



Bojan Jošt,
Maja Ulaga, Janez Vodičar

Ovrednotenje tekmovalne uspešnosti smučarjev skakalcev ob upoštevanju faktorja vpliva dolžine zaletišča in vetra

Izvelek

Tekmovalna uspešnost smučarjev skakalcev je kompleksna odvisna spremenljivka, ki jo določa več neodvisnih spremenljivk. Med tistimi, ki so poznane in se že upoštevajo pri ovrednotenju tekmovalne uspešnosti skakalcev na najvišji ravni tekmovanj, sta spremenljivki dolžina zaleta in hitrost vetra v tangencialni smeri. Namen raziskovalne študije je bil proučiti nekatere vidike relacij med obema neodvisnima spremenljivkama in kriterijsko spremenljivko dolžino skoka. Na finalnem posamičnem tekmovanju 24. 03. 2013 v Planici, kjer je nastopilo 30 najbolje uvrščenih skakalcev v svetovnem pokalu, je bila ugotovljena statistično značilna korelacija ($p < 0.01$) med spremenljivko hitrost vetra v tangencialni smeri in dolžino poletov pri obeh tekmovalnih serijah. Teoretična analiza je ob upoštevanju nekaterih praktičnih rezultatov pokazala, da je faktor zaletišča nekoliko precenjen in tako so lahko skakalci pri povišanju zaletnega mesta nekoliko bolj oškodovani in pri znižanju zaletnega mesta nekoliko bolj nagrajeni. Pri izračunu korekcijskih točk zaradi vpliva vetra se hipotetično kaže vse večji problem pri uporabi sedanjega linearnega modela. Kot kažejo nekateri teoretični argumenti, bi bil bolj ustrezen nelinearni model izračuna korekcijskih točk. Ta pride do izraza pri velikosti hitrosti vetra, ki presega mejo 1 m/s.

Ključne besede: smučarski poleti, tekmovalna uspešnost, faktor dolžine zaletišča, faktor vpliva vetra.



Evaluation of the competitive performance of ski jumpers considering the inrun length factor and the wind factor

Abstract

The competitive performance of ski jumpers is a complex dependent variable defined by several independent variables. Those which are known and are already considered in the evaluation of the competitive performance of ski jumpers at the top competition level also include the variables inrun length and wind speed in a tangential direction. The purpose of the research study was to examine some aspects of the relations between both independent variables and the criterion variable of jump length. In the final single competition held on 24 March 2013 in Planica, where the 30 best ranked ski jumpers in the world cup participated, a statistically significant correlation was established ($p < 0.01$) between the variable of wind speed in a tangential direction and flight length in both competition series. A theoretical analysis taking some practical results into account showed that the inrun factor was slightly overestimated, so the ski jumpers were slightly disadvantaged when the starting bar was heightened and gained some advantages when it was lowered. Use of the current linear model is hypothetically increasingly problematic when calculating correction points due to the effect of the wind. As shown by some theoretical arguments, a non-linear model of the calculation of correction points would be more appropriate. It is more practical when the wind speed is high, exceeding 1 m/s.

Key words: ski jumping, competitive performance, inrun length factor, wind factor

■ Uvod

V letu 2009 je mednarodna smučarska zveza v poletnem delu na najvišji ravni tekmovalni prvič poskusno uporabila nov način ovrednotenja tekmovalne uspešnosti smučarjev skakalcev. Sprememba je nastala pri ovrednotenju dolžine skoka zaradi vpliva vetra in spremembe zaletnega mesta znotraj posamezne tekmovalne serije.

Mednarodna smučarska zveza je omenjeno metodo uporabila zaradi naslednjih dveh ključnih razlogov:

- zaletno mesto se lahko spremeni znotraj posamezne serije (ni več ponovitev serije pri predolghih skokih);
- dolžina skoka se ob upoštevanju vpliva vetra lahko bolj pravično določi glede na gibalno tehnično uspešnost skakalca.

V sezoni 2009/10 je bila tekmovalna uspešnost smučarjev skakalcev na svetovnem pokalu in svetovnem prvenstvu že v celoti ovrednotena po novem pravilu. Po štirih letih veljavnosti omenjena pravila se odpira vprašanje njegove natančnosti in pravičnosti. Novo ovrednotenje tekmovalne uspešnosti je občasno povzročilo določene nejasnosti in nerazumevanje, kar pa je pri spremljanju vrhunskih skakalcev povzročilo več dilem in dvomov glede pravičnosti uporabe novega pravila.

Vprašanje pa je: "Ali je današnja metoda za ovrednotenje tekmovalne uspešnosti smučarjev skakalcev zaradi spremembe zaletnega mesta in vpliva vetra res dovolj natančna oziroma posledično pravična?"

Predmet pričujoče študije je analiza ovrednotenja tekmovalne uspešnosti smučarjev skakalcev glede na nova pravila, ki ovrednotijo dolžino skoka z dodatnimi točkami zaradi vpliva vetra in spremembe dolžine zaletišča.

■ Metode dela

Metoda dela vključuje metodo teoretične (Vaverka, 1987) in eksperimentalne analize tekmovalne uspešnosti smučarjev skakalcev.

Vzorec merjencev je zajemal smučarje skakalce, ki so nastopili na finalni nedeljski tekmi 24. 03. 2013 v Planici. Na tej tekmi je v obeh serijah nastopilo 30 najbolje uvrščenih skakalcev v svetovnem pokalu. V obeh serijah so tekmovalci nastopili iz enakega zaletišča (glej rezultate na www.fis-ski.com).

Analiza je potekala na vzorcu naslednjih spremenljivk:

- **Dolžina skoka (m):** Izmerjena in preračunana v točke je bila po predpisih mednarodne smučarske zveze FIS. Dolžina skoka, izmerjena do pol metra natančno, se na vsaki skakalnici preračuna v točke, ki so odvisne od velikosti skakalnice. Izhodišče za izračun predstavlja kalkulacijska točka K, ki pomeni 60 točk. Daljši skoki povečujejo število točk, krajši skoki pa zmanjšujejo število točk.
- **Zaletna hitrost (km/h):** Izmerjena je bila po pravilih mednarodne smučarske zveze FIS. Podatki so povzeti iz uradnih rezultatov izbranih tekmovalnih serij.
- **Višina leta osi kolčnega sklepa v vertikalni smeri v točki 112 m glede na snežno podlago doskočišča (m):** Izmerjena je bila s pomočjo dvodimenzionalne kinematične analize (2D). Krivulja leta je bila posneta z video kamero s frekvenco 30 posnetkov na sekundo. Kamera je bila postavljena pravokotno na krivuljo leta. Os kamere je bila locirana na višino 4,5 m nad snežno podlago, bila je označena in razvidna s pomočjo senzorja za merjenje hitrosti vetra na nasprotni strani letalnice. Senzor za merjenje hitrosti vetra je bil nameščen na vrh vertikalno postavljenega droga točno na točko, oddaljeno 112 m od roba letalnice. Os senzorja je bila na višini 4,5 m nad snežno podlago. Vidljivost v času snemanja je bila dobra. Posnetki so omogočili dobro izmero višine leta.
- **Hitrost vetra v tangencialni smeri glede na krivuljo leta (m/s):** Izmerjena je bila po pravilih mednarodne smučarske zveze FIS. Veter se izmeri za vsakega skakalca posebej v realnem času leta v petih ločenih točkah vzdolž doskočišča skakalnice. V vsaki točki se izmeri:

- smer delovanja vetra,
- hitrost vetra (m/s).

V vsaki točki se vektorsko izračuna hitrost vetra v tangencialni smeri s pomočjo cosinusne funkcije kota med tangento in smerjo rezultantne sile učinkovanja vetra. Pri vrednosti kota $\alpha = 0$ kotnih stopinj je vrednost 1 in pri kotu $\alpha = 90$ kotnih stopinj je vrednost enaka 0. Na podlagi velikosti vetra v tangencialni smeri v vseh petih točkah se nato izračuna povprečna vrednost hitrosti vetra v tangencialni smeri. Tako dobljena vrednost služi za izračun korekcije dolžine skoka. Podatki o velikosti vetra v tangencialni smeri so bili povzeti iz uradnih rezultatov izbranih tekmovalnih serij.

- **Sprememba dolžine zaletišča (m):** Podatki so povzeti iz uradnih rezultatov izbranih tekmovalnih serij.

Metoda za ovrednotenje tekmovalne uspešnosti zaradi spremembe višine zaletnega mesta: Višina zaletnega mesta vpliva na velikost zaletne hitrosti in s tem seveda tudi hitrosti vzleta. Z novim pravilom se lahko zaletno mesto glede na prvega tekmovalca, ki je že opravil svoj skok, poveča ali pomanjša. Temu ustrezno se tudi poveča ali pomanjša število točk dosežene dolžine skoka. Sprememba točk dolžine skoka se izračuna po formuli:

$\Delta DS = GF \times \Delta DZ$, pri čemer uporabljeni simboli pomenijo: ΔDS – sprememba točk pri preračunu dolžine skoka, povzročena zaradi spremenjene dolžine zaletišča; GF – ocena faktorja spremembe dolžine zaletišča za 1 m, ki se določi pred tekmovaljem za vsako skakalnico posebej (npr. 7.74 točke za 1 m); ΔDZ – dejanska sprememba dolžine zaletišča znotraj posamezne tekmovalne serije.

Metoda za ovrednotenje tekmovalne uspešnosti zaradi vpliva hitrosti vetra v tangencialni smeri: K izmerjeni in preračunani dolžini se skoka se prištejejo ali odštejejo točke, ki jih povzroči hitrost vetra določena v tangencialni smeri. Uporabi se formula:

$\Delta w = TWG \times FVS$, pri čemer pomeni:
 Δw – sprememba točk dolžine skoka, povzročena zaradi učinka vetra na dolžino skoka (m);
 TWG – hitrost vetra tangencialno – povprečna vrednost (m/s);
 FVS – faktor vpliva hitrosti vetra zaradi velikosti skakalnice.

Faktor vpliva hitrosti vetra (FVS) se zaradi velikosti skakalnice praviloma izračuna po formuli:

$$FVS = (HS - 36)/20$$

HS – velikost skakalnice – hill size (m)

Primer izračuna:

Velikost skakalnice HS = 130 m, dolžina skoka DS = 119,5 m, veter v hrbet je -1,00 m/s

$$\Delta w = 1.00 \times [(130 - 36)/20] = 1.00 \times 4.7 = +4,7 \text{ točke}$$

V končen seštevek se zaradi vetra v hrbet prišteje + 4,7 točke.

Na letalnica pa velikost faktorja vpliva hitrosti vetra lahko določi tudi vodstvo tekmovanja ob upoštevanju specifičnih okoliščin posamezne letalnice (v Planici je bil v letu 2010 ta faktor 10.74 točk za 1 m/s, v letu 2013 pa 12 točk za 1 m/s).

Vpliv vetra na tekmovalno uspešnost smučarjev skakalcev je seveda odvisen tudi od smeri vetra glede na tangencialno smer delovanja vetra. Če deluje veter v hrbet skakalca, se točke za dolžino skoka prištejejo, če deluje v prsa, se točke za dolžino skoka odštejejo.

Rezultati in razlaga

Rezultati osnovne statistične analize v raziskavo vključenih spremenljivk so prikazani v Tabeli 1.

Dolžina poletov v obeh tekmovalnih serijah je bila v najmočnejši statistično značilni korelaciji ($p < 0.01$) s spremenljivko hitrost vetra v tangencialni smeri. Korelacija je bila celo nekoliko višja kot pri spremenljivki višine leta skakalca v točki 112 m od roba odskočne mize.

Ovrednotenje tekmovalne uspešnosti ob upoštevanju spremembe dolžine zaletišča

Zaletna hitrost smučarja skakalca pomeni tudi vpliv na hitrost vzleta in posledično hitrost leta. Pri vzletu dominira vodoravna komponenta vzletne hitrosti (v_x). Sprememba vrednosti te hitrosti za 1 m/s (3,6 km/h) bi povzročila

Tabela 1: Rezultati osnovne statistične analize, nedelja, 24. 03. 2013, posamično tekmovanje, prva in druga serija, dopoldan 10.00h–12.03h

Nedelja 24. 03. 2013	DS	ZH	W	VL
Prva serija n = 31, G21				
MIN	159,0	104,6	-3.1	2,9
MAX	218,0	106,3	8.5	7,9
SD	12,7	0,50	2,6	1,2
MEAN	196,6	105,3	2,3	5,8
Korelacija z DS		.38*	-.51**	.50**
Druga serija n = 30, G22				
MIN	171,5	104,7	-5.0	4,0
MAX	217,5	106,5	9.7	8,1
SD	13,8	0,44	2,8	1,0
MEAN	197,3	105,6	2,8	6,0
Korelacija z DS		.15	-.66**	.43*

Legenda: DS – dolžina skoka (m), ZH – zaletna hitrost (km/h), W – jakost vetra v tangencialni meri letenja (točke korekcije dolžine skoka), VL – višina leta (m).

čila vsako sekundo leta približno 1 m daljši skok. Spremembo dolžine skoka v horizontalni smeri (ΔDS_x) se izračuna po formuli:

$$\Delta DS_x = \Delta v_x \times t,$$

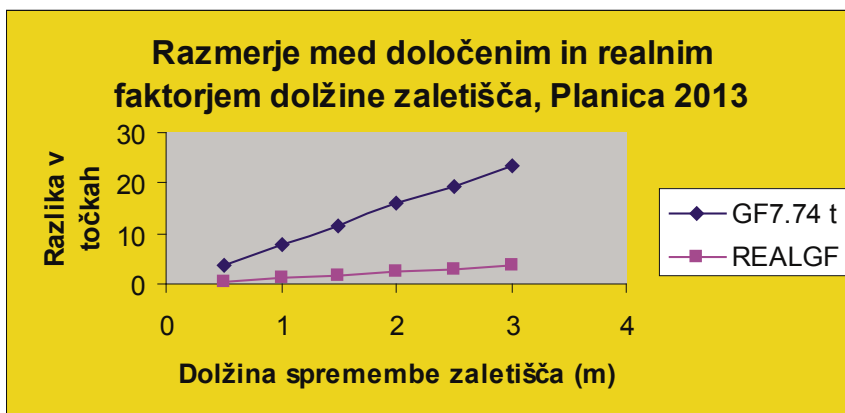
pri čemer pomeni: Δv_x – velikost spremembe zaletne hitrost v horizontalni smeri, t – čas leta ob upoštevanju horizontalne komponente x.

Čas leta na skakalnicah je odvisen od njihove velikosti in dolžine skokov (Gasser, 2008). Na najmanjših skakalnicah lahko znaša 1 sek, na največjih letalnicah pa tudi več kot 7 sekund. Seveda je treba ob izračunu upoštevati predpostavko, da to velja zgolj za istega tekmovalca in pri istem skoku, pri katerem se mehanske značilnosti leta ne spreminjajo.

Upoštevati pa je treba naklon doskočišča in krivuljo leta, ki je za skakalce različna. S povečanjem naklona doskočišča se povečuje tudi dolžina skoka. Na skakalnici se naklon doskočišča spreminja od cca. 25 do 38 kotnih stopinj. Na letalnici v Planici polet 200 m traja približno 6 sekund. Pri povečani hitrosti za 1 m/s bi skakalec podaljšal dolžino poleta za najmanj 6 m (7,2 točke) in največ 7 m (8,4 točke). Pri hitrosti, povečani za 1 km/h, bi bila ta razlika od 1.67 m (2 točki) do 1.94 m (2,33 točke).

Na sobotnem ekipnem tekmovanju 23. 3. 2013 v Planici je v prvi tekmovalni seriji tretja skupina skakalcev nastopila z zaletnega mesta št. 22 in četrta skupina z zaletnega mesta št. 19. Razlika v povprečni zaletni hitrosti je znašala 0.8 km/h (0,2 m/s). Ta razlika je povzročila spremembo dolžine poleta za približno 1,34 m (1,61 točke) do 1,55 m (1,86 točke). Razlika v dolžini obeh zaletov je bila 1.52 m. Po FIS določilo ob upoštevanju faktorja (7,74 za 1 m) je to pomenilo 11,76 točke oziroma slabih 10 m razlike v dolžini skoka. Dejanska razlika (Slika 1) pa je znašala v povprečju 1.5 m (1,8 točke).

Obstaja verjetnost, da so bili skakalci, ki se jim je dolžina zaletnega mesta znotraj serije spremenila, ali preveč oškodovani ali pa pa preveč nagrajani. Namen Mednarodne smučarske zveze FIS je bil povsem upravičen, da se z nižanjem zaletišča ne oškoduje (predvidoma predvsem najboljših skakalcev). To je v zadnji tekmovalni sezoni 2012/13 povzročilo tudi taktiziranje trenerjev, ki so z lastnim izborom nižjega zaletnega mesta računali na to dokaj neupravičeno nagrado. Nekaterim se je ta izbor posrečil (npr. zmaga Kamila Stocha na svetovnem prvenstvu v Predazzu 2013 na večji skakalnici), v večini primerov pa ne.



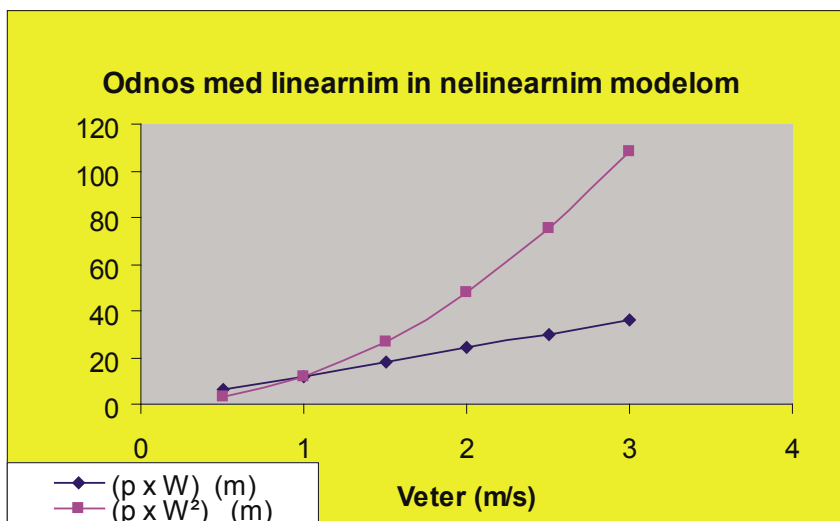
Slika 1: Razlika med vnaprej določenimi korekcijskimi točkami zaradi spremembe dolžine zaletišča in realno oceno omenjenih točk na podlagi spremembe zaletne hitrosti, sobotno ekipno tekmovalje v Planici 23. 3. 2013.

Ovrednotenje tekmovalne uspešnosti ob upoštevanju vpliva hitrosti vetra v tangencialni smeri

Trenutno veljavna metoda določitve smeri in sile vetra v tangencialni smeri krivulje leta odpira več vprašanj in problemov:

- Izračun korigiranih točk zaradi vpliva vetra temelji na linearnem modelu. Na manjših skakalnicah (morda do HS100 m) pri manjšem učinkovanju vetra (do 1 m/s) je morda ta model še ustrezen. Na večjih skakalnicah in predvsem letalnicah pa linearni model ni dobra rešitev. Učinki aerodinamičnih sil delujejo nelinearno glede na velikost hitrosti leta (s kvadratom te hitrosti). Zato bi se moralo pri izračunu korekcijskih točk upoštevati nelinearno transformacijo. Pri majhni vrednosti hitrosti vetra zadeva ni problematična. Z naraščanjem vrednosti hitrosti vetra pa se učinek

verjetno povečuje s kvadratom izmerjene vrednosti. To zahteva spremembo formule za izračun korekcijskih točk, ki bo temeljila na nelinearnem modelu (Tabela 2):



Slika 2: Odnos med linearnim in nelinearnim modelom, primer – letalnica v Planici 2013.

Tabela 2: Linearni in nelinearni model izračuna korekcijskih točk na podlagi velikosti hitrosti vetra

W (m/s)	(p x W) (m)	(p x W ²) (m)	razlika v metrih
0,5	6	3	-3
1,0	12	12	0
1,5	18	27	+9
2,0	24	48	+24
2,5	30	75	+45
3,0	36	108	+72

Linearni model: $\Delta DS' = (p \times W)$ oziroma $\Delta DS' = (p \times W)$

Nelinearni model: $\Delta DS' = (p \times W^2)$ oziroma $\Delta DS' = (p \times W^2)$

Primer izračuna: Faktor p je povzet za letalnico v Planici, p = 12 m za W=1 m/s

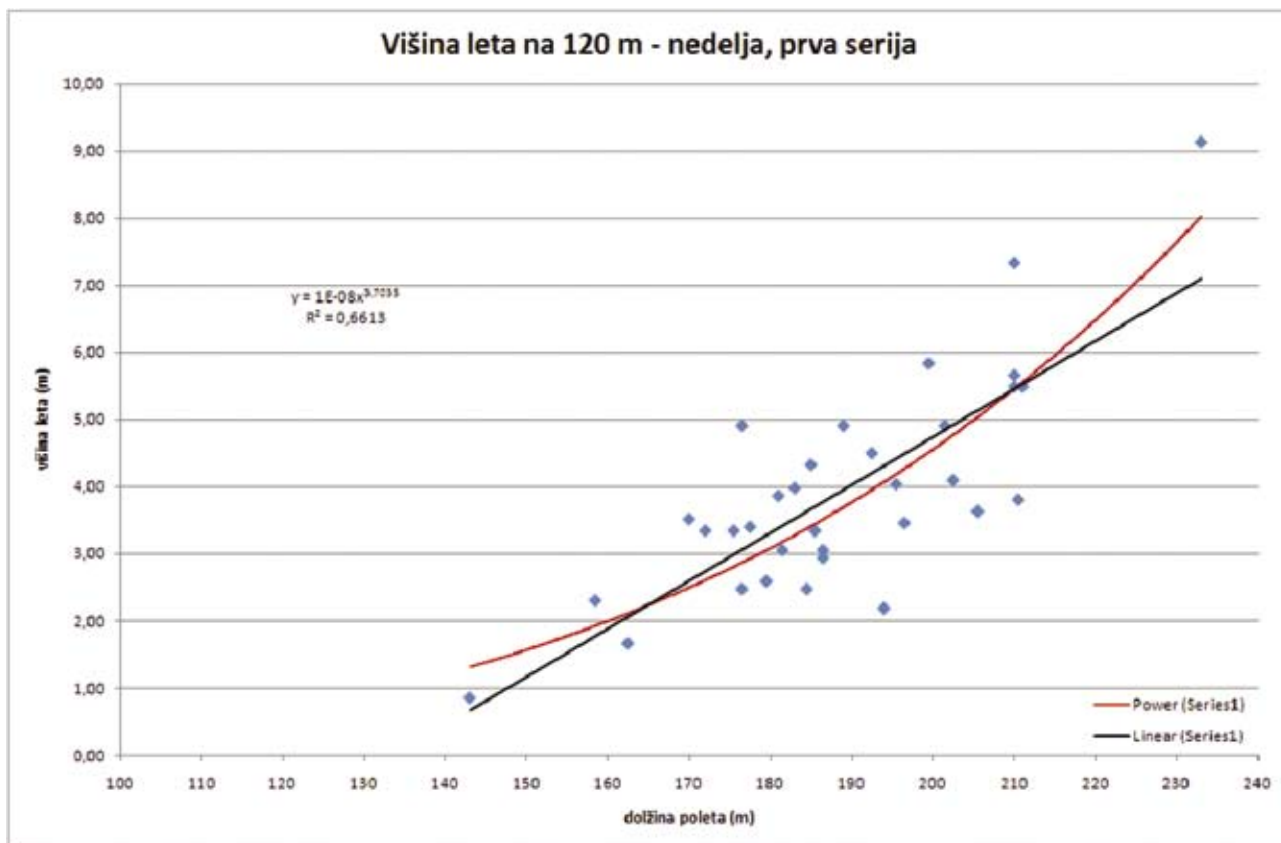
Pri nizkih vrednostih hitrosti vetra (do 1 m/s) so razlike med modeloma minimalne (Slika 2). Pri porastu vrednosti hitrosti vetra preko vrednosti 1 m/s se razlike močno povečujejo.

Ob predpostavki, da bi skakalec skočil pri vetru 2,0 m/s, bi se dolžina poleta 200 m podaljšala pri linearnem modelu na 224 m in pri nelinearnem modelu na 248 m. Pri vetru 3 m/s pa bi bil prirastek pri nelinearnem modelu kar 108 m. To bi lahko pomenilo celo dolžino poleta preko 300 m. Nekaj podobnega se je prav gotovo zgodilo pri poletu Simona Ammana, dolgem 233 m v Planici leta 2009 (Slika 3). Regresijska premica med višino leta in dolžino poleta je pokazala, da je imel SA pri poletu 233 m izjemno višino, ki je močno preseгла regresijsko premico. Drugače rečeno, SA bi lahko dosegel omenjeno dolžino pri precej

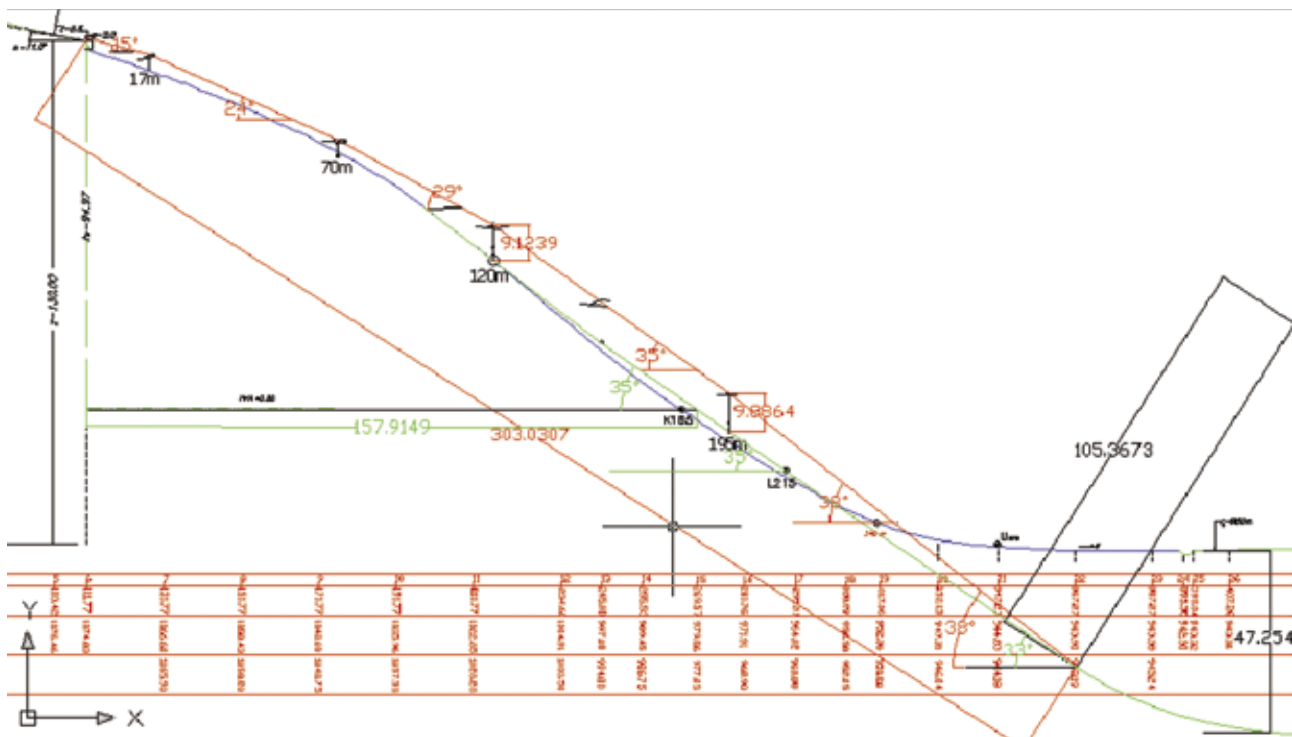
nižji krivulji leta. Verjetno je na znaten dvig krivulje leta poleg odlične tehnike leta vplival tudi močan veter, delujoč v prsi skakalca z močnim termičnim vzgonskim vplivom.

Simulacija povečane letalnice v Planici je pokazala (Slika 4), da bi Simon Ammann s tem poletom na povečani planiški letalnici poletel kar 303m (Jošt, 2010).

Razvoj najdaljših poletov je in bo predvsem odvisen od pogojev, v katerih bo vodstvo tekmovalj dovoljevalo iz



Slika 3: Regresijska krivulja med višino krivulje leta v točki 120 m in dolžino poletov na planiški velikanki (Jošt, 2010).



Slika 4: Simulacija poleta Simona Ammann 303 m, temelječa na njegovem poletu 233 m z dne 22. 3. 2009, doseženim v prvi tekmovalni seriji v Planici (Jošt, 2010).

vedbo poletov. V Planici se bo verjetno prav ta faktor zaradi možnega močnega vzgonskega termičnega vetra izkazal kot najpomembnejši faktor nadaljnega razvoja svetovnega rekorda.

Pri uporabi linearnega in predvsem nelinearnega modela se kaže problem določiti izhodiščni ponder za izračunavanje korekcijskih točk zaradi vpliva hitrosti vetra v tangencialni smeri. Skakalec ima pri letu različno vzletno hitrost, ki je odvisna od velikosti skakalnice. To pa vsekakor ni ničelna hitrost in z velikostjo skakalnice narašča.

Problematika vpliva vetra na dolžino skokov je prav gotovo kompleksna in zadeva tudi naslednje probleme:

- Tangencialna smer se na različnih skakalnicah kaže z vidika optimiziranja dolžine skoka različno. V prvem delu leta pri nizkem kotu med tangento leta in horizontalno osjo (20 kotnih stopinj) je situacija povsem drugačna kot v ključnem delu leta (40 kotnih stopinj). Na majhnih skakalnicah morda te spremembe niso značilne. Na letalnicah pa imajo močan vpliv na dolžino poletov. Izračun temelji na povprečju in ne upošteva omenjenih razlik. Končni izračun vpliva vetra mora bolj upoštevati specifičnost posameznih točk glede na doseženo dolžino skoka oziroma poleta.
- Skakalci letijo pri različnih kotih in lahko manj ali bolj individualno odstopajo od določenega kota tangente na krivuljo leta (Jošt, Kugovnik, Strojnik in Colja, 1997; Jošt, 2010).
- Delovanje vetra je praviloma večsmerno. Tangencialni veter se izračuna matematično ob upoštevanju skupne komponente sile vetra. V realnosti je situacija pri isti izračunani vrednosti v tangencialni smeri lahko za skakalce precej različna. To se je v praksi že pokazalo na primer na tekmovanju v Lahtiju 2013. Pri isti izračunani vrednosti korekcijskih točk so bili nekateri skakalci povsem nemočni in so dosegli bistveno slabše dolžine skoka (vzrok je bil verjetno v močnem stranskem vetru in z njim povezanim turbulentnem zračnem toku). Delno rešuje ta problem omejitev smeri vetra znotraj tangencialnega koridorja.
- Pri izmeri hitrosti vetra so lahko prisotne velike napake zaradi točkovnega

zajema podatkov o vetru. Na letalnicah je lahko na različnih prostorskih točkah nad doskočiščem različen vpliv vetra, ki ga točkovni senzorji ob skakalnici ne zaznajo. Točkovni senzorji hitrosti vetra ne merijo te spremenljivke v osi krivulje leta skakalca. Na letalnici so lahko odmaknjeni od osi krivulje leta tudi več kot 10 m.

- V modelu izračuna korekcijskih točk niso upoštevane značilnosti zračnega toka: V laminarnem zračnem toku je lažje in bolj učinkovito leteti kot v močnem turbulentnem zračnem toku. Močne turbulence ne vplivajo samo na dolžino skoka, ampak tudi na stabilnost položaja sistema skakalec-smučič med letom. To pa pomeni tudi vpliv na varnost poleta. Na letalnicah se lahko med poletom bistveno spreminjajo značilnosti zračnega toka pri istem skakalcu v različnih segmentih poleta in med posameznimi skakalci. Te spremembe niso upoštevane in se vedno izračunajo kot povprečne vrednosti.
- Izračun korekcijskih točk temelji zgolj na objektivni oceni smeri in velikosti sile vetra. Ne upošteva pa subjektivnih okoliščin, ki jih sprožajo različne situacije. Izvesti optimalno tehniko odskoka in leta pri močnem vetru v hrbet je mnogo težje kot pri močnem vetru v prsa. To je npr. tako, kot bi košarkarju pri prostih metih povečali težo žoge (verjetno bi povsem drugače zadeval pri uporabi trikrat težje žoge). S tega zornega kota bi moral biti pri vetru v hrbet ponder izračuna korekcijskih točk dolžine skoka večji.
- Izračun korekcijskih točk ne upošteva značilnosti tehnike leta smučarjev skakalcev. Vsak položaj skakalca ima svojo aerodinamično učinkovitost in je različno odvisen od aerodinamičnih sil med letom seveda v povezavi s hitrostjo letenja, ki učinke teh sil povečuje s kvadratno funkcijo (Seo, Murakami in Yoshida, 2004; Virnavirta, Kiveskas in Komi, 2001; Virnavirta, Isolehto, Komi, Bruggemann, Muller in Schwameder, 2005).
- Izračun korekcijskih točk ne upošteva morfoloških značilnosti sistema skakalec-smučič. Na učinkovitost leta vpliva spremenljivka BMI in predvsem telesna teža (Schmolzer in Müller, 2002). V zadnjem letu je bila spremenjena tudi velikost skakalnega dresa, ki je z manj-

šim volumnom povzročila poslabšanje aerodinamične učinkovitosti v fazi leta. Zanimivo je, da Mednarodna smučarska zveza FIS predpisuje velikost dresov zgolj po zunanjih telesnih merah, ne upošteva pa telesne teže ali telesno-masnega indeksa BMI. Skakalci z višjo vrednostjo BMI bi lahko imeli nekoliko večji dres, s čimer bi bili bolj konkurenčni lažjim skakalcem.

Sklepne ugotovitve raziskave:

- V okviru novega pravila, ki dopušča spremembo zaletnega mesta znotraj ene tekmovalne serije smučarjev skakalcev, je težko natančno opredeliti ponder za izračun točk tekmovalne uspešnosti, ki jih prinaša sprememba zaletišča. Prav gotovo pa je bil ta faktor (7,74 točke za 1 m) za skakalce na letalnici v Planici 2013 previsok. V realnosti je faktor zaleta znašal precej manj, približno 1,22 točke za 1 meter spremenjene dolžine zaleta. Znižanje zaletnega mesta pomeni za posameznega skakalca tudi psihološki stres in lahko močno poslabša tekmovalno zmogljivost. S tega zornega kota je prav, da je ponder višji in morda celo ustreza trenutnemu stanju. To je stvar strokovne presoje Mednarodne smučarske zveze FIS. Seveda pa v vsakem primeru sprememba zaletnega mesta znotraj posamezne serije pomeni objektivno različne štartne pogoje. Zato bi morala biti sprememba zaletnega mesta izvedena kot najbolj nujen izhod v najbolj kritičnih situacijah, ki ogrožajo izvedbo posamezne tekmovalne serije (serije ni mogoče prekiniti in začeti znova) ali varnost posameznih tekmovalcev (npr. pri vztrajanju na previsokem zaletnem položaju).
- Izračun korigiranih točk pri novem pravilu, ki upošteva vpliv hitrosti vetra v tangencialni smeri, temelji na linearnem modelu. Na manjših skakalnicah (morda do HS100 m) pri manjšem učinkovanju vetra (do 1 m/s) je morda ta model še ustrezen. Na večjih skakalnicah in predvsem letalnicah pa linearni model ni dobra rešitev. Učinki aerodinamičnih sil delujejo nelinearno glede na velikost hitrosti leta (s kvadratom te hitrosti). Zato bi se moralo pri izračunu korekcijskih točk upoštevati nelinearno transformacijo, ki lahko ob močnejših sunkih vetra bistveno bolj vplivajo na tekmovalno uspešnost smučarjev skakalcev. Pri tem pa lahko skakalec preveč

pridobi ali izgubi pri izračunu končne tekmovalne uspešnosti.

Uporaba novega pravila za ovrednotenje tekmovalne uspešnosti odpira več dilem in problemov, ki upravičeno odpirajo dvom v večjo pravičnost njegove aplikacije. Situacija, v kateri se trenutno nahaja vodstvo tekmovanj v smučarskih skokih, pa je težavna. Po mnenju večine strokovnjakov je uporaba novega pravila nujna, saj rešuje nekaj težkih problemov, ki so bili prisotni pred uvedbo pravila. Še vedno prevladuje skupno prepričanje, da je boljše uporabiti trenutno veljavno pravilo, kot pa stopiti korak nazaj in pravilo odpraviti. Treba pa je storiti korak naprej v smislu iskanja še bolj tehnološko izpopolnjenih merilnih instrumentov za določanje velikosti spremenljivk, ki vplivajo na tekmovalno uspešnost skakalcev ne glede na njihovo tehnično učinkovitost.

■ Literatura in viri

1. Gasser, H.H. (2008). *Skisprungschanzen Bau – Normen 2008* (Ausführungsbestimmungen zu Art. 411 der IWO Band III – Juni 2008). Oberhofen: FIS. (<http://www.fis-ski.com/>)
2. Jošt, B. (2010). Simulacija krivulje profila letalnice HS 300m na podlagi kinematične analize 233 metrov dolgega poleta Simona Ammanna v Planici 2009. *Šport*, 3-4, 130–135.
3. Jošt, B., Kugovnik, O., Strojnik, V. in Colja, I. (1997). Analysis of kinematic variables and their relation to the performance of ski jumpers at the World championship in ski flight at Planica in 1994. *Kinesiology - International Scientific Journal of Kinesiology and Sport*, 29 (1), 35–44.
4. Muller, W. (2002). *The New Jumping Hill in Innsbruck: Designed by means of flight path simulations*. Proceedings of WCB, Calgary 2002.
5. Schmolzer, B. in Muller, W. (2002). The importance of being light: aerodynamic forces and weight in ski jumping. *Journal of Biomechanics* 35, 1059–1069.
6. Seo, K., Murakami, M. in Yoshida, K. (2004). Optimal flight technique for V – style ski jumping. *Sports Engineering* 7, 97–104.
7. Vaverka, F. (1987). *Biomechanika skoku na lyžiči*. PA Olomouc.
8. Virnavirta, M., Kiveskas, J. Komi, P.V. (2001). Take-off aerodynamics in ski jumping. *Journal of Biomechanics* 34 (4), 465–470.
9. Virnavirta, M., Isolehto, J., Komi, P.V., Bruggemann, G.P., Muller, E. in Schwameder, H. (2005). Characteristics of the early flight phase in the Olympic ski jumping competition. *Journal of Biomechanics* 38, 2157–2163.

prof. dr. Bojan Jošt, prof. šp. vzg.
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport –
Katedra za filozofijo športa
e-pošta: bojan.jost@fsp.uni-lj.si