



Blaž Lešnik¹,
Eva Podovšovnik Axelsson², Matej Supej¹

Vpliv štartne številke in smuči izbranega proizvajalca na rezultate vrhunskih tekmovalcev v alpskem smučanju

Izvleček

Na vzorcu 107 vrhunskih alpskih smučarjev smo želeli ugotoviti povezanost 1) med štartno številko tekmovalca in doseženimi časi v posameznih odsekih proge in 2) povezanost med doseženimi časi v posameznih odsekih proge in proizvajalcem smuči v slalomu na tekmovanju za evropski pokal. Slalomska postavitve je bila razdeljena na 8 odsekov, za vsak odsek posebej kot tudi za celotno postavitve pa smo s pomočjo kinematične analize izmerili dosežene čase ter izračunali relativne zaostanke tekmovalcev. Štartna številka in najpogosteje zastopani proizvajalec smuči (Fischer) sta prispevala 53,2 % pojasnjene variance k skupnemu doseženemu času. Dokazali smo tudi, da je parcialen vpliv štartne številke na doseganje časa v vseh osmih odsekih statistično značilen, medtem ko je bil vpliv proizvajalca smuči Fischer na doseganje časov v osmih odsekih proge statistično značilen le v zadnjem odseku (PT/8). Na tekmovanjih v alpskem smučanju je rezultat odsekov proge in končni rezultat močno pogojen s štartno številko, po drugi strani pa podobnega vpliva smuči na delni oz. končni rezultat nismo potrdili.

Ključne besede: evropski pokal, kinematika, slalom, proizvajalci smuči, čas.



Influence of the starting number and skis of a selected manufacturer on elite alpine skiing competitors' results

Abstract

Using a sample of 107 elite Alpine skiers, we aimed to establish whether there was any relationship between: 1) a competitor's start number and the times they achieved in individual course sections; and 2) the times achieved in individual course sections and the manufacturer of the skis used in Slalom competitions at the Europa Cup. The slalom course was divided into eight sections; the times achieved in each section and in the entire course were measured separately with a kinematic analysis and the relative lags of the competitors were calculated. The start number and the most commonly used ski manufacturer (Fischer) contributed 53.2% of the explained variance to the overall time. We also proved that the partial effect of the start number on the time achievement in all eight sections was statistically significant, whereas the effect of the ski manufacturer Fischer on the achieved times in eight sections of the course was statistically significant only in the last section (PT/8). In Alpine skiing competitions the times in the course sections and the final time are strongly influenced by the start number, whereas a similar influence of the skis on the partial or final result was not confirmed.

Key words: European Cup, kinematics, slalom, ski manufacturers, time

¹Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, Gortanova 22, Ljubljana

²Univerza na Primorskem, Fakulteta turističnih študij – Turistica, Obala 11a, Portorož

■ Uvod

Alpsko smučanje sodi v skupino kompleksnih športov, pri katerih je uspešnost na tekmovanjih odvisna od množice dejavnikov (Bandalo in Lešnik, 2009; Černohorski in Pustovrh, 2008; Lešnik, 1996). Različna konfiguracija smučarskih terenov in spremenljivi pogoji na tekmovanjih zahtevajo od tekmovalcev visoko stopnjo smučarskih znanj in sposobnosti. Pri ugotavljanju dejavnikov uspešnosti je zato v primerjavi s športi, ki potekajo v nespremenljivih pogojih, v smučanju mnogo težje zajeti in izmeriti vse, kar vpliva na izvedbo smučarskih zavojev.

Izvedba meritev v kompleksnih tekmovalnih smučarskih pogojih je zahtevna naloga. Zato so meritve najpogosteje izvedene v prilagojenih pogojih, ki so po navadi precej daleč od realne tekmovalne situacije. Raziskave, ki so bile izvedene v realni tekmovalni situaciji, so torej redke, predvsem pri meritvah vrhunskih alpskih smučarjev pa je pogost problem tudi majhen vzorec merjencev. Na področju alpskega smučanja je bilo v preteklosti kljub temu narejenih mnogo raziskav. Te posegajo na področje tekmovalnega smučanja in ugotavljanje različnih vplivov na uspešnost na tekmovanjih (Ducret, Ribot, Vargiolu, Lawrence in Midol, 2005; Luethi in Denoth, 1987; Savolainen, 1989; Supej, 2008; Supej, Kugovnik in Nemec, 2002; Thompson, Friess in Knapp li, 2001). Pri proučevanju uspešnosti mlajših kategorij tekmovalcev so bili avtorji raziskav bolj osredotočeni na proučevanje osnovnih in specialnih motoričnih sposobnosti, antropometričnih in tudi psiholoških značilnosti (Dolenec, 1996; Lešnik, 1996). Pri vrhunskih tekmovalcih je ob ustrezni psihofizični pripravljenosti doseganje dobrih rezultatov v veliki meri pogojeno tudi s stopnjo obvladavanja tekmovalne smučarske tehnike (Federolf idr., 2008; Supej, Kugovnik in Nemec, 2002; Supej, Kugovnik in Nemec, 2004), telesno pripravljenostjo, sposobnostjo koncentracije, motivacijo (Duda in White, 1992; Tušak, 1999; Tušak, 2000; Vallerand in Fortier, 1998), najverjetneje

pa tudi s kakovostjo opreme in še nekaterimi drugimi dejavniki.

Analize različnih tekmovalnih smučarskih tehnik in proučevanje drugih dejavnikov uspešnosti v alpskem smučanju so pomembno pripomogli k razvoju sodobnih načinov smučanja med vratci (Müller idr., 1998; Supej, Kugovnik in Nemec, 2002; Supej, Kugovnik in Nemec, 2004; Supej, Kugovnik in Nemec, 2005). Ti danes težijo k izvedbi zavojev po robnikih brez stranskega oddrsavanja zato, da bi se zmanjšale energijske izgube. V ta namen je bilo v zadnjem času narejenih več raziskav, ki vključujejo nove metode proučevanja energijskih izgub pri različnih izvedbah tekmovalnih smučarskih zavojev (Reid idr., 2009; Supej, 2008; Supej, Kipp in Holmberg, 2011). V posameznih odsekih proge je bilo dokazano, da so lahko tudi med vrhunskimi tekmovalci razlike precejšnje. Znano je dejstvo, da je na tekmovanjih rezultat pogosto odvisen od smučanja v posameznih odsekih proge (Supej in Cernigoj, 2006) in da je končni čas smučanja določene kombinacije vratc lahko zelo odvisen tudi od štartnega zaporedja smučarjev (Supej, Nemec in Kugovnik, 2005). Kljub temu da dokazano število tekmovalcev na progi pušča določene posledice, do sedaj ni bilo opravljenih nobenih raziskav, s katerimi bi skušali ugotoviti, ali štartna številka v tekmovalnih okoliščinah vpliva na doseganje rezultata.

V tekmovalnem smučanju se pogosto govori, da so smučiči določenega proizvajalca »hitrejši« od drugega. Tekmovalci s tem razlogom pomemben del

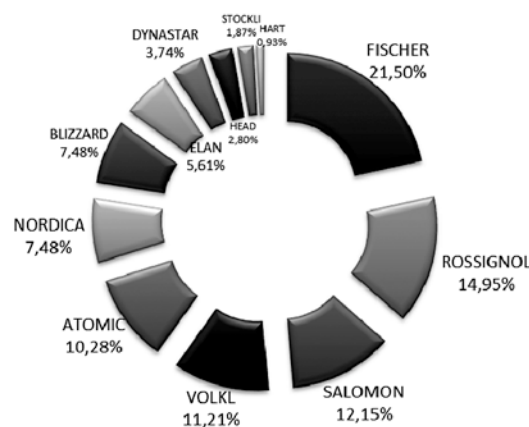
priprav na novo tekmovalno sezono namenjajo tudi testiranju in izbiri najhitrejših smučiči. Slednje je povezano predvsem z izmerjenimi časi cele proge ter občutki tekmovalca na smučeh, ki so narejene in pripravljene glede na značilnosti njegove tehnike smučanja. Do sedaj ne poznamo raziskav, ki bi poskušale uspešnost tekmovalcev na tekmovanjih povezovati s proizvajalcem smučiči, ki jih posamezniki uporabljajo.

Zato sta cilja raziskave 1) proučiti, ali obstajajo povezave med štartno številko tekmovalca in doseženimi časi v posameznih odsekih proge, in 2) ali obstaja povezava med doseženimi časi v posameznih odsekih proge in proizvajalcem smučiči v slalomskem tekmovalju.

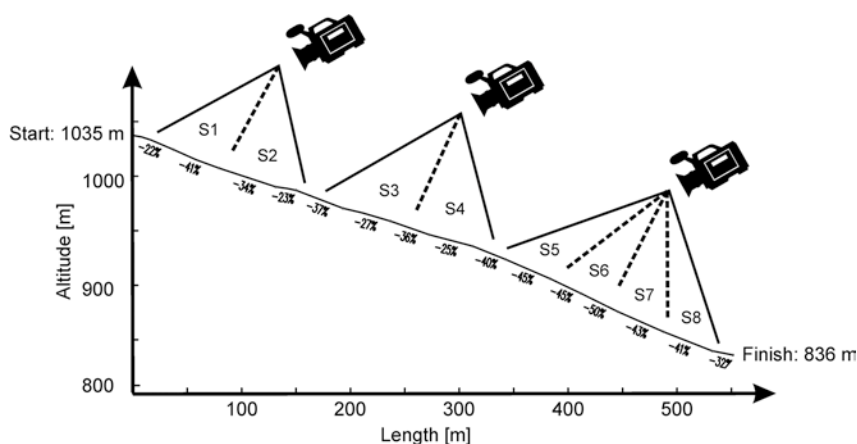
■ Metode

V študijo je bilo zajetih 107 tekmovalcev v prvem teku slaloma za evropski pokal (EC) v Kranjski Gori. Vsi merjenci so bili uradno registrirani pri Mednarodni smučarski zvezi (FIS). Eksperiment je bil izveden z dovoljenjem organizatorja (OK Pokal Vitranc). Izvedbo raziskave je odobrila tudi Etična komisija Fakultete za šport.

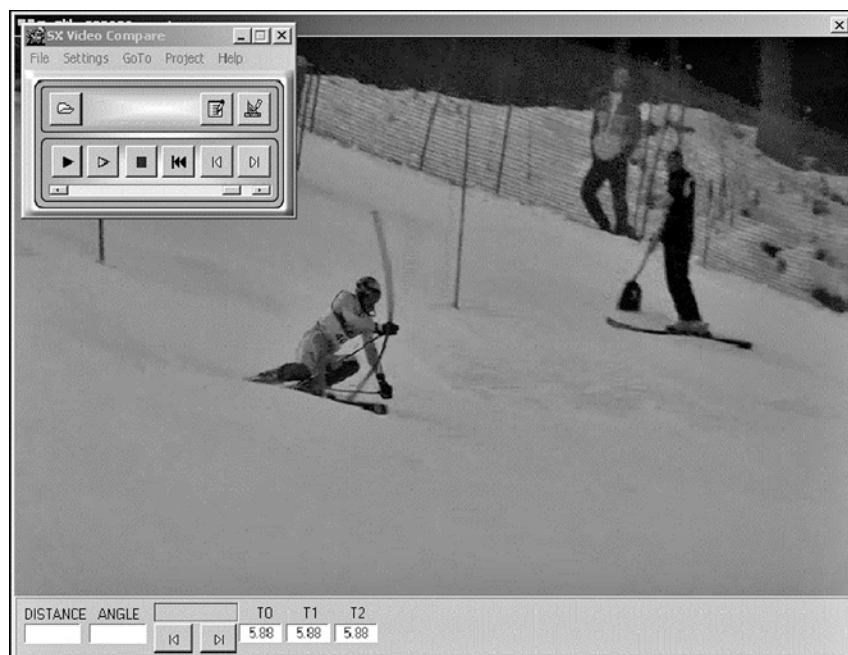
Za celotno populacijo merjencev, ki predstavlja vse tekmovalce na obravnavnem tekmovalju, je na Sliki 1 predstavljena porazdelitev smučiči po znamkah, s katerimi smučajo tekmovalci. Razvidno je, da je največ smučarjev uporabljajo smučiči opremljevalca Fischer, ki predstavlja več kot petino



Slika 1: Deleži tekmovalcev po proizvajalcih smučiči.



Slika 2: Prikaz prečnega preseka terena in postavitve kamer, ki pokrivajo 8 odsekov (S1–S8).



Slika 3: Primer računalniške video analize s programskim paketom SX Video Compare; smučar ob količku.

vzorca. Slednje je hkrati tudi razlog, da smo v nadaljnjo obdelavo rezultatov kot binarno spremenljivko uvrstili le omenjenega proizvajalca smučī.

Na vseh merjenjih smo izvedli meritve kinematike, pri čemer smo uporabili tri visoko resolucijske mini DV kamere Sony HC7 (Sony corp., Tokyo, Japan). S tremi kamerami smo zajeli večji del proge od starta do cilja (Slika 2). Izključen je bil start do prvih vrat, zadnja vrata do cilja in dvojna vrata na prehodih med odseki. S pomočjo »deinterlace« tehnike smo 50 Hz posnetke razdelili na posamezne posnetke v polovični HD vertikalni resoluciji, ki so s pomo-

čjo »bicubic resize« filtra postali HD posnetki v 50 Hz. Video posnetke smo računalniško analizirali v programu SX Video Compare v 3.3 pro (Inetelligent Solutions and Consulting s.p., Slovenia, Kranjska Gora), ki omogoča časovno analizo preko treh štoparic z natančnostjo ± 0.01 s. Posnetki proge iz treh kamer so bili razdeljeni v 8 odsekov glede na terenske značilnosti proge in samo postavitvev količkov (Slika 2). Tako smo dobili čase za 8 zaporednih odsekov slalomske proge za vsakega merjenca.

Podatke smo obdelali s statističnim programom SPSS 17. V prvem koraku smo za vsakega izmed osmih odsekov

(PT/x) in tudi za celotno postavitvev (OT) izračunali osnovne statistične parametre (Mean AT, SD/AT) doseženih časov in razlik doseženih časov oziroma zaostankov (Mean ATD in SD/ATD) ter relativnih zaostankov (Mean ARTD, SD/ARTD). Preverili smo tudi normalnost porazdelitve rezultatov posameznih odsekov proge. V drugem delu raziskave smo s pomočjo regresijske analize ugotovili delež pojasnjene variance vpliva v največji meri prisotnega proizvajalca smučī Fischer in štartne številke na dosežene čase tako v posameznih odsekih kot tudi v celotni postavitvi. Statistično značilnost vpliva štartne številke (SN) in proizvajalca smučī Fischer smo skušali dokazati s pomočjo izračuna statistične značilnosti na ravni 1 oziroma 5 % statističnega tveganja. Normalnost porazdelitve parcialnih časov smo preverili s Kolmogorov-Smirnovim testom za dve skupini (tekmovalci s smučmi Fisher in tekmovalci s smučmi ostalih proizvajalcev). Zaradi normalne porazdelitve smo izločili rezultate, ki so preveč odstopali. Za izračun vpliva štartne številke in proizvajalca smučī na čase posameznih odsekov in skupni doseženi čas slaloma v Kranjski Gori smo uporabili metodo linerane regresije, s katero smo testirali postavljene hipoteze.

■ Rezultati

Iz Tabele 1 je razvidno, da je od skupno 107 tekmovalcev prvi tek slaloma v Kranjski gori končalo 69 tekmovalcev. Največje število odstopov se je zgodilo v šestem odseku proge (8), nobeden tekmovalac pa ni odstopil v petem odseku proge. Najdaljši povprečni čas so tekmovalci dosegali v prvem odseku (PT/1; Mean AT = 5,814 s), medtem ko so v povprečju najhitreje presmučali peti odsek proge (PT/5; Mean AT = 4,251 s). Največje povprečje zaostankov med tekmovalci beležimo v odseku PT/8 (Mean ATD = 0,84 s), medtem ko je bilo najmanjše povprečje zaostankov v četrtem odseku (PT/4; Mean ATD = 0,226 s). Največje in najmanjše povprečje relativnih zaostankov (Mean ARTD) je sovpadalo z največjim in najmanjšim

Tabela 1: Osnovna statistika doseženih časov, razlik in zaostankov tekmovalcev v posameznih odsekih proge in v pretežnem delu celotne postavitve slaloma za evropski pokal v Kranjski Gori

		PT/1	PT/2	PT/3	PT/4	PT/5	PT/6	PT/7	PT/8	OT
N	N1	101	94	90	84	84	76	74	69	69
	N2	6 (0)	13 (7)	17 (4)	23 (6)	23 (0)	31 (8)	33 (2)	38 (5)	----
Mean AT [s]		5,814	5,544	4,395	4,943	4,251	4,922	4,903	4,443	39,2091
SD/AT [s]		0,186	0,189	0,164	0,132	0,146	0,196	0,138	0,253	1,04468
Mean ATD [s]		0,419	0,328	0,339	0,226	0,251	0,351	0,311	0,84	----
SD/ATD [s]		0,191	0,193	0,167	0,16	0,146	0,474	0,153	0,272	----
Mean ARTD [%]		7,76	6,295	8,357	4,804	6,212	7,606	6,771	23,356	----
SD/ARTD [%]		3,540	3,704	4,132	3,4	3,695	10,267	3,342	7,562	----
SKW		0,489	1,059	1,165	0,931	0,647	0,459	0,168	-1,805	0,849
KRT		0,327	2,021	2,599	0,569	0,207	-0,333	-0,025	3,829	1,060

PT/x – izračun doseženih časov tekmovalcev v odseku x (1. do 8. odsek); OT – izračun doseženih časov tekmovalcev v celotni postavitvi; N – število tekmovalcev; N1 – število uvrščenih tekmovalcev; N2 – število diskvalificiranih tekmovalcev kumulativno (v odseku); Mean AT – povprečni čas; SD/AT – standardni odklon povprečnega časa; Mean ATD – povprečni čas zaostanka; SD/ATD – standardni odklon povprečnega časa zaostanka; Mean ARTD – povprečni čas relativnega zaostanka posameznega odseka; SD/ARTD – standardni odklon povprečnega časa relativnega zaostanka posameznega odseka; SKW – asimetričnost; KRT – sploščenost.

povprečjem zaostankov. Rezultati normalnosti porazdelitve so potrdili, da pri doseženih rezultatih vzorca merjenecv ni bilo večjih odstopanj.

Štartna številka in Fisher proizvajalec smučí sta prispevala 53,2 % pojasnjene variance k skupnemu času (OT) prve vožnje (Tabela 2). Preostanek (46,8 %) pojasnjene variance je zajet v drugih vplivih, ki niso bili vključeni v regresijski model. Med odsekom PT/1 in PT/4 je delež pojasnjene variance padel (57,6 % v prvem odseku, 29,2 % v četrtem odseku), nato pa narasel v petem (PT/5; 37,5 %) in šestem odseku (PT/6; 35,8 %), potem pa močno upadel v sedmem odseku (PT/7; 8,2 %) in ponovno narasel v odseku PT/8; 28,2 %).

Tabela 2: Rezultati povezanosti štartne številke in proizvajalca smučí Fischer z uspešnostjo v posameznih odsekih proge in v pretežnem delu celotne postavitve slaloma za evropski pokal v Kranjski Gori

	PT/1-8								OT
	PT/1	PT/2	PT/3	PT/4	PT/5	PT/6	PT/7	PT/8	
Adj. RSq [%]	57,6	44,5	38,8	29,2	37,5	35,8	8,2	28,2	53,2
Sig.F (SN)	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,000**	0,005*	0,050*	0,000**
Sig.F (Fischer)	0,061	0,745	0,147	0,535	0,114	0,341	0,809	0,000**	0,056

PT/x – dosežen čas v odsekih od 1 do 8; OT – dosežen čas v celotni postavitvi; Adj. RSq [%] – % pojasnjene variance; Sig.F(SN) – statistična značilnost vpliva štartne številke na dosežene čase; Sig.F(Fischer) – statistična značilnost vpliva proizvajalca Fischer na dosežene čase; **značilnost vpliva na ravni 1 % tveganja; *značilnost vpliva na ravni 5 % tveganja.

vilke na doseganje parcialnega časa v odsekih od PT/1 do PT/6 je bil statistično značilen na nivoju 1 % tveganja (Tabela 2).

Vpliv proizvajalca smučí (Fischer) na doseganje parcialnih časov v osmih odsekih proge je bil statistično značilen samo v zadnjem odseku (PT/8). V vseh ostalih odsekih od PT/1 do PT/7 pomembnosti vpliva proizvajalca smučí na dosežene rezultate ni bilo.

Razprava

Najpomembnejše ugotovitve raziskave so pokazale, da je na tekmovanjih v alpskem smučanju rezultat posameznih odsekov proge in končni rezultat močno pogojen s štartno številko. Rezultati raziskave kažejo tudi, da smučí ne vplivajo pomembno na delni oz. končni rezultat.

Tekmovalci z višjimi štartnimi številkami so po kakovosti praviloma slabši, kot so pa tisti z nižjimi. Hkrati morajo progo pogosto presmučati tudi v slabših pogojih, ko utrjenost proge ne zagotavlja smučanja v enakih pogojih vsem tekmovalcem (Supej, Nemeč in Kugovnik, 2005). Kljub temu da so bili snežni pogoji na izmerjenem tekmovanju takšni, da je bila proga razmeroma dobro ohranjena vse do konca tekmovanja, ne moremo zatrditi, da so imeli tekmovalci z najvišjimi številkami ekvivalentne pogoje tistim z najnižjimi. Ob tem je bila prednost na tekmovanju tudi ta, da je bila temperatura razmeroma konstantna, sonce pa na dele proge ni posijalo. To je izjemno pomembno zato, ker lahko temperatura bistveno vpliva na trenje smučí (Buhl, Fauve in Rhyner, 2001) in s tem na končni rezultat. Po drugi strani pa že samo žarčenje sonca lahko spremeni trenje (Colbeck in Perovich, 2004).

Izmed skupno 107 tekmovalcev je največje število sodelujočih presmučalo začetek proge (1. odsek), zaradi izpada pa je vse nadaljnje odseke presmučalo manj tekmovalcev. Največ odstopov je zabeleženih v šestem (8 odstopov) in drugem odseku (7 odstopov), skupno pa je odstopilo 38 tekmovalcev (Tabe-

la 1) oziroma 35.5 % vseh tekmovalcev. Razlika med številom tekmovalcev, ki so presmučali začetne in končne odseke pa je bila tako velika, da bi morale biti relativno manjše razlike med tekmovalci v prvih odsekih kot v zadnjih, česar pa rezultati niso pokazali. Ob tem je tekmovalje potekalo na zahtevnem terenu, po katerem potekajo tudi tekme za svetovni pokal. Proga je bila najstrmejša v šestem odseku proge (Slika 2), kjer je bil tudi izpad tekmovalcev največji (Tabela 1). Hkrati je bil izpad velik tudi v drugem odseku, ki je prav tako relativno strm in sledi še večji začetni strmini ter v zadnjih dveh odsekih (Slika 2 in Tabela 2). Razloge za večji izpad tekmovalcev v zadnjih dveh odsekih lahko najverjetneje pripišemo tudi utrujenosti tekmovalcev, večjim luknjam/žlebom in bolj narebreni progi, morda pa tudi želji po čim hitrejšem prečkanju ciljne črte in nepazljivosti na zahtevnosti terena.

Že v preteklih študijah se je pokazalo, da obstajata dva način zavijanja: zavoji z oddrsavanjem in zarezni zavoji (Supej, Kugovnik in Nemec, 2002; Supej, Kugovnik in Nemec, 2004), v katerih so smučarji bolj ali manj uspešni, kar je v precejšnji meri odvisno tudi od tehnike, ki jo uporabljajo (Lešnik in Žvan, 2007; Lešnik in Žvan, 2010). Ravno zaradi razlik v načinu izvedbe zavojev bi pričakovali, da bodo smučniki različnih proizvajalcev hipotetično boljše v določenih odsekih, kjer so tekmovalci progo premagovali z več oz. z manj oddrsavanja. Ta domneva utegne držati še toliko bolj glede na dejstvo, da imajo smučniki različnih proizvajalcev različne geometrijske, trdnostne in konstrukcije rešitve (Heinrich, Mössner, Kaps, Schretter in Nachbauer, 2006; Nordt, Springer in Kollár, 1999). Rezultati raziskave torej niso pokazali posebnih prednosti posameznega proizvajalca, na podlagi česar lahko sklepamo, da velikih razlik med proizvajalci ni. Kljub dokazanemu statistično značilnemu vplivu smučni na rezultat v zadnjem odseku, pa razlik med proizvajalci ne smemo popolnoma zanemariti.

Omejitev obravnavane raziskave je, da je bila izvedena le na enem tekmoval-

nju, na enem terenu pri točno določenih snežnih pogojih in postavitvah vratc. Rezultati bi lahko bili drugačni, če bi bili snežni pogoji slabši, kot so pokazale že nekatere predhodne raziskave (Supej, Kugovnik in Nemec, 2005), oziroma če bi bila postavitve drugačna in morebiti na drugem terenu. Potencialno bi lahko bila omejitev raziskave tudi natančnost merjenja ± 0.01 s, kar pa je glede na razmeroma velike razlike med tekmovalci kot kaže zadoščalo. Večjo natančnost bi sicer lahko dosegli s postavitvijo zadostnega števila fotocelic, ki bi pokrile ekvivalentne odseke, vendar je to zaradi visokih varnostnih standardov na uradnih tekmovaljih neizvedljivo.

■ Zaključek

Raziskav, ki bi se ukvarjale z vplivom startne številke in vplivom proizvajalcev smučni v alpskem smučanju, še ni bilo narejenih na tekmovaljih visokega ranga. Rezultati pričujoče raziskave pa nakazujejo, da bi v prihodnje veljalo omenjeno problematiko sistematično obravnavati. Zato bi lahko naše ugotovitve predstavljale osnovo poglobljenemu proučevanju vpliva štartne številke in različnih proizvajalcev smučni na uspešnost v alpskem smučanju. Po eni strani bi lahko natančneje preučili vpliv startne številke in koliko so pogoji med tekmovalci na tekmovaljih zares enaki. Slednje bi lahko predstavljalo tudi temelj za razmislek o posodobitvi tekmovalnih pravil. Po drugi strani pa sedanji rezultati nakazujejo potencialni vpliv proizvajalca smučni, ki pa, kot kaže, ni zelo velik. Zato se lahko trenerji vprašajo, koliko in na kateri ravni tekmovalcev je izbiri opreme potrebno posvečati čas.

■ Literatura

1. Bandalo, M. in Lešnik, B. (2009). Connection between the assumed assessments of potential successfulness (expert system) and achieved results at competitions of young categories in alpine skiing. *International Quarterly of Sport Science*, 2009(2), 14–29.
2. Buhl, D., Fauve, M. in Rhyner, H. (2001). The kinetic friction of polyethylene on snow: the

influence of the snow temperature and the load. *Cold Regions Science and Technology*, 33, 133–140.

3. Dolenc, M. (1996). *Vrednotenje modela uspešnosti mlajših deklic v alpskem smučanju*. Magistrsko delo. Ljubljana: Fakulteta za šport.
4. Colbeck, S. C. in Perovich, D. K. (2004). Temperature effects of black versus white polyethylene bases for snow skis. *Cold Regions Science and Technology*, 39(1), 33–38.
5. Černohorski, B. in Pustovrh, J. (2008). Expert model for the evaluation of potential competition performance in cross-country skiers exemplified by two evaluated athletes. *Biology of Sport*, 3, 211–232.
6. Ducret, S., Ribot, P., Vargiolu, R., Lawrence, J. in Midol, A. (2005). Analysis of Downhill Ski Performance using GPS and Grounding Force Recording. V E. Müller, D. Bacharach, R. Klika, S. Lindinger in H. Schwameder (ur.), *Science and Skiing III*. (str. 56–66). Oxford, UK: Meyer & Meyer Sport.
7. Duda, J. L. in White, S. A. (1992). Goal orientations and Beliefs about the causes of sport success among elite skiers. *The Sport Psychologist*, 6, 334–343.
8. Federolf, P., Scheiber, P., Rauscher, E., Schwameder, H., Lüthi, A. in Rhyner, H. U. (2008). Impact of skier actions on the gliding times in alpine skiing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(6), 790–797.
9. Heinrich, D., Mössner, M., Kaps, P., Schretter, H. in Nachbauer, W. (2006). Influence of Ski Bending Stiffness on the Turning Radius of Alpine Skis at Different Edging Angles and Velocities. V E. F. Moritz in S. Haake (ur.), *The Engineering of Sport 6. Volume 2: Developments for Disciplines* (str. 207–212): Springer New York.
10. Lešnik, B. (1996). *Vrednotenje modela uspešnosti mlajših deklic v alpskem smučanju*. Magistrsko delo. Ljubljana: Fakulteta za šport.
11. Lešnik, B. in Žvan, M. (2007). The best slalom competitors – kinematic analysis of tracks and velocities. *Kinesiology*, 39 (1), 40–48.
12. Lešnik, B. in Žvan, M. (2010). *A turn to move on : alpine skiing - Slovenian way : theory and methodology of alpine skiing : a university textbook and official syllabus developed for training courses for levels 1, 2 and 3 ski instructors*. Ljubljana: Faculty of Sport.
13. Luethi, S. M. in Denoth, J. (1987). The influence of aerodynamic and anthropometric factors on speed in skiing. *International Journal of Biomechanics*, 3, 345–352.
14. Müller, E., Bartlett, R., Raschner, C., Schwameder, H., Benko-Berneck, U. in Lindinger, S. (1998). Comparisons of the ski turn techniques of experienced and intermediate skiers. *Journal of Sports Sciences*, 16(6), 545–559.
15. Nordt, A. A., Springer, G. S. in Kollár, L. P. (1999). Computing the mechanical properties of alpine skis. *Sports Engineering*, 2(2), 65–84.

16. Nordt, A. A., Springer, G. S. in Kollár, L. P. (1999). Simulation of a turn on alpine skis. *Sports Engineering*, 2(3), 181–199.
17. Reid, R., Gilgien, M., Moger, T., Tjørhom, H., Haugen, P. in Kipp, R. (2009). Turn Characteristics and Energy Dissipation in Slalom. V E. Müller, T. Stöggl (ur.), *Science and Skiing IV* (str. 419–429). Aspen Snowmass: Maidenhead: Meyer & Meyer Sport (UK) Ltd.
18. Savolainen, S. (1989). Theoretical drag analysis of a skier in the downhill speed race. *International Journal of Biomechanics*, 5, 26–39.
19. Supej, M. (2008). Differential specific mechanical energy as a quality parameter in racing alpine skiing. *Journal of Applied Biomechanics*, 24(2), 121–129.
20. Supej, M. in Cernigoj, M. (2006). Relations between different technical and tactical approaches and overall time at men's world cup giant slalom races. *Kinesiologia Slovenica*, 12(1), 63–69.
21. Supej, M., Kipp, R. in Holmberg, H. C. (2011). Mechanical parameters as predictors of performance in alpine World Cup slalom racing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), e72–e81.
22. Supej, M., Kugovnik, O. in Nemeč, B. (2002). New advances in racing slalom technique. *Kinesiologia Slovenica*, 8(1), 25–29.
23. Supej, M., Kugovnik, O. in Nemeč, B. (2004). Modelling and simulation of two competition slalom techniques. *Kinesiology*, 36(2), 206–212.
24. Supej, M., Kugovnik, O. in Nemeč, B. (2005). Advanced analysis of alpine skiing based on 3D kinematic measurements. V E. Müller, D. Bacharach, R. Klika, S. Lindinger in H. Schwameder (ur.), *Science and Skiing III*. (str. 216–227). Oxford, UK: Meyer & Meyer Sport.
25. Supej, M., Nemeč, B. in Kugovnik, O. (2005). Changing conditions on the slalom ski course affect competitors' performances. *Kinesiology*, 37(2), 151–158.
26. Thompson, B. E., Friess, W. A. in Knapp Ii, K. N. (2001). Aerodynamics of speed skiers. *Sports Engineering*, 4(2), 103–112.
27. Tušak, M. (1999). The development of motivation in sport. *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi (1976)*, 54(2), 265–275.
28. Tušak, M. (2000). Comparison of sports motivation of top athletes and young boys. *Sportonomics*, 6(1), 36–40.
29. Vallerand, R. J. in Fortier, M. N. (1998). Measures of intrinsic and extrinsic motivation in sport and physical activity: A review and critique. V J. L. Duda (ur.), *Advances in Sport and Exercise Psychology Measurement* (str. 81–101). Morgantown: WV: Fitness Information Technology.

Izr. prof. Matej Supej
e-mail: matej.supej@fsp.uni-lj.si