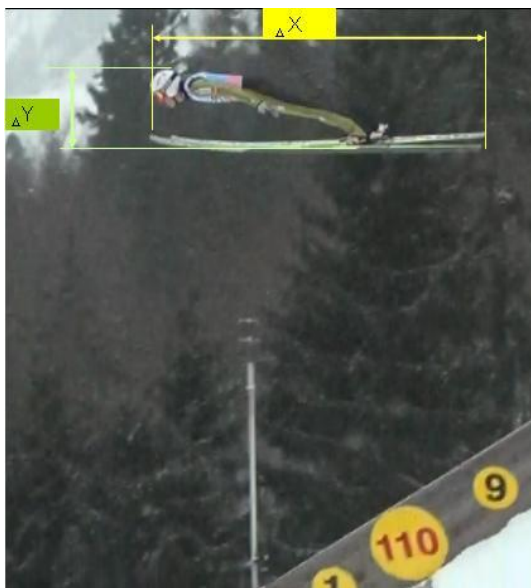
#### Aerodinamični indeks leta v točki 112 metrov v vodoravni ravnini (AI)

Aerodinamični indeks leta je razmerje med horizontalno razdaljo najbolj oddaljenih točk na telesu in smučeh smučarja skakalca in vertikalno razdaljo najbolj oddaljenih točk. Nižja vrednost pomeni boljšo potencialno aerodinamično plovnost.

Aerodinamični indeks leta je bil izračunan s pomočjo posnetkov kamere, ki so bili narejeni v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize, po naslednji formuli : (povzeto po Joštu, Ulagi in Vodičarju, 2013)

$$AI = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$$

Pri čemer je  $\Delta X$  horizontalna razdalja najbolj oddaljenih točk na telesu in smučeh smučarja skakalca in  $\Delta Y$  vertikalna razdalja najbolj oddaljenih točk.



**Slika 1: Metoda za izračun vrednosti spremenljivke aerodinamičnega indeksa leta (povzeto po Joštu, Ulagi in Vodičarju, 2013)**

Pri hitrosti vetra v tangencialni smeri letenja so bile izdelane štiri različne spremenljivke, in sicer:

- točke vetrne izravnave (WIND),
- hitrost vetra v tangencialni smeri letenja v m/s (W1m/s),
- indeks hitrosti vetra 1,
- indeks hitrosti vetra 2.

#### Točke vetrovne izravnave (WIND)

Podatki o točkah vetrovne izravnave so bili povzeti iz uradnih rezultatov Mednarodne smučarske zveze FIS, pri čemer je pomenila hitrost vetra 1 m/s v tangencialni smeri 12 točk.

#### Hitrost vetra v tangencialni smeri letenja (W1m/s)

Podatki o hitrosti vetra v tangencialni smeri letenja so bili povzeti iz uradnih rezultatov Mednarodne smučarske zveze FIS, pri čemer pomeni 1 m/s vzgonski veter in -1 m/s hrbtni veter.

### Indeks hitrosti vetra 1

Indeks hitrosti vetra 1 v tangencialni smeri letenja je bil določen z namenom ustvarjanja enostavne povezave med hitrostjo vetra in dolžino poletov smučarjev skakalcev. Pri indeksu ima absolutna vrednost hitrosti vetra 0 m/s vrednost 5,00; hitrost vzgonskega vetra 1,5 m/s ima vrednost 6,50 ( $5,00 + 1,50$ ); hitrost vetra v hrbet 1 m/s pa ima vrednost 4,00 ( $5,00 - 1,00$ ).

### Indeks hitrosti vetra 2

Indeks hitrosti vetra 2 v tangencialni smeri letenja kaže na nelinearno relacijo do dolžine poletov. Določen je bil kot kvadratni koren indeksa hitrosti vetra 1.

### Višina krivulje leta (VL)

Višina krivulje leta je bila posneta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize, kamera je bila postavljena na desni strani letalnice na sodniškem stolpu. Na levi strani letalnice je bil postavljen senzor za veter s končno višino 4,5 metra nad snežno podlago skakalnice (gledano vertikalno). Višina leta je bila izmerjena kot vertikalna razdalja med osjo kolčnega sklepa skakalca med letom in višino osi senzorja za veter na višini 4,5 metra nad snežno podlago (povzeto po Joštu, Ulagi in Vodičarju, 2013).



**Slika 2: Metoda za izmero spremenljivke višina krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize (povzeto po Joštu, Ulagi in Vodičarju, 2013)**

### 5.3 Metoda pridobivanja in obdelave podatkov

Podatki spremenljivk zaletna hitrost, dolžina poletov ter hitrost vetra v tangencialni smeri letenja so bili povzeti iz uradnih rezultatov Mednarodne smučarske zveze FIS. Podatki o aerodinamičnem indeksu leta in višini krivulje leta so bili povzeti po raziskavi Jošta, Ulage in Vodičarja (2013). Poleti skakalcev so bili posneti v dvodimenzionalnem prostoru s kamero s frekvenco 30 posnetkov na sekundo, pri čemer je bila vidljivost snemanja dobra ter ločljivost posameznih točk zadostna. Posamezni posnetki v referenčni točki 112 m so bili obdelani ročno.

Vrednosti spremenljivk so bile vnesene v računalniška programa Excel in SPSS. V omenjenih programih so bile analizirane v skladu s predmetom in ciljem diplomskega dela. S pomočjo statističnega programa SPSS 21.0 so bile v prvi fazi izračunane osnovne opisne vrednosti spremenljivk (povprečna vrednost, minimalna vrednost, maksimalna vrednost in standardni odklon). V drugi fazi obdelave podatkov sta bili izračunani korelacija in regresijska analiza.

## 6 REZULTATI IN RAZLAGA

### 6.1 Osnovna statistika izbranih spremenljivk po posameznih tekmovalnih serijah

Osnovni statistični rezultati so prikazani v Tabelah 12, 13, 14 in 15.

**Tabela 12: Četrtek, 21. 3. 2013, kvalifikacijska serija**

Spremenljivka	N	M	SD	Min	Max
Dolžina poletov (m)	46	183,9	20,95	137	217
Zaletna hitrost (km/h)	46	104,7	0,59	103,3	105,7
Aerodinamični indeks	44	0,25	0,04	0,18	0,34
Višina leta (m)	44	5,22	1,36	2,2	8,4
Indeks hitrosti vetra 1	46	5,75	0,54	4,68	7,05
Indeks hitrosti vetra 2	46	33,44	6,33	21,93	49,7

Legenda: N – velikost vzorca, M – aritmetična sredina, SD – standardni odlon, Min – najmanjša vrednost, Max – največja vrednost

**Tabela 13: Petek, 22. 3. 2013, druga tekmovalna serija**

Spremenljivka	N	M	SD	Min	Max
Dolžina poletov (m)	30	202,5	9,65	185,5	223,5
Zaletna hitrost (km/h)	30	106,99	0,56	105,6	108,2
Aerodinamični indeks	30	0,22	0,03	0,17	0,31
Višina leta (m)	30	7,36	1,34	5,4	10,5
Indeks hitrosti vetra 1	30	5,11	0,23	4,59	5,55
Indeks hitrosti vetra 2	30	26,12	2,36	21,08	30,8

Legenda: N – velikost vzorca, M – aritmetična sredina, SD – standardni odlon, Min – najmanjša vrednost, Max – največja vrednost

**Tabela 14: Nedelja, 24. 3. 2013, prva tekmovalna serija**

Spremenljivka	N	M	SD	Min	Max
Dolžina poletov (m)	30	196,6	12,8	159,5	218
Zaletna hitrost (km/h)	30	105,38	0,50	104,6	106,3
Aerodinamični indeks	30	0,24	0,34	0,19	0,31
Višina leta (m)	30	5,86	1,21	2,9	7,9
Indeks hitrosti vetra 1	30	4,81	0,22	4,29	5,26
Indeks hitrosti vetra 2	30	23,13	2,1	18,42	27,65

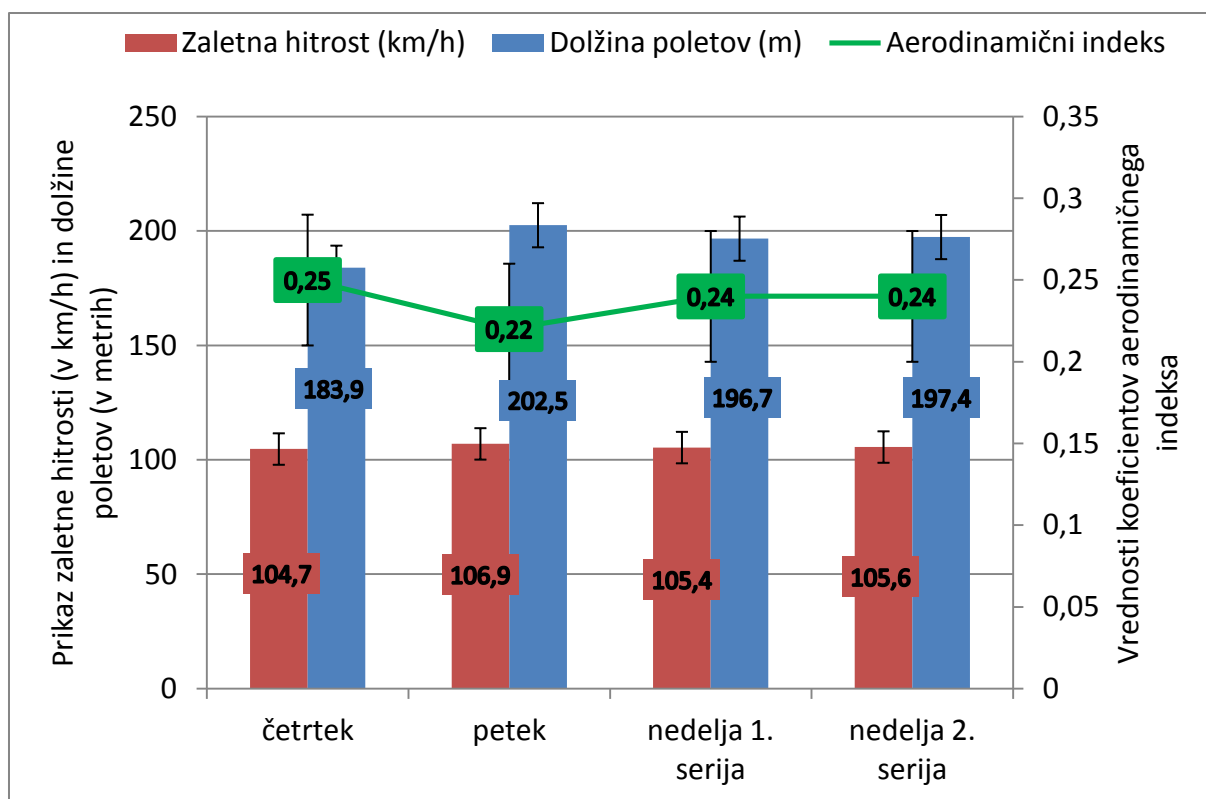
Legenda: N – velikost vzorca, M – aritmetična sredina, SD – standardni odlon, Min – najmanjša vrednost, Max – največja vrednost

**Tabela 15: Nedelja, 24. 3. 2013, druga tekmovalna serija**

Spremenljivka	N	M	SD	Min	Max
Dolžina poletov (m)	30	197,36	13,8	171,5	217,5
Zaletna hitrost (km/h)	30	105,6	0,45	104,7	106,5
Aerodinamični indeks	30	0,24	0,32	0,18	0,29
Višina leta (m)	30	6,05	1,05	4,0	8,1
Indeks hitrosti vetra 1	30	4,76	0,23	4,19	5,42
Indeks hitrosti vetra 2	30	22,76	2,22	17,57	29,34

Legenda: N – velikost vzorca, M – aritmetična sredina, SD – standardni odlon, Min – najmanjša vrednost, Max – največja vrednost

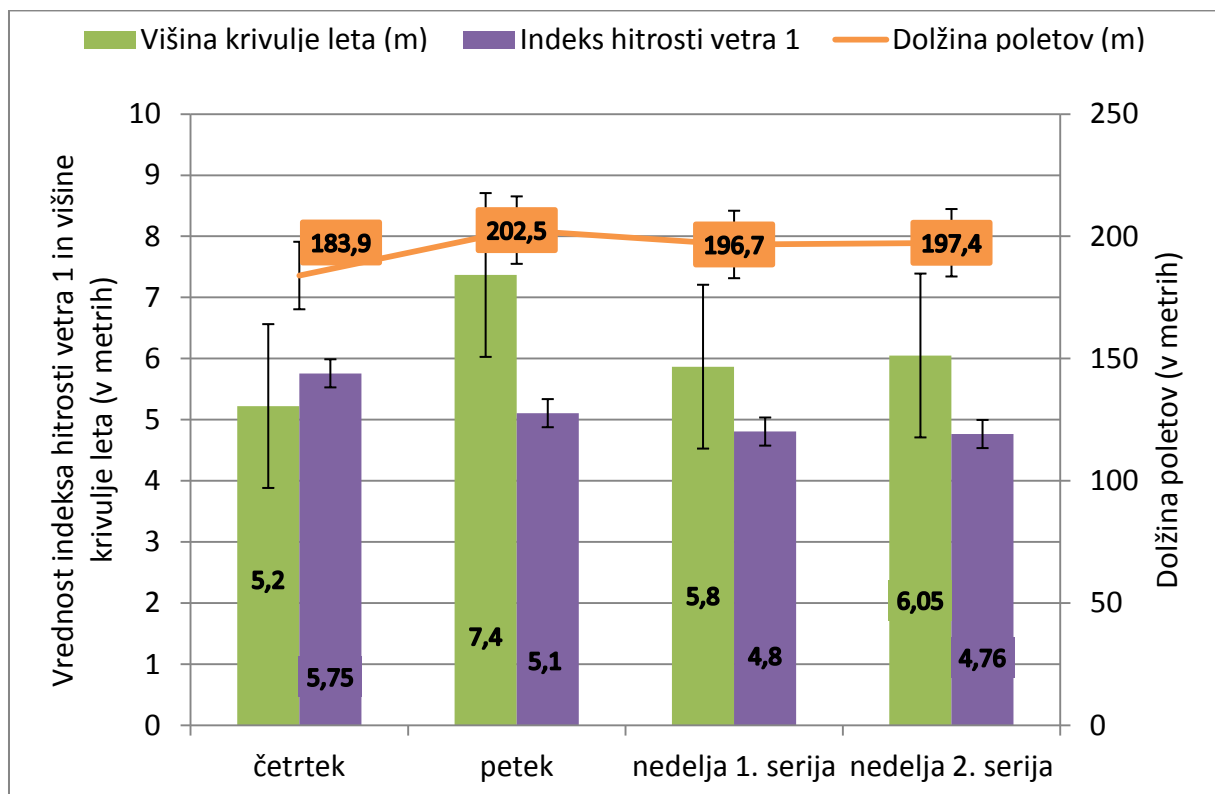
Največjo povprečno dolžino poletov so skakalci dosegli v petkovi drugi tekmovalni seriji, pri kateri sta bila izračunana tudi najvišja povprečna zaletna hitrost (Slika 3) in najnižji povprečni aerodinamični indeks.



**Slika 3: Grafičen prikaz osnovne statistike po posameznih tekmovalnih serijah (zaletna hitrost, dolžina poletov in aerodinamični indeks leta)**

Povprečna zaletna hitrost v drugi tekmovalni seriji, v petek popoldan, je znašala 106,9 km/h, s katero so smučarji skakalci dosegli povprečno dolžino 202,5 metra. Nizek aerodinamični indeks (0,22) pomeni, da so v petkovi drugi seriji nastopili zelo dobri smučarji skakalci. Najvišji povprečni aerodinamični indeks so smučarji skakalci dosegli na četrтковih kvalifikacijah, in sicer je znašal 0,25. Ob visokem povprečnem aerodinamičnem indeksu so kvalifikanti ob povprečni zaletni hitrosti 104,7 km/h dosegli povprečno dolžino poleta 183,9 metra. Na nedeljski tekmi je nastopilo najboljših trideset smučarjev skakalcev v sezoni 2012/2013. Skakalci so v prvi tekmovalni seriji skakali iz enaindvajsetega zaletnega mesta, s katerega so imeli povprečno zaletno hitrost 105,4 km/h ter dosegli povprečno dolžino poletov 196,6 metra. V drugi tekmovalni seriji se je žirija odločila povišati zaletno mesto (zaletno mesto = 22), s katere so skakalci dosegli povprečno zaletno hitrost 105,6 km/h in v povprečju skočili 197,4 metra. V obeh serijah so imeli povprečen aerodinamičen indeks 0,24.

Na četrtkovih kvalifikacijah so skakalci tekmovali v ugodnem vzgonskem vetru, ki je v povprečju pihal z 0,75 m/s, kar je pomenilo 9,098 točke odbitka pri skupnem rezultatu skoka. V Sliki 2 je to moč razbrati iz spremenljivke indeks hitrosti vetra 1, ki je na četrtkovih kvalifikacijah znašala 5,75. Maksimalen vzgonski veter (2,05 m/s) je v tej seriji presegel 2 m/s, za kar je dobil tekmovalec odbitek skoraj 25 točk in najvišjo vrednost spremenljivke indeks vetra 1 (7,05). Nizka zaletna hitrost in večje število manj kakovostnih tekmovalcev v četrtkovi kvalifikacijski seriji pa sta povzročili tudi nižjo krivuljo leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize, ki je znašala povprečno le 5,2 metra. Po drugi strani pa je imela visoka povprečna zaletna hitrost v petkovi drugi tekmovalni seriji neposreden vpliv na visoko krivuljo leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize. Povprečna višina krivulje leta v tej točki je znašala 7,4 metra (Slika 4), najvišja pa je presegala celo 10 metrov.



**Slika 4: Grafičen prikaz osnovne statistike po posameznih tekmovalnih serijah (višina krivulje leta, indeks hitrosti vetra 1 in dolžina poletov)**

Kljub temu da petkov popoldanski termin z vidika dolgih poletov in ugodnih vetrovnih pogojev ni najbolj posrečen za dolge polete, je meril najdaljši polet v tej seriji 223,5 metra ob



vzgonskem vetru, ki je v povprečju pihal z 0,11 m/s. Povprečni vzgonski veter 0,11 m/s je pomenil povprečno vrednost 5,1 spremenljivke indeks hitrosti vetra 1. Skozi celo serijo hitrost vetra ni bistveno varirala, saj je znašala minimalna vrednost na lestvici spremenljivke indeks hitrosti vetra 1 4,59, maksimalna pa 5,55 (glej Tabela 13).

V prvi in drugi nedeljski tekmovalni seriji so bili vremenski pogoji podobni. V prvi tekmovalni seriji je v povprečju pihal rahel hrbtni veter (0,2 m/s). Povprečna vrednost spremenljivke indeks hitrosti vetra 1 je bila 4,81, z minimalno vrednostjo 4,29 in 5,26 (Tabela 14). Kar pomeni, da je hitrost hrbtne vetra dosegla maksimalno hitrost 0,71 m/s, hitrost vzgonskega vetra pa 0,26 m/s. V drugi tekmovalni seriji je v povprečju prav tako pihal rahel hrbtni veter s hitrostjo 0,24 m/s. Vrednost spremenljivke indeks hitrosti vetra 1 je bila 4,76, minimalna vrednost je znašala 4,19 (hrbtni veter 0,81 m/s), maksimalna vrednost pa 5,42 (vzgonski veter 0,42 m/s). Povprečna višina krivulje leta, v točki oddaljeni 112 metrov od odskočne mize, je bila v drugi tekmovalni seriji višja za 20 centimetrov, in sicer je dosegla 6,05 metra.

## 6.2 Rezultati povezanosti med dolžino poletov in neodvisnimi spremenljivkami

Osnovni rezultati korelacijske analize so prikazani v Tabeli 16.

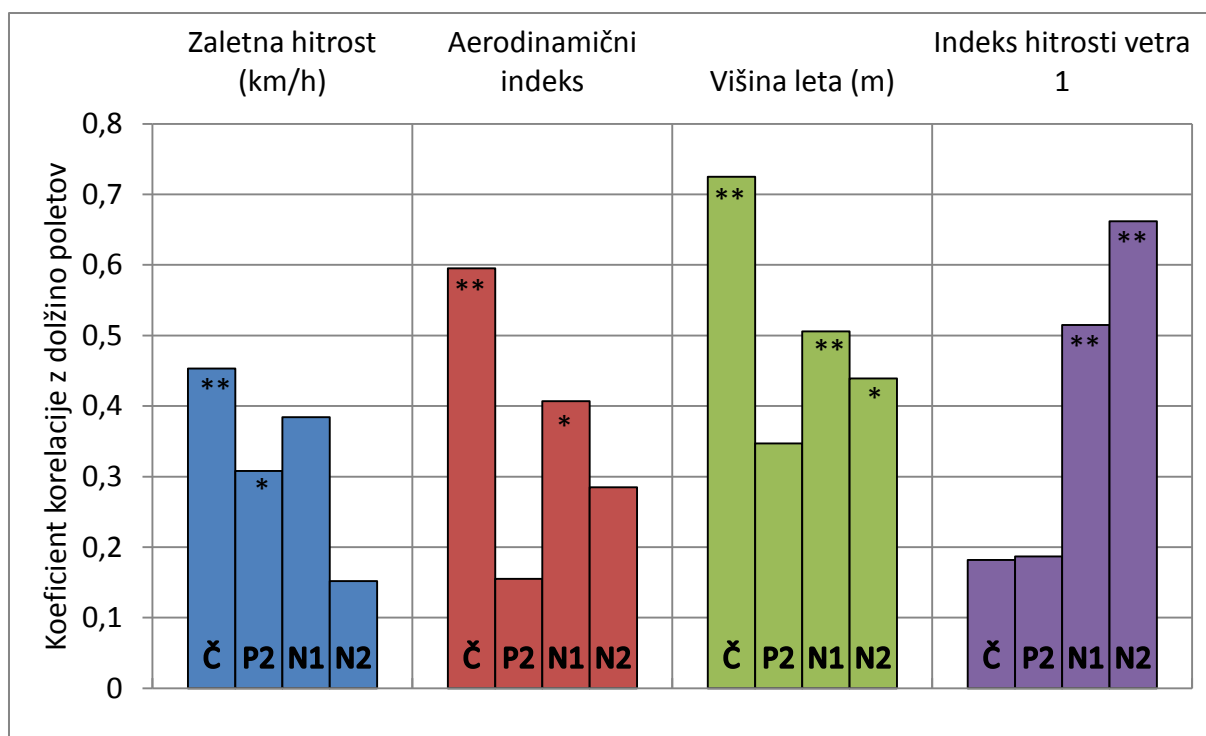
**Tabela 16: Koeficienti korelacije po posameznih tekmovalnih serijah**

Spremenljivka	r – četrtek	r – petek2	r – nedelja1	r – nedelja2
Zaletna hitrost (km/h)	0,453**	0,308	0,384*	0,152
Aerodinamični indeks	-0,595**	-0,155	-0,407*	-0,285
Višina leta (m)	0,725**	0,347	0,506**	0,439*
Indeks hitrosti vetra 1	0,182	0,187	0,515**	0,662**

Legenda: r – pearsonov koeficient povezanosti; r – četrtek – kvalifikacijska serija; r – petek2 – petkova druga tekmovalna serija; r – nedelja1 – nedeljska prva tekmovalna serija; r – nedelja2 – nedeljska druga tekmovalna serija; \* – statistična značilnost ( $p < 0,05$ ); \*\* – statistična značilnost ( $p < 0,01$ )

Spremenljivka zaletna hitrost (km/h) je imela največjo povezanost s spremenljivko dolžina poletov v četrtkovi kvalifikacijski seriji (Slika 5), njuna povezanost je znašala 0,453. Najnižja povezanost zaletne hitrosti z dolžino poletov je bila v nedeljski drugi tekmovalni seriji, ko je znašala 0,152.

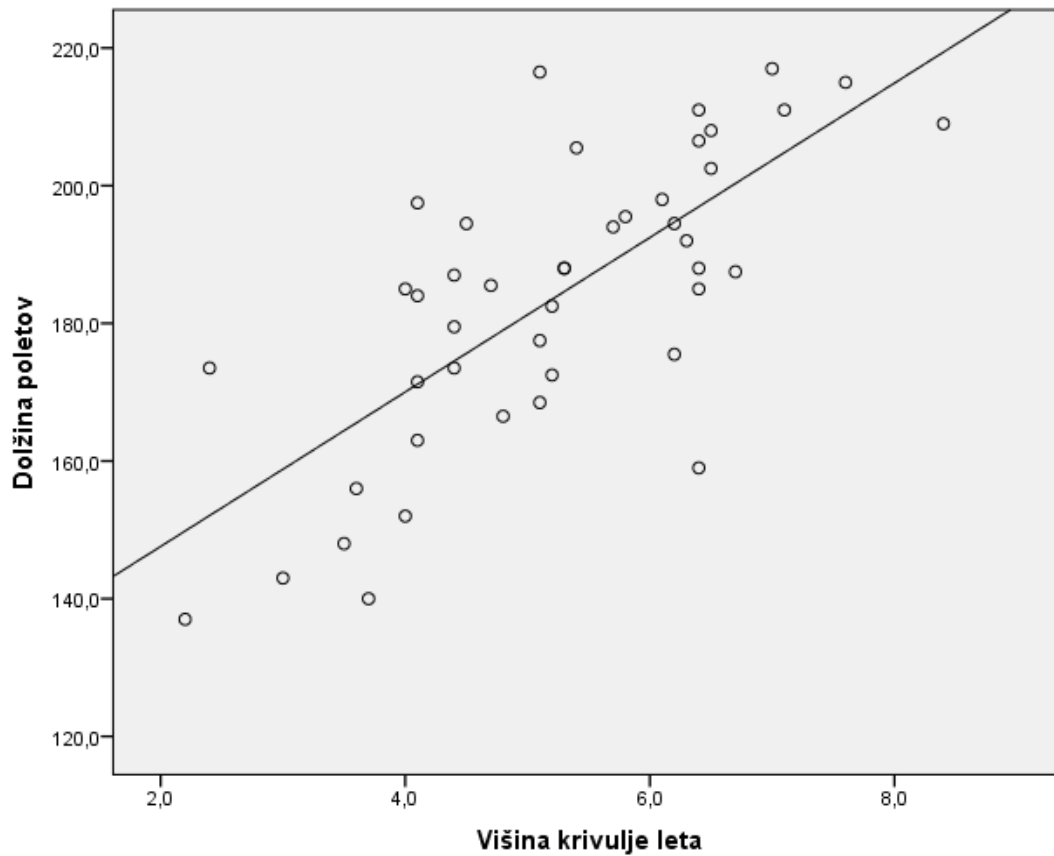
Spremenljivka aerodinamični indeks je imela največjo statistično značilno povezanost z dolžino poletov v četrtkovi kvalifikacijski seriji (-0,595). Statistično značilno povezanost je imela tudi v nedeljski prvi tekmovalni seriji (-0,407).



Legenda: Č – četrtkova kvalifikacijska serija; P2 – petkova druga tekmovalna serija; N1 – nedeljska prva tekmovalna serija; N2 – nedeljska druga tekmovalna serija; navpična os (0 – 0,8) – korelacijska povezanost; \* – statistična značilnost ( $p < 0,05$ ); \*\* – statistična značilnost ( $p < 0,01$ )

### Slika 5: Korelacije med spremenljivko dolžina poletov in ostalimi spremenljivkami

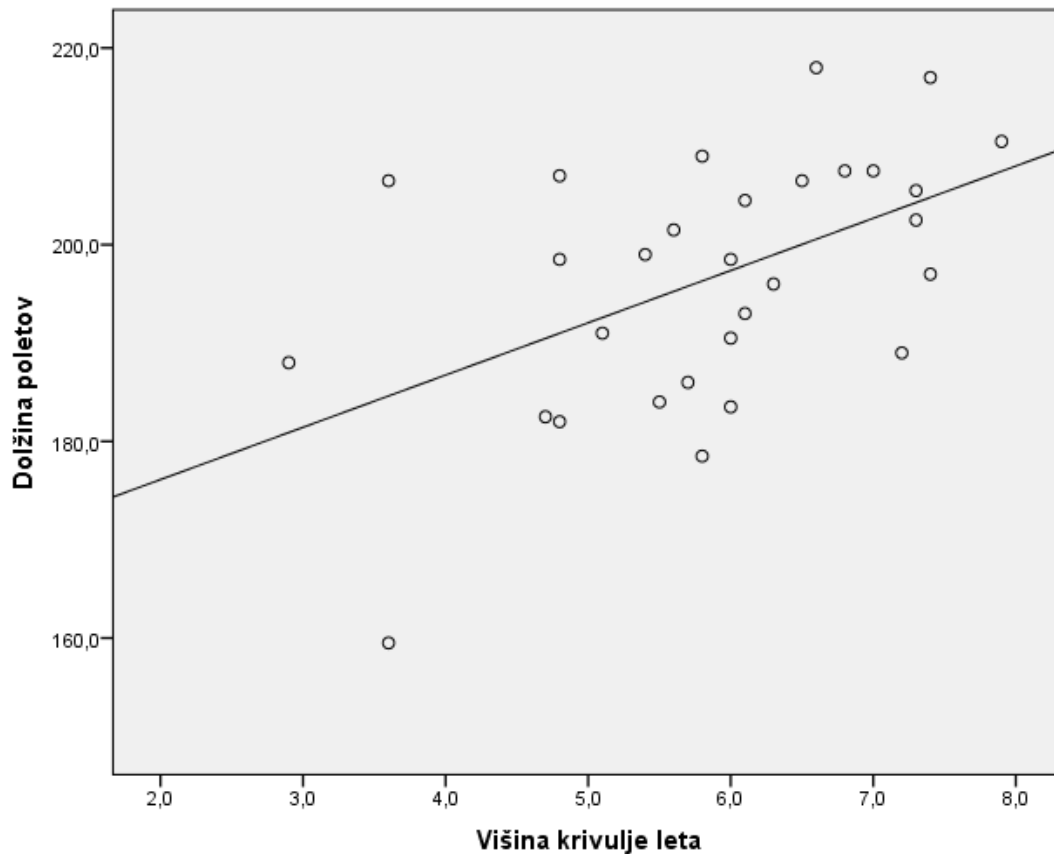
Najvišjo povezanost z dolžino poletov je imela spremenljivka višina krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize (0,725), in sicer v četrtkovi kvalifikacijski seriji. Ta povezanost je bila statistično značilna. Visoka povezanost med višino leta in dolžino poletov pomeni, da so dlje leteli tekmovalci, ki so bili v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize višje. To povezanost je moč lepo razbrati iz Slike 6, kjer je razvidno, da je večina tekmovalcev, ki so leteli preko 200 metrov, letela zelo visoko.



**Slika 6: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v četrtkovi kvalifikacijski seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in višino krivulje leta smučarjev skakalcev)**

Iz zgornjega grafikona (Slika 6) je razvidno, da so tekmovalci s podpovprečno višino krivulje leta ( $VL < 5,2$  m) večinoma tudi skočili manj od povprečne dolžine poletov ( $< 183,9$  m).

Spremenljivka višina krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize je imela srednjo pozitivno statistično pomembno povezanost (0,506) s spremenljivko dolžina poletov tudi v nedeljski prvi tekmovalni seriji.



**Slika 7: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v nedeljski prvi tekmovalni seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in višino krivulje leta smučarjev skakalcev)**

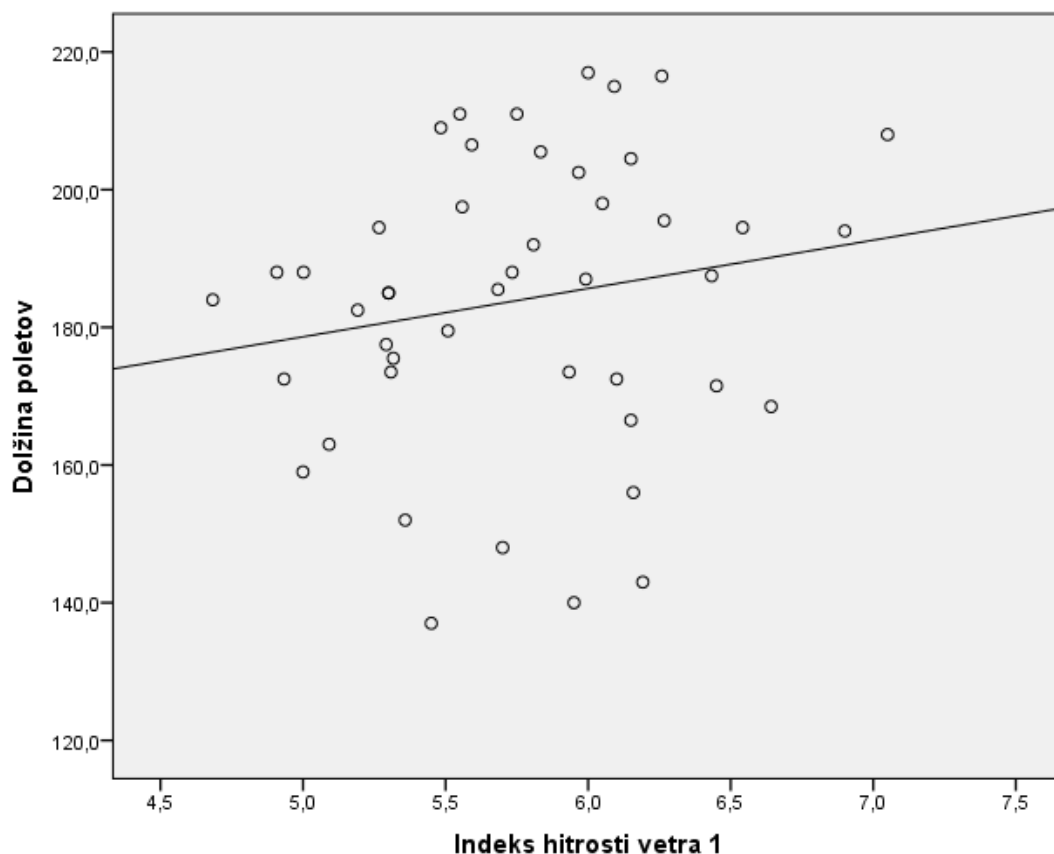
Iz grafikona (Slika 7) je razvidno, da sta imela smučarja skakalca, ki sta v nedeljski prvi tekmovalni seriji dosegla najdaljša poleta, ob tem nekoliko nadpovprečno višino krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize. Njuna dolžina poletov je bila še daljša od pričakovanih dolžin na podlagi njune višine leta. Tekmovalec, ki je skočil najdlje, je imel pri tem skoku tudi nadpovprečno hitrost vetra, zato je moč trditi, da sta v njegovem primeru hitrost vetra in višina krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize povezani oziroma drugače, da je hitrost vetra vplivala na višino krivulje leta.

Spremenljivka indeks hitrosti vetra 1 je imela v četrtkovi kvalifikacijski seriji (Slika 8) s spremenljivko dolžina poletov neznatno pozitivno povezanost, ki je znašala 0,182. Povezanost med spremenljivkama je bila statistično neznačilna.

V petkovi drugi tekmovalni seriji (Slika 9) je bila korelacija med spremenljivko indeks hitrosti vetra 1 in dolžino poletov prav tako kot dan prej pozitivna neznatna (0,187), kar pomeni, da je hitrost vetra vplivala na dolžino poleta, a je bil vpliv minimalen.

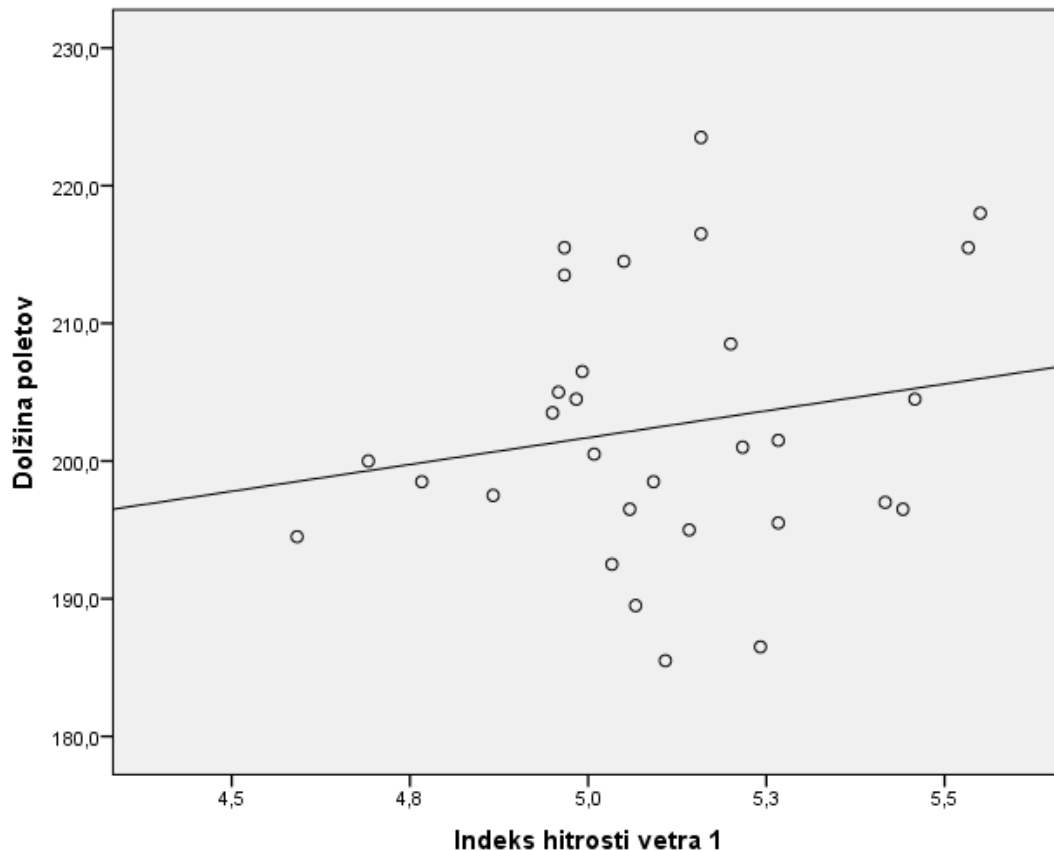
V nedeljski prvi tekmovalni seriji (Slika 10) je bila srednja pozitivna povezanost med hitrostjo vetra (spremenljivka indeks hitrosti vetra 1) in dolžino poletov (0,515), kar pomeni, da je hitrost vetra pomembno vplivala na dolžino poletov smučarjev skakalcev.

Nedeljska druga tekmovalna serija (Slika 11) je imela podobno še nekoliko višjo srednjo pozitivno statistično značilno povezanost med spremenljivkama indeks hitrosti vetra 1 in dolžina poletov (0,662).



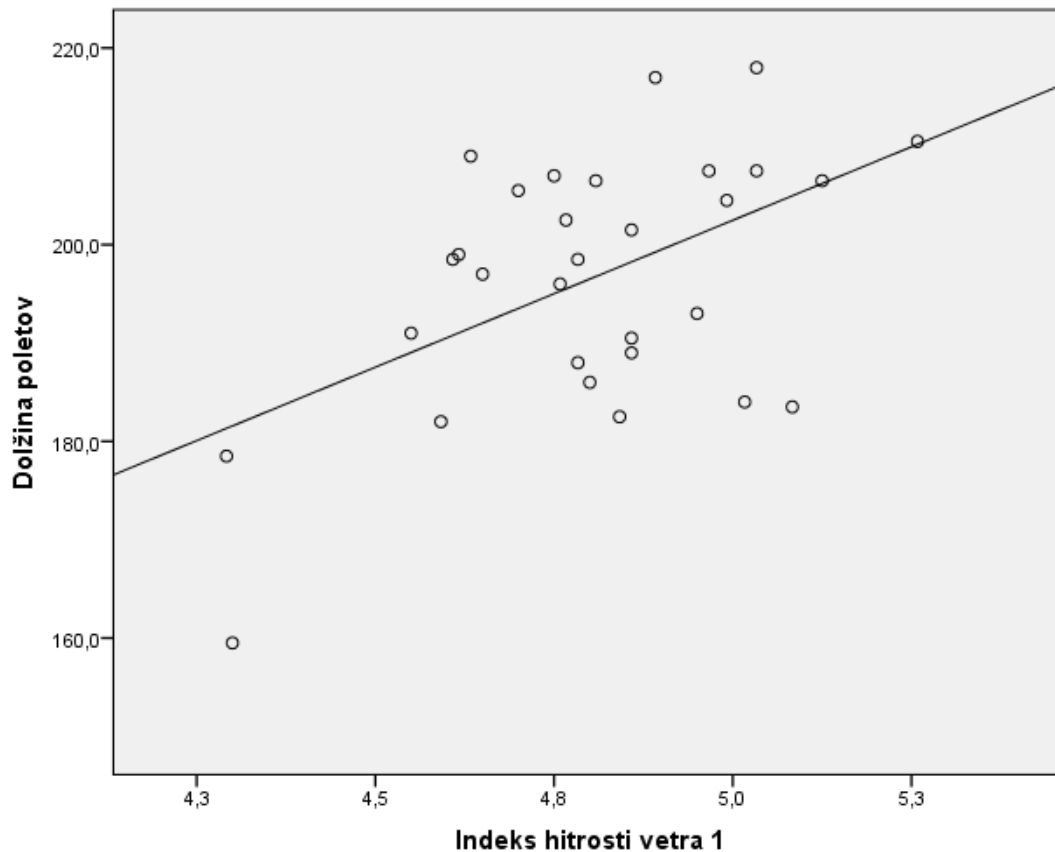
**Slika 8: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v četrtkovi kvalifikacijski seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in indeksom hitrosti vetra 1)**

Iz razsevnega grafikona (Slika 8) je moč razbrati, da je imela večina tekmovalcev v kvalifikacijski seriji vzgonski veter (vrednost indeksa hitrosti vetra 1 večja od 5,00). Znotraj tekmovalne serije je prihajalo do velikih razlik v dolžini poletov pri podobni hitrosti vetra, kar je moč povezati z velikimi razlikami v kakovosti tekmovalcev.



**Slika 9: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v petkovi drugi tekmovalni seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in indeksom hitrosti vetra 1)**

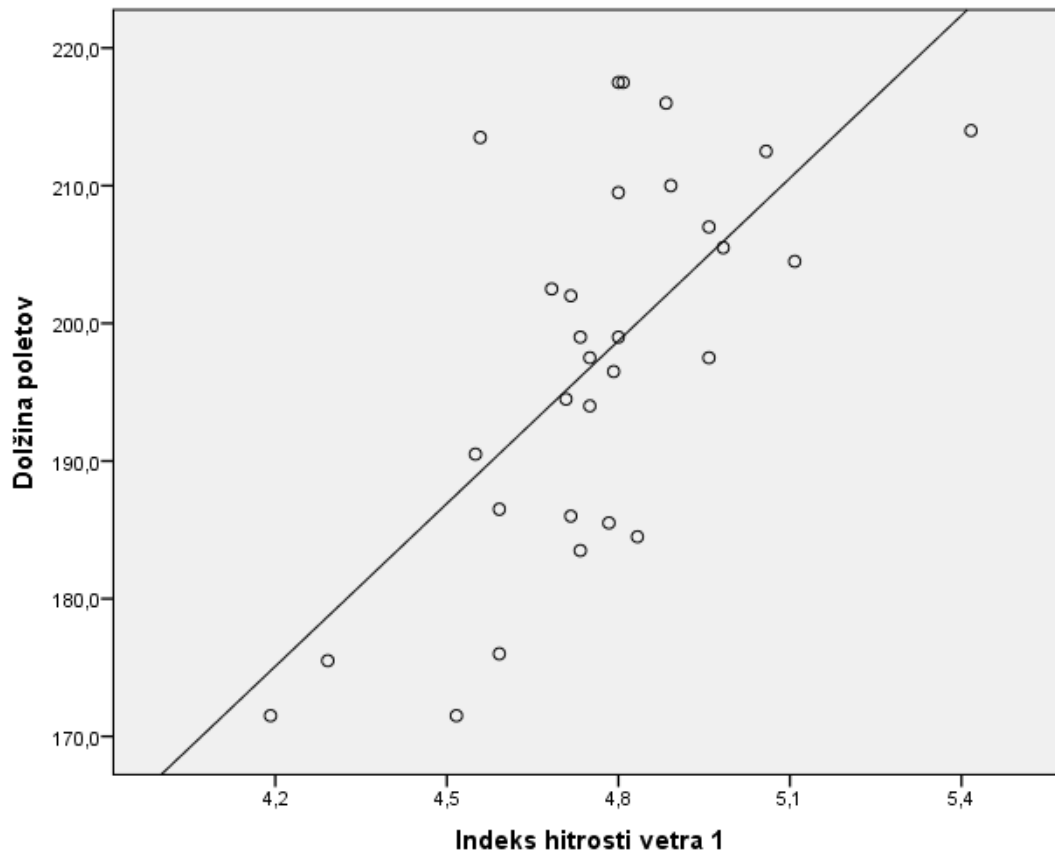
Iz razsevnega grafikona (Slika 9) je razvidno, da je imel tekmovalec, ki je dosegel najboljšo daljavo (223,5 m) druge tekmovalne serije petkove tekme, le nekoliko nadpovprečne vetrovne pogoje, po čemer lahko sklepamo, da gre za vrhunskega tekmovalca.



**Slika 10: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v nedeljski prvi tekmovalni seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in indeks hitrosti vetra 1)**

Grafikon (Slika 10) potrjuje ugotovitev, da so bili v nedeljo za letenje na smučeh z vidika hitrosti vetra neugodni pogoji, čeprav so tekmovalci, ki so imeli približno povprečno hitrost vetra, leteli preko 200 metrov. Tekmovalca, ki sta v tej tekmovalni seriji izstopala po dolžini poletov, sta imela nadpovprečno hitrost vetra. Kljub temu pa gre verjetno za vrhunska tekmovalca, saj so drugi tekmovalci s podobnimi vetrovnimi pogoji skočili od 10 do 35 metrov manj od njiju.





**Slika 11: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v nedeljski drugi tekmovalni seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in indeks hitrosti vetra 1)**

Na zgornji levi strani regresijske premice (Slika 11) lahko opazimo tri skakalce, ki so v drugi tekmovalni seriji nedeljske tekme, s povprečno hitrostjo vetra (približno vrednost 4,80), poleteli največ (2-krat 217,5 m oz. 216 m). Njihovo odstopanje od napovedi regresijske premice je bilo ekstremno. Na grafikonu prav tako izstopa tekmovalec skrajno levo zgoraj, ki je imel izrazito podpovprečno hitrost vetra ter dosegel podobno daljavo kot tekmovalec skrajno desno zgoraj z bistveno drugačno (maksimalno) hitrostjo vetra.

### 6.3 Rezultati regresijske analize po posameznih tekmovalnih serijah

Rezultati regresijske analize so predstavljeni v Tabelah 17, 18, 19 in 20.

**Tabela 17: Četrtek, 21. 3. 2013, rezultati regresijske analize kvalifikacijske serije**

	<b>B</b>	<b>Std.E</b>	<b>Beta</b>	<b>t</b>	<b>Sig.</b>
<b>Zaletna hitrost (km/h)</b>	3,98	4,188	0,111	0,951	0,34
<b>Aerodinamični indeks</b>	-149,34	55,35	-0,310	-2,698	<b>0,01</b>
<b>Višina leta (m)</b>	7,79	1,897	0,504	4,112	<b>0,00</b>
<b>Indeks hitrosti vetra 1</b>	6,05	3,93	0,157	1,542	0,13
<b>R</b>	0,792				
<b>R Square</b>	0,627				
<b>Adjused R Square</b>	0,589				
<b>Std. E</b>	13,56				
<b>Sig. F</b>	<b>0,00</b>				
<b>Const. B</b>	-271,24				

**Tabela 18: Petek, 22. 3. 2013, rezultati regresijske analize druge tekmovalne serije**

	<b>B</b>	<b>Std.E</b>	<b>Beta</b>	<b>t</b>	<b>Sig.</b>
<b>Zaletna hitrost (km/h)</b>	2,808	3,333	0,165	0,842	0,40
<b>Aerodinamični indeks</b>	-86,703	61,033	-0,263	-1,421	0,16
<b>Višina leta (m)</b>	2,922	1,492	0,408	1,958	0,06
<b>Indeks hitrosti vetra 1</b>	10,107	7,303	0,242	1,384	0,17
<b>R</b>	0,528				
<b>R Square</b>	0,278				
<b>Adjused R Square</b>	0,163				
<b>Std. E</b>	8,833				
<b>Sig. F</b>	0,07				
<b>Const. B</b>	-151,15				

**Tabela 19: Nedelja, 24. 3. 2013, rezultati regresijske analize prve tekmovalne serije**

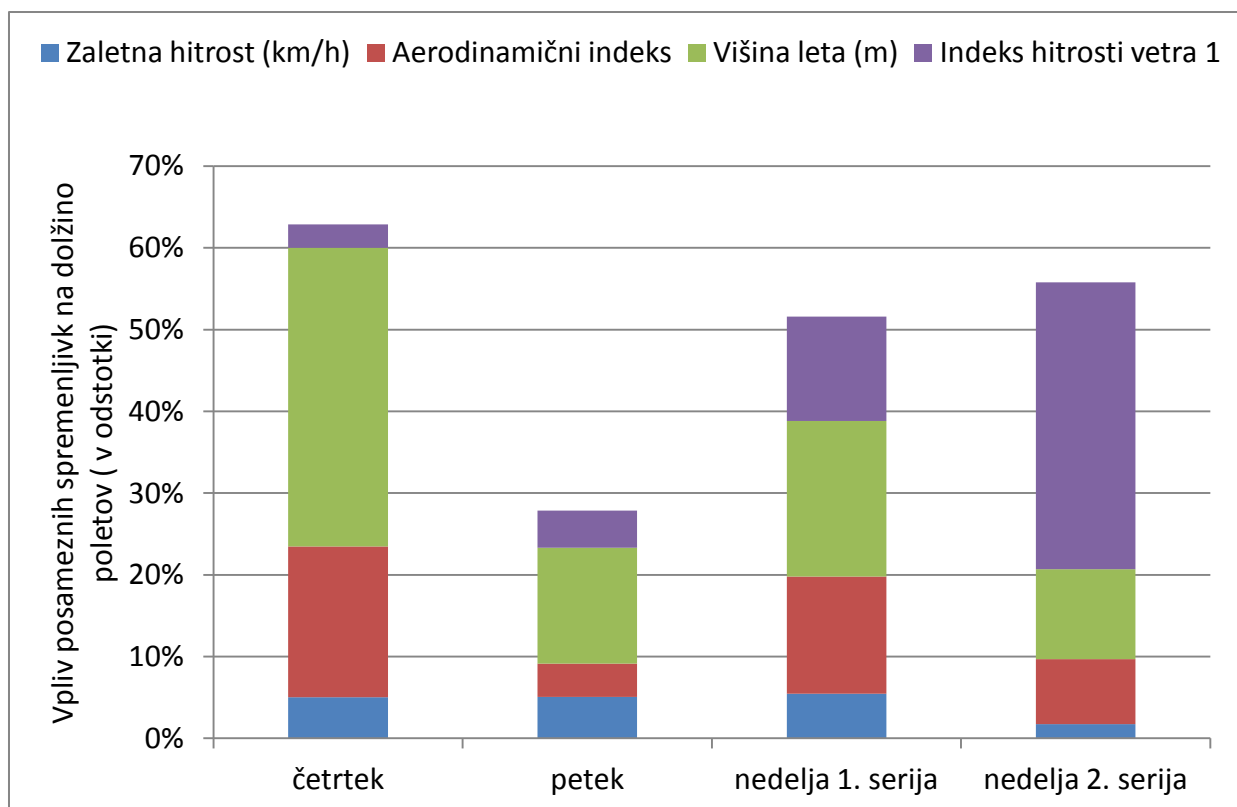
	<b>B</b>	<b>Std.E</b>	<b>Beta</b>	<b>t</b>	<b>Sig.</b>
Zaletna hitrost (km/h)	3,602	4,256	0,14	0,846	0,40
Aerodinamični indeks	-131,100	54,851	-0,35	-2,390	<b>0,02</b>
Višina leta (m)	3,950	1,612	0,37	2,450	<b>0,02</b>
Indeks hitrosti vetra 1	14,381	9,664	0,24	1,488	0,14
R	0,718				
R Square	0,515				
Adjusted R Square	0,438				
Std. E	9,595				
Sig. F	<b>0,001</b>				
Const. B	-243,74				

**Tabela 20: Nedelja, 24. 3. 2013, rezultati regresijske analize druge tekmovalne serije**

	<b>B</b>	<b>Std.E</b>	<b>Beta</b>	<b>t</b>	<b>Sig.</b>
Zaletna hitrost (km/h)	3,565	4,544	0,11	0,785	0,44
Aerodinamični indeks	-120,484	64,544	-0,27	-1,872	<b>0,07</b>
Višina leta (m)	3,309	2,284	0,25	1,449	0,16
Indeks hitrosti vetra 1	31,574	9,648	0,53	3,273	<b>0,00</b>
R	0,74				
R Square	0,55				
Adjusted R Square	0,48				
Std. E	9,932				
Sig. F	<b>0,00</b>				
Const. B	-320,74				

Največji in statistično značilen koeficient multiple korelacije ( $p < 0,01$ ) je bil izračunan v četrtkovi kvalifikacijski seriji ( $R = 0,79$ ). Determinacijski koeficient pojasni več kot 62 odstotkov variance spremenljivke dolžine poletov. V petkovi drugi tekmovalni seriji je znašal koeficient multiple korelacije 0,52, povezanost med dolžino poletov in ostalimi

spremenljivkami pa je bila statistično neznačilna. S pomočjo determinacijskega koeficienta je bilo moč pojasniti 27,8 odstotkov variance spremenljivke dolžine poletov. V nedeljo sta bili obe seriji zelo podobni, in sicer je bil koeficient multiple korelacije v prvi tekmovalni seriji (0,71) nekoliko nižji kot v drugi tekmovalni seriji (0,74). V obeh serijah pa je bila povezanost med spremenljivko dolžina poletov in ostalimi spremenljivkami statistično značilna. S pomočjo determinacijskega koeficienta je bilo v prvi tekmovalni seriji moč pojasniti 51,5 odstotkov, v drugi tekmovalni seriji pa 55,8 odstotkov dolžine poletov.



**Slika 12: Strukturni grafikon prikazuje vpliv posameznih spremenljivk na dolžino poletov po posameznih serijah (v odstotkih)**

Izračuni za strukturni grafikon so bili opravljeni s pomočjo formule za parcialno korelacijo:

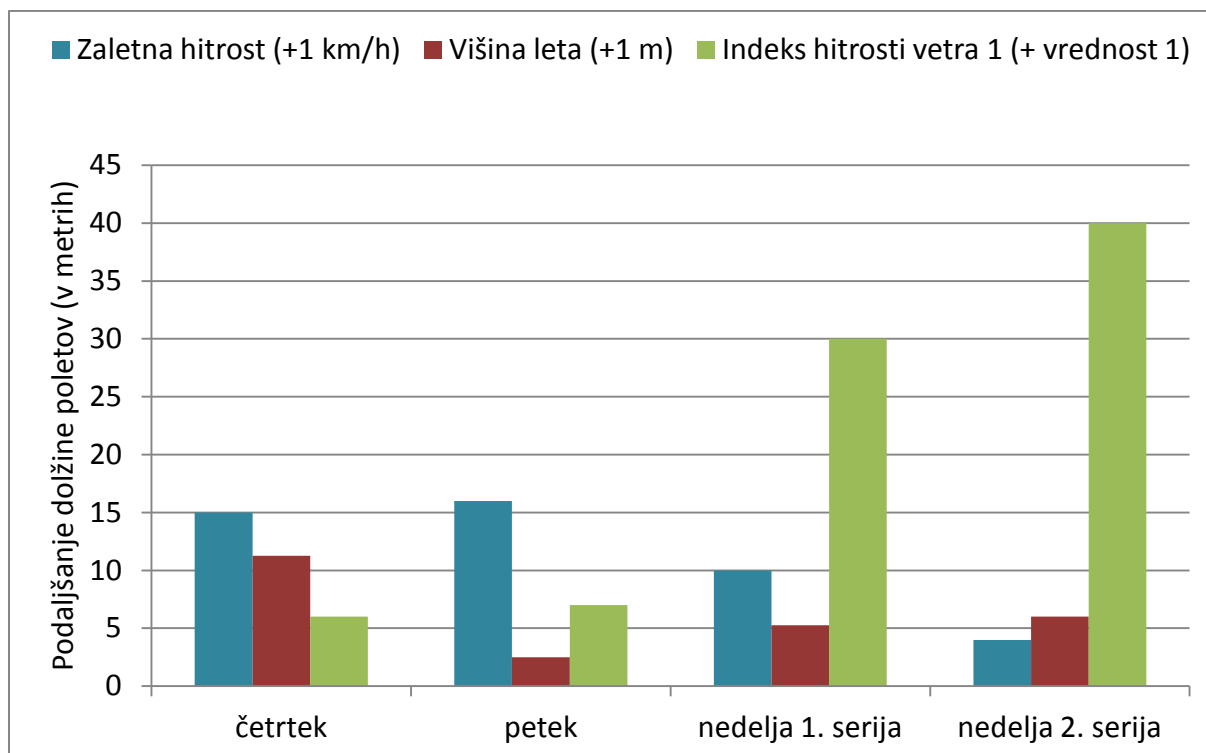
$$P = r \times \beta \times 100,$$

Pri čemer pomeni:  $r$  – Pearsonov korelacijski koeficient,  $\beta$  – standardiziran regresijski koeficient in  $P$  – koeficient parcialne korelacije.

Iz rezultatov regresijske analize in izračunane parcialne korelacije je moč razbrati, da je v četrtkovi kvalifikacijski seriji na dolžino poletov najbolj vplivala spremenljivka višina leta (Slika 12), ki je pojasnila 36 odstotkov dolžine poletov, velik vpliv je imel tudi aerodinamičen indeks (18 %). Indeks hitrosti vetra 1 je imel v četrtkovi kvalifikacijski seriji majhen vpliv (2,8 %) na dolžino poletov. V petkovi drugi tekmovalni seriji je znašal determinacijski koeficient 27,8 odstotka. Tudi v tej tekmovalni seriji je od posameznih spremenljivk največ pojasnila spremenljivka višina leta, in sicer dobrih 14 odstotkov. Vpliv spremenljivke indeks hitrosti vetra 1 je imel tudi tukaj majhen vpliv na dolžino poletov (4,5 %).

Na nedeljski tekmi se je vpliv hitrosti vetra (spremenljivka indeks hitrosti vetra 1) močno povečal. V nedeljski prvi tekmovalni seriji je imela največji vpliv na dolžino poletov še vedno višina leta (19 %), medtem ko je vpliv aerodinamičnega indeksa znašal 14 odstotkov, vpliv hitrosti vetra pa kar 12 odstotkov. V nedeljski drugi tekmovalni seriji pa je vpliv hitrosti vetra znašal kar 35 odstotkov. Relativno velik delež vpliva hitrosti vetra je močno zmanjšal vpliv ostalih spremenljivk na dolžino poletov. Spremenljivka višina leta tako pojasni 11 odstotkov, aerodinamični indeks pa 7 odstotkov dolžine poletov.

Slika 13 prikazuje povprečno podaljšanje dolžine poletov v primeru povečanja zaletne hitrosti za 1 km/h, višine krivulje leta za 1 m in indeksa hitrosti vetra 1 za vrednost 1.



**Slika 13: Vpliv povečanja posamezne spremenljivke za eno enoto na dolžino poletov po posameznih dnevih**

Iz Slike 13 je razvidno, da je povečanje zaletne hitrosti za 1 km/h podaljšalo dolžino poletov v povprečju za 15 metrov v četrtekovi kvalifikacijski seriji in za 16 metrov v petkovi drugi tekmovalni seriji. V nedeljski drugi tekmovalni seriji pa je omenjena sprememba povzročila spremembo dolžine poletov le za 4 metre. Višina krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize za en meter je v povprečju najmanj vplivala na podaljšanje dolžine poletov v petkovi drugi seriji (+ 2,5 m), čeprav so takrat tekmovalci leteli najvišje (glej Sliko 2). Sprememba višine krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize za en meter pa je najbolj vplivala na podaljšanje dolžine poletov v četrtekovi kvalifikacijski seriji, ko je ta sprememba polet v povprečju podaljšala za 11 metrov.

Povečanje hitrosti vetra za 1 km/h (povečanje indeksa hitrosti vetra za vrednost 1) je v četrtekovi kvalifikacijski in v petkovi drugi tekmovalni seriji podaljšalo dolžino poletov v

povprečju za 6 oziroma 7 metrov. En meter na letalnici v Planici je bil vreden 1,2 točke. Preračunano v točke to pomeni, da je naključen tekmovalec dobil s povečano hitrostjo vetra za 1 m/s na račun daljšega poleta dodatnih 7,2 točke v četrtkovi kvalifikacijski seriji oziroma 8,4 točke v petkovi drugi tekmovalni seriji. Če predvidevamo, da je tekmovalec za povečano (+1 m/s) hitrost vetra (to je 1 m/s vzgonskega vetra) dobil odbitek 12 točk, pomeni, da je tekmovalec na račun boljše hitrosti vetra v četrtkovi kvalifikacijski seriji izgubil 4,8 točke, v petkovi drugi tekmovalni seriji pa 3,6 točke.

Povečanje hitrosti vetra za 1 m/s (povečanje indeksa hitrosti vetra 1 za vrednost 1) pa je v nedeljo pomenilo podaljšanje dolžine poletov v povprečju za 30 metrov v prvi tekmovalni seriji in za 40 metrov v drugi tekmovalni seriji. Nerazumljivo je, zakaj je prišlo do takšnega vpliva hitrosti vetra na dolžino poletov, saj je bila med omenjenima spremenljivkama v obeh nedeljskih tekmovalnih serijah srednja pozitivna povezanost (glej Tabela 16 in Slika 5).

## 7 SKLEP

Cilj diplomskega dela je bil ugotoviti povezanost med hitrostjo vetra in dolžino poletov smučarjev skakalcev na poletih v Planici marca 2013.

V sklopu diplomskega dela sta bili postavljeni dve hipotezi. Hipotezo H1, ki pravi, da je hitrost vetra statistično značilno povezana z dolžino poletov pri posameznih serijah poletov v Planici marca 2013 ( $p < 0,05$ ) delno zavrnilo, saj je sta bili statistično značilni le nedeljski tekmovalni seriji. Hipoteza H2, pa je temeljila na statistični značilnosti koeficienta multiple regresijske povezanosti pri vseh štirih tekmovalnih serijah ( $p < 0,05$ ). To hipotezo delno obdržimo, saj je bil koeficient multiple regresijske povezanosti statistično značilen v treh tekmovalnih serijah. Statistično neznačilen je bil v petkovi drugi tekmovalni seriji ( $p > 0,07$ ).

Korelacijska analiza je pokazala neznatno povezanost ( $r = 0,18$ ) med indeksom hitrosti vetra 1 in dolžino poletov smučarjev skakalcev v četrtkovi kvalifikacijski in petkovi drugi tekmovalni seriji. Medtem ko je bila na nedeljski tekmi med indeksom hitrosti vetra 1 in dolžino poletov smučarjev skakalcev srednja povezanost, 0,51 v prvi in 0,66 v drugi tekmovalni seriji. Iz tega je moč sklepati, da hitrost vetra pomembno vpliva na dolžino poletov, kar je potrdila tudi regresijska analiza, pri kateri je bil vpliv hitrosti vetra na dolžino poletov v četrtkovi kvalifikacijski in v petkovi drugi tekmovalni seriji, nižji od 5 odstotkov. Bistveno višji pa je bil vpliv hitrosti vetra na dolžino poletov v nedeljo. V nedeljski prvi tekmovalni seriji je hitrost vetra pojasnila 10 odstotkov, v nedeljski drugi tekmovalni seriji pa celo 35 odstotkov dolžine poletov. Koeficienti multiple regresijske povezanosti so bili statistično pomembni v četrtkovi kvalifikacijski seriji in v obeh nedeljskih tekmovalnih serijah.

Vpliv hitrosti vetra je bil v diplomskem delu grafično prikazan s pomočjo izračuna povprečno podaljšanje dolžine poletov v primeru povečanja zaletne hitrosti za 1 km/h, višine krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize za 1 meter in indeksa hitrosti vetra 1 za vrednost 1. Ta grafični prikaz nazorno prikaže razliko v povprečnem podaljšanju dolžine poletov med četrtkovo in petkovo tekmovalno serijo ter med obema nedeljskima tekmovalnima serijama. V vseh štirih tekmovalnih serijah je bila povprečna hitrost vetra nižja od 1 m/s, zato iz dobljenih rezultatov ni mogoče sklepati, kaj je na nedeljski tekmi povzročilo tako visok vpliv hitrosti vetra na dolžino poletov.



Smučarski skoki so športna aktivnost, ki se odvija v naravi, zato je pomembno, da se vpliv hitrosti vetra na dolžino poletov primerno upošteva in ustrezno meri. Mednarodna smučarska zveza FIS je leta 2009 z uvedbo vetrovne izravnave naredila velik korak naprej k večji poštenosti tekmovanj v smučarskih skokih, vendar prve raziskave kažejo na pomanjkljivosti trenutne izravnave. Trenutna linearna formula za izračun vetrovne izravnave naj bi bila po drugih raziskavah pravična le na manjših skakalnicah pri povprečni hitrosti vetra do 1 m/s. Na večjih skakalnicah in pri povprečni hitrosti vetra višji od 1 m/s pa je prišlo pri računalniških simulacijah do večjih napak, tako da bi bilo v prihodnje smotrno razmisliti o nelinearni enačbi za izračun vetrovne izravnave.

## 8 LITERATURA

Giacomelli, O., Guček, A. (2013). Na krilih smučarskih letalcev: ob osemdeseti letnici prve mednarodne prireditve v Planici 1934. Ljubljana: Schwarz print.

Jošt, B. (2009). Teorija in metodika smučarskih skokov. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Jošt, B., Čoh, M., Vodičar, J. (2013). Design of a ski flying hill with the profile HS 300m. Hamburg: Verlag dr. Kovač.

Jošt, B., Ulaga, M., Vodičar, J. (2013). Kinematična analiza krivulje leta smučarjev skakalcev na finalu svetovnega pokala v Planici 2013. Ljubljana : Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.

Jošt, B., Ulaga, M., Vodičar, J. (2013). Ovrednotenje tekmovalne uspešnosti smučarjev skakalcev ob upoštevanju faktorja vpliva dolžine zaleta in vetra. Revija Šport, 1- 2, 91–98.

Virmavirta, M., Kivekäs, J. (2012). The effect of wind on jumping distance in ski jumping – fairness assessed. Jyväskylä: University of Jyväskylä, Department of Biology of Physical Activity.

Wind-factor. (4. 6. 2014). Pridobljeno dne 4. 6. 2014 iz <http://berkutschi.com/en/front/encyclopeda/wind-factor>

Planica 2013 – uradni rezultati tekmovanja (12. 6. 2014). Pridobljeno dne 12. 6. 2014 iz <http://data.fis-ski.com/ski-jumping/results>

## 9 KAZALO SLIK

Slika 1: Metoda za izračun vrednosti spremenljivke aerodinamičnega indeksa leta .....	34
Slika 2: Metoda za izmero spremenljivke višina krivulje leta v točki oddaljeni 112 metrov od roba odskočne mize .....	35
Slika 3: Grafičen prikaz osnovne statistike po posameznih tekmovalnih serijah (zaletna hitrost, dolžina poletov in aerodinamični indeks).....	39
Slika 4: Grafičen prikaz osnovne statistike po posameznih tekmovalnih serijah (višina krivulje leta, indeks hitrosti vetra 1 in dolžina poletov).....	40
Slika 5: Korelacije med spremenljivko dolžina poletov in ostalimi spremenljivkami .....	43
Slika 6: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v četrtkovi kvalifikacijski seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in višino krivulje leta smučarjev skakalcev) .....	44
Slika 7: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v nedeljski prvi tekmovalni seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in višino krivulje leta smučarjev skakalcev) .....	45
Slika 8: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v četrtkovi kvalifikacijski seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in indeksom hitrosti vetra 1).....	46
Slika 9: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v petkovi drugi tekmovalni seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in indeksom hitrosti vetra 1).....	47
Slika 10: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v nedeljski prvi tekmovalni seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in indeks hitrosti vetra 1).....	48
Slika 11: Razpršenost tekmovalcev v regresijskem oblaku v nedeljski drugi tekmovalni seriji (povezanost med spremenljivkama dolžina poletov in indeks hitrosti vetra 1).....	49
Slika 12: Strukturni grafikon prikazuje vpliv posameznih spremenljivk na dolžino poletov po posameznih serijah (v odstotkih) .....	52
Slika 13: Vpliv povečanja posamezne spremenljivke za eno enoto na dolžino poletov po posameznih dnevih .....	54

## 10 KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Vpliv različnih hitrosti vetra na dolžino kontrolnega skoka – 130 metrov pri 0 m/s	18
Tabela 2: Vpliv hitrosti vetra na dolžino skoka po posameznih odsekih .....	20
Tabela 3: Četrtek, 21. 3. 2013, uradni rezultati kvalifikacijske serije (prva stran) .....	24
Tabela 4: Četrtek, 21. 3. 2013, uradni rezultati kvalifikacijske serije (druga stran) .....	25
Tabela 5: Četrtek, 21. 3. 2013, uradni rezultati kvalifikacijske serije (tretja stran) .....	26
Tabela 6: Petek, 22. 3. 2013, uradni rezultati tekmovanja (prva stran) .....	27
Tabela 7: Petek, 22. 3. 2013, uradni rezultati tekmovanja (druga stran) .....	28
Tabela 8: Nedelja, 24. 3. 2013, uradni rezultati prve tekmovalne serije (prva stran) .....	29
Tabela 9: Nedelja, 24. 3. 2013, uradni rezultati prve tekmovalne serije .....	30
Tabela 10: Nedelja, 24. 3. 2013, uradni rezultati tekmovanja .....	31
Tabela 11: Nedelja, 24. 3. 2013, uradni rezultati tekmovanja .....	32
Tabela 12: Četrtek, 21. 3. 2013, kvalifikacijska serija .....	37
Tabela 13: Petek, 22. 3. 2013, druga tekmovalna serija .....	37
Tabela 14: Nedelja, 24. 3. 2013, prva tekmovalna serija .....	38
Tabela 15: Nedelja, 24. 3. 2013, druga tekmovalna serija .....	38
Tabela 16: Koeficienti korelacije po posameznih tekmovalnih serijah .....	42
Tabela 17: Četrtek, 21. 3. 2013, rezultati regresijske analize kvalifikacijske serije .....	50
Tabela 18: Petek, 22. 3. 2013, rezultati regresijske analize druge tekmovalne serije .....	50
Tabela 19: Nedelja, 24. 3. 2013, rezultati regresijske analize prve tekmovalne serije .....	51
Tabela 20: Nedelja, 24. 3. 2013, rezultati regresijske analize druge tekmovalne serije .....	51