



Bojan Jošt

## Težnja po novem rekordnem poletu preko 253 m – utopija ali realnost?

### Izvleček

Težnja po najdaljših poletih na smučeh je stalna in motivira številne gledalce pod letalnici in pred TV zasloni za spremljanje smučarskih poletov. Planica je prispevala mnoge najdaljše skoke in polete najprej na stari Bloudkovi skakalnici in kasneje na letalnici Bratov Gorišek. Po letu 2005 je razvoj najdaljših poletov zaradi bolj ugodnih aerodinamičnih pogojev za letenje prevzela letalnica v Vikersundu. Na njej je Avstrijec Stefan Kraft dosegel v letu 2017 trenutni rekord v poletih na smučeh 253,5 m. Vsi poleti v bližino te dolžine so za skakalce izredno nevarni. Na letošnjem finalu poletov v Planici je najbolj uspešen skakalec sezone Ryoyu Kobayashi poletel 24. 3. 2019 z velikim težavami pri doskoku do dolžine 252 m. Nadaljnje povečanje rekordnih poletov je možno zgolj s povečanjem današnjih letalnic. K temu dejstvu je strokovno in moralno zavezana tudi Mednarodna smučarska zveza FIS. Vsi poleti do 250 m močno presegajo njena določila glede varnega doskoka na trenutnih letalnicah HS225m, ki so bile zgolj papirnato povečane na velikost HS240m. Največji letalnici v Vikersundu in Planici bi se dalo dokaj preprosto povečati na velikost letalnice HS250m z možnostjo maksimalne dolžine poleta do 270 m. To pa bi predstavljalo tudi odskočno desko za izgradnjo letalnice, ki bi človeku omogočila polete preko nove magične meje 300 m. Tudi ta letalnica bi se dala v Planici izgraditi na dokaj ustreznem naravnem terenu na lokaciji trenutne letalnice.

*Ključne besede:* smučarski poleti, letalnica HS 250m, razvoj letalnice.



Foto: B. Česen

### About the ambition for a new record-breaking ski flight over 253 m

#### Abstract

The ambition to constantly prolong ski flights is everlasting and motivates the spectators at the foot of the ski-flying hill and in front of the television to follow the sport of ski flying. Planica has been the venue of many of the longest ski jumps and flights, first on the old Bloudek ski jump and later on the ski-flying hill designed by the Gorišek brothers. After 2005 the venue of the record-breaking ski flights became Vikersund, where the ski-flying hill provided better aerodynamic conditions. It is where the Austrian ski jumper Stefan Kraft broke the ski-flying record in 2017 by landing at 253.5 m. Any ski flights to such a distance are extremely dangerous for the athletes. In this year's ski-flying finals in Planica (24 March 2019) the most successful athlete of the season Ryoyu Kobayashi posted the longest jump at 252 m, despite some serious troubles with landing. Further prolongation of ski flights is only possible if the available ski-flying hills are enlarged. The International Ski Federation is bound by this fact professionally and morally. Any ski flight of up to 250 m strongly exceeds its provisions on safe landing on the current HS 225 ski-flying hills that have been enlarged to HS 240 only on paper. The largest ski-flying hills in Vikersund and Planica could be enlarged to HS 250 relatively simply, allowing a maximum ski flight of up to 270 m. This would be a perfect springboard for the construction of a ski-flying hill that would enable athletes to exceed the magic limit of 300 m. Such a ski-flying hill could be built in Planica at the location of the current ski-flying hill, given that the natural terrain is relatively suitable.

*Key words:* ski flights, HS 250 ski-flying hill, development of ski-flying hill

## ■ Uvod

Razvoj najdaljših poletov je bil vedno navdušujoč za gledalce pod skakalnicami in ob TV zaslonih. Številni najdaljši poleti so bili doseženi tudi v Planici najprej na stari Bloudkovi skakalnici in potem še na letalnici Bratov Gorišek (Več avtorjev, 1999; Giacomelli in Guček, 2013).

Trenutni rekord v poletih na smučeh 253,5 m je leta 2017 dosegel Avstrijec Stefan Kraft na letalnici v Vikersundu. Rekordni polet je bil dosežen na letalnici HS225m. Polet Stefana Krafta je potekal pri nizki zaletni hitrosti 99,6 km/h, ugodnih vetrovnih pogojih in relativno nizki krivulji leta, ki je za letalnico v Vikersundu tipična. Letalnica leži na nizki nadmorski višini in ima zato ugodne aerodinamične pogoje za polete na smučeh. Doskok v točki rekordne dolžine 253,5 m je bil izveden brez telemarka z namenom, da skakalec vzdrži velik pritisk ob stiku s podlago in ravnotežni položaj. Ublažitev velikega pritiska na podlago in ohranjanje ravnotežnega položaja je Stefan Kraft izvedel v značilnem nizkem položaju globokega počepa (slika 1). Ta gibalna faza je trajala približno 0,5 sekunde na dolžini približno 15 m. Vrhunski avstrijski skakalec je moral pokazati izjemno gibalno spretnost, da je uspel skok opraviti brez dotika telesa s podlago.



Slika 1. Doskok Stefana Krafta pri poletu 253,5 m se je zgodil v tipičnem nizkem počepu.

Njegov polet je meril kar 28,5 m čez točko velikosti skakalnice pri 225 m (HS – hill size). Mednarodna smučarska zveza je letalnico HS225m nato 12. 3. 2018 prekvalificirala na velikost HS240m. Rekordni polet Stefana Krafta je bil – ne glede na zgolj papirno povečanje točke velikosti skakalnice na velikost HS240m – izveden krepko preko te točke. Letalnica v Vikersundu ima pri novi točki velikosti letalnice HS240m naklon zgolj 26,5 kotnih stopinj. Ta pa se je do točke 253,5 m še značilno pomanjšal. Skakalec

je bil tako kot vsi ostali, ki so poleteli v bližino rekordne daljave, močno izpostavljen nevarnosti padca in poškodb.

Rekordni poleti pa so glede na sedanjo velikost letalnic preprosto prenevarni za smučarje skakalce. V nevarnosti pa so predvsem najboljši skakalci. Trenutno najboljši skakalec na svetu Ryoyu Kobayashi je v Planici 24. 3. 2019 poletel 252 m in le s težavo doskočil brez dotika ali celo padca. Rešitev se kaže le v povečanju letalnice, ki bi dopuščala varen polet preko 253,5 m. Razvoj takšnega vzdolžnega profila letalnice bi moral upoštevati več vidikov oziroma načel:

- Načelo varnega poleta preko 253 m.
- Načelo varne letalnice za vse skakalce, tudi tiste najslabše v hipotetično najtežjih pogojih.
- Formalna določila in priporočila FIS glede načrtovanja vzdolžnega profila letalnice (Gasser, 2008).
- Načelo atraktivnosti poletov za gledalce ob letalnici in ob televizijskih zaslonih.
- Načelo upoštevanja kakovostne razlike smučarjev skakalcev.

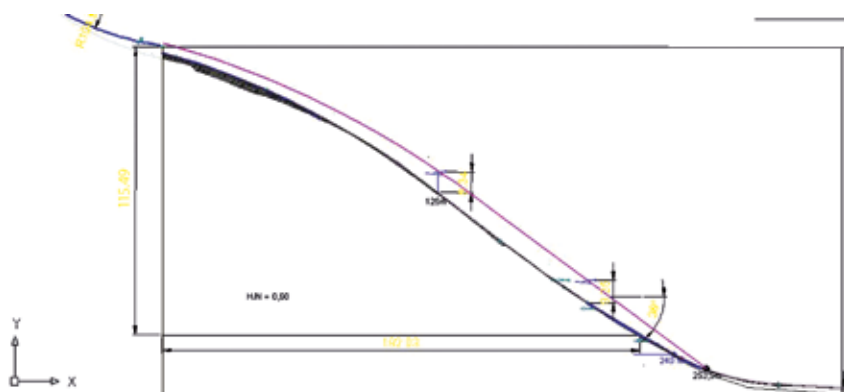
Po sedanjih geometrijskih značilnostih bi se morala sedanja letalnica HS240m, ki je pravzaprav HS225m, za novo rekordno dolžino poleta preko 253,5 m povečati na velikost najmanj HS250m (slika 5). Pri tem bi morala pomeniti točka velikosti skakalnice HS250m začetek faze doskoka in ne njen konec, kot je to v sedanjih pravilih mednarodne smučarske zveze FIS. To pomeni, da bi lahko skakalci povsem varno poleteli preko sedanje rekordne dolžine 253,5 m tja do 260 m. Iskanje optimalnega vzdolžnega profila povečane letalnice HS250m je povezano predvsem s trenutno tehniko poletov smučarjev skakalcev (Jošt in Vodičar, 2019). S preprosto kinematično analizo (Jošt, Vodičar, Štuhec in Vertič, 2009; Jošt, Ulaga in Vodičar, 2013) je moč ugotoviti osnovne geometrijske značilnosti krivulje leta smučarjev skakalcev. Na osnovi teh podatkov se lahko opravi simulacijo dolžine poletov na povečani letalnici. Prav to je bil tudi osrednji namen pričujoče raziskovalne študije.

## ■ Metoda dela

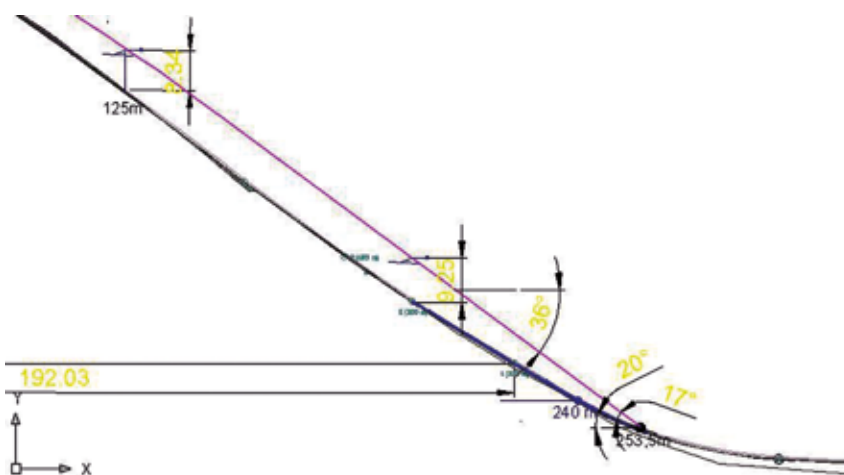
V prvi fazi so bili s kinematično analizo spremljani poleti smučarjev skakalcev v kvalifikacijski seriji poletov v četrtek 22. 03.



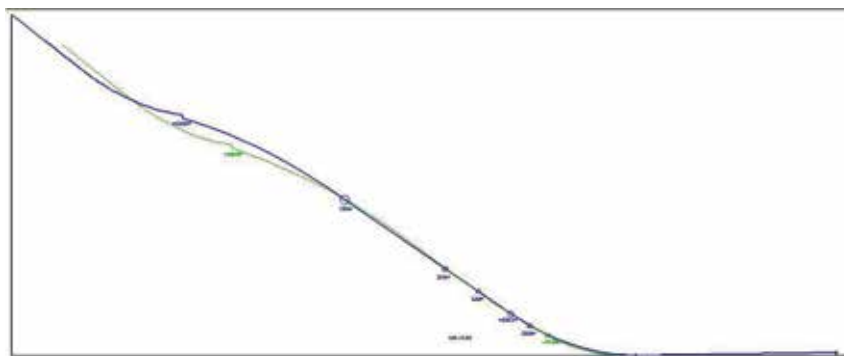
Slika 2. Polet – Gregor Schlirenzauer 253,5 m, Planica, četrtek 22. 3. 2018, kvalifikacije.



Slika 3. Krivulja leta – Gregor Schlirenzauer 253,5 m, Planica 2018.



Slika 4. Gregor Schlirenzauer je imel pri poletu 253,5 m vpadni kot pri doskoku 17 kotnih stopinj.



Slika 5. Za varno podaljšanje rekordnega poleta 253,5 m bi se morala letalnica povečati na najmanj velikost HS250m.

2018. V ugodnih vetrovnih in vremenskih pogojih so skakalci dosegli nekaj daljših poletov, med katerimi je izstopal polet Avstrijca Gregorja Schlirenzauerja, ki je pristal pri daljavi najdaljšega poleta na svetu 253,5

m. V točki oddaljenosti od roba odskočne mize 125 m je bila posneta in ugotovljena višina krivulje leta ter povprečni kot letenja med točko 125 m in 200 m. Podatki o dolžini poletov, smeri in hitrosti vetra, zaletni

hitrosti, številki zaletnega mesta so bili povzeti iz rezultatov mednarodne smučarske zveze FIS.

V drugi fazi je bila, s pomočjo »AutoCAD« računalniškega programa za konstruiranje v 2D in 3D formatu, vnešena na vzdolžni profil Planiške letalnice HS225/240m višina krivulje leta. Na podlagi višine krivulje leta v točki 125 m in ugotovljenega kota letenja je bila potem simulirana celotna krivulja leta. Ta je služila tudi ugotavljanju kotov letenja na celotni dolžini poleta. Na podlagi kotov letenja in naklona hrbtišča planiške letalnice je bil potem ugotovljen tudi vpadni kot doskoka smučarja skakalca glede na točko 253,5 m.

V tretji fazi je bila Planiška letalnica HS225/240m preprosto povečana v spodnjem delu na velikost HS250m. V ta vzdolžni profil povečane letalnice je bila potem vnešena krivulja poleta 253,5 m. Podobno se je potem izvedla tudi povečava letalnice na velikost HS300m. Tudi na ta profil letalnice se je potem projicirala krivulja leta 253,5 m z namenom, da se ugotovi potencialna dolžina poleta.

## Rezultati in razlaga

### Analiza krivulje leta Gregorja Schlirenzauerja 253,5 m

Na finalu svetovnega pokala v Planici 2018 je Avstrijec Gregor Schlirenzauer v kvalifikacijski seriji 22. 3. 2018 s šestega zaletnega mesta (zaletna hitrost 102,9 km/h) poletel na daljavo aktualnega svetovnega rekorda 253,5 m (slika 2).

Vetrovni pogoji za njegov polet so bili odlični (veter + 1,87 m/s). Pri 125 m je letel približno 8,3 m visoko nad hrbtiščem letalnice. Kot letenja glede na horizontalo je znašal v tej točki poleta 36 kotnih stopinj. Krivulja leta je razvidna iz slike 3.

Pri doskoku je imel Gregor Schlirenzauer visok vpadni kot doskoka 17 kotnih stopinj (slika 4).

Avstrijskega skakalca je polet presenetil in je že pri 220 m začel zavirati polet ter se pripravljati na doskok. Doskok avstrijskega šampiona se je zaradi visokega pritiska končal v globokem počepu in z dotikom rok na snežno podlago.

### Simulacija dolžine poleta na povečani planiški letalnici HS250m

Želja po novem rekordnem poletu seveda obstaja in predstavlja magnet, ki privlači

veliko množico ljubiteljev smučarskih poletov. V skladu s določili Mednarodne smučarske zveze FIS bi se morala planiška letalnica (slika 5) povečati na velikost najmanj 250 m (HS250m).

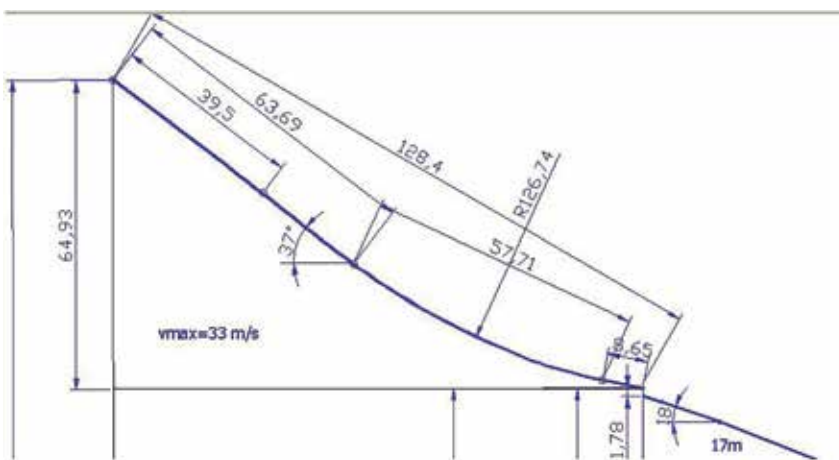
Letalnica HS250m bi morala biti načrtovana ob upoštevanju moderne tehnike leta najboljših smučarjev skakalcev in predvsem upoštevanju njihove varnosti pri doskoku. Na zaletišču bi imela letalnica HS250m podobne geometrijske značilnosti kot sedanja letalnica HS240m (slika 6).

Bistvene spremembe glede na sedanje letalnice HS240m bi se zgodile na doskočišču nove letalnice HS250m (slika 7). Izvedba večje letalnice HS250m z možnostjo maksimalnega poleta 260 m bi zahtevala od mednarodne smučarske zveze FIS spremembo dovoljenih ključnih geometrijskih razsežnosti letalnice. Pri tem se mora glede na sedanje letalnice HS240m bistveno povečati razdalja Zu, ki je danes omejena na 135 m.

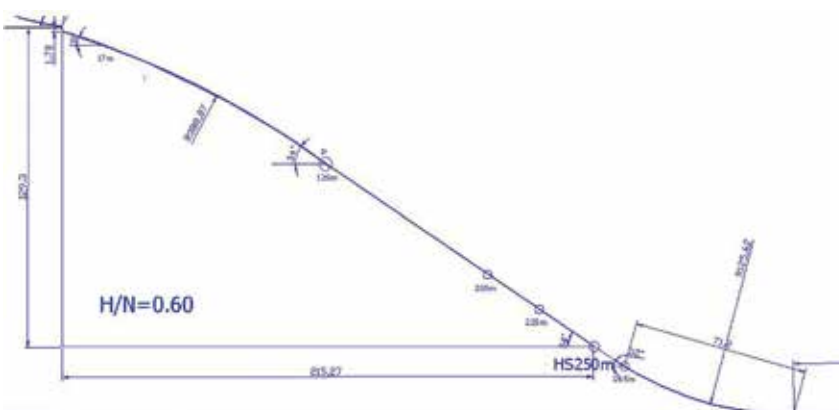
Nova letalnica HS250m bi morala biti zgrajena po geometrijskih značilnostih, ki bi ustrezale sodobni tehniki leta najboljših skakalcev sveta in hkrati zagotavljale varne polete najslabšim letalcem in enakomerno občutljivost glede dolžine poletov na celi dolžini pristajalnega dela doskočišča med točkama P (začetek pristajalnega dela) in L (točka velikosti skakalnice). Tako bi se lahko odstranil vzdolžni lok med točkami P, K (kalkulacijska točka) in L. Omenjeni lok pri slabših skakalcih med točkami P in K zmanjšuje pritisk ob doskoku in morda pomaga pridobiti kakšen meter pri dolžini skoka. To še zlasti prihaja do izraza na največjih letalnica HS240m, kjer se krivulja leta lahko v točki 200 m lahko dvigne tudi do 2,5 m (slika 8).

Če bi bilo doskočišče med P in L točko ravno, potem bi bil naklonski kot med točkama za vse skakalce enak in nespremenjen. To bi bolj pravično odrazilo njihovo kakovostno razliko in izenačilo zahtevnost doskoka za vse skakalce. Zaradi uvedbe tega loka so običajno najboljši skakalci pri dolgih skokih izpostavljeni precej višjim pritiskom ob doskoku kot slabši skakalci. Pri najboljših letalcih se zaradi loka med P in L točko napihuje višina leta v predelu K točke. To je nazorno razvidno iz simulacije krivulje poleta Simona Ammana, ki je v letu 2010 poletel 236 m (slika 9).

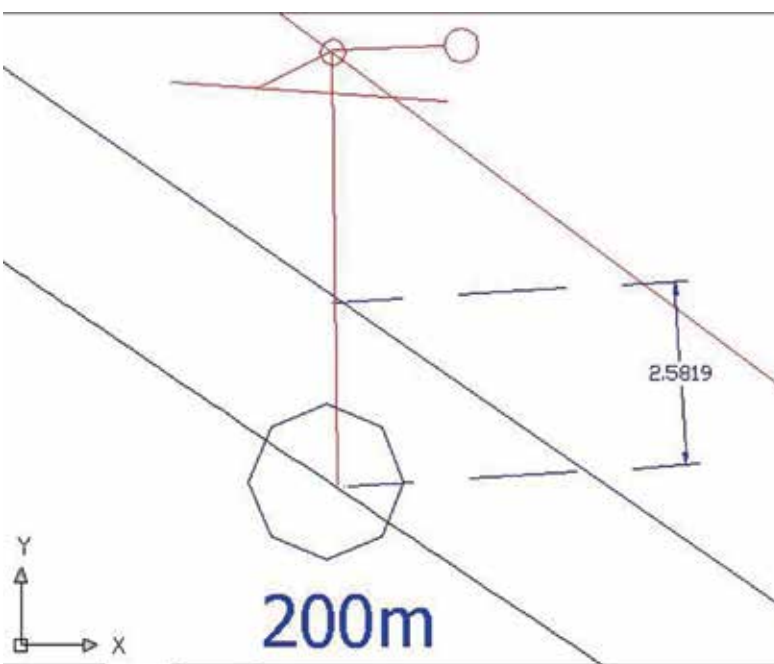
Strmina skakalnice v K točki se z razvojem tehnike smučarskega skoka zmanjšuje (od 40 kotnih stopinj na 32/34 kotnih stopinj). Z



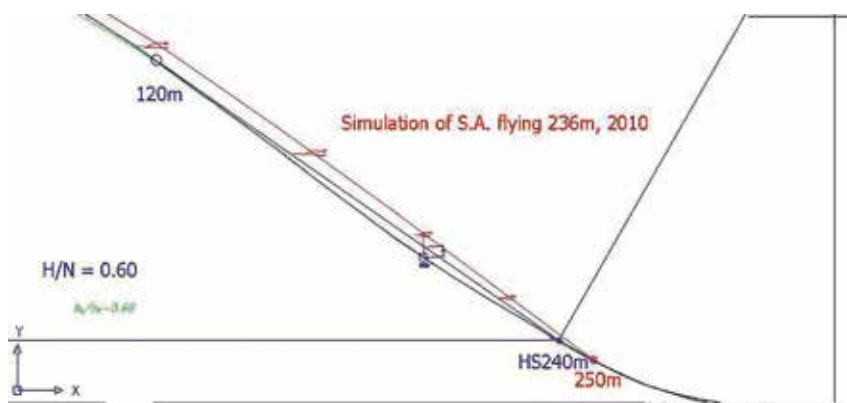
Slika 6. Geometrijske značilnosti vzdolžnega profila zaletišča letalnice HS250m.



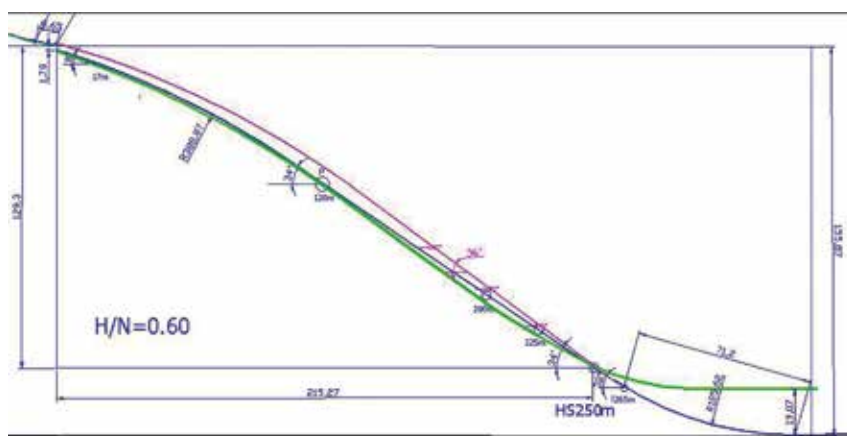
Slika 7. Bistvene spremembe bi se glede na sedanje letalnice HS240m zgodile na doskočišču nove letalnice HS250m.



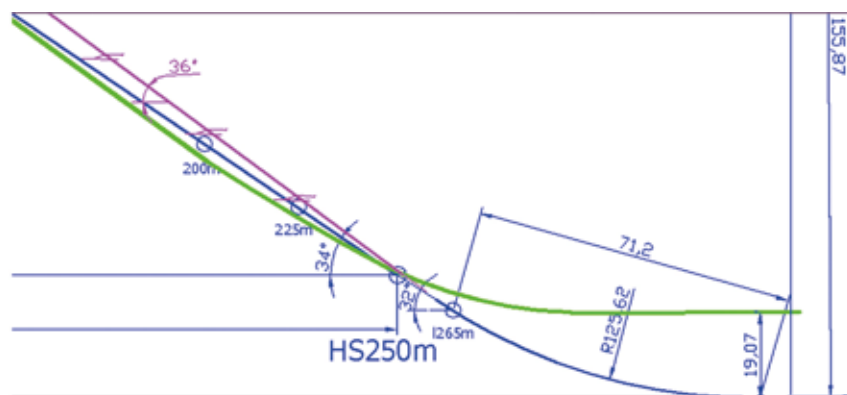
Slika 8. Na obstoječi letalnici HS240m se zaradi uvedbe loka med P in L krivulja leta v točki 200 m zviša tudi do 2,5 m.



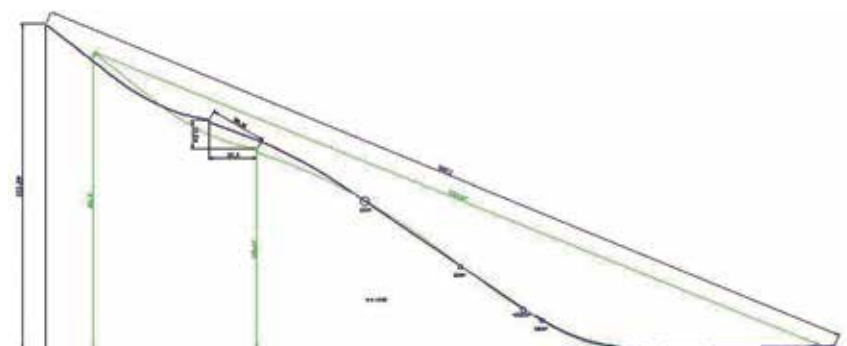
Slika 9. Profil doskočišča na letalnici HS240m z ravnim doskočiščem brez loka med P in L točko.



Slika 10. Simulacija poleta Gregorja Schlirenzauerja 253,5 m na povečani letalnici HS250m.



Slika 11. Vpadni kot pri doskoku Gregorja Schlirenzauerja bi bil pri 255 m približno 5 kotnih stopinj.



Slika 12. Vzdolžni profil letalnice HS250m z maksimalnim poletom 260 m na osi obstoječe letalnice - VAR A.

uvvedbo »V« tehnike se je krivulja leta skakalca bistveno spremenila in skakalci letijo pod manjšimi elevacijskimi (vpadnimi) koti. Manj strma doskočišča so tudi bolj ugodna za pripravo skakalnice in njeno vzdrževanje. Predvsem pa so manj strma doskočišča bolj prijazna do skakalcev in bolj varna pri morebitnih padcih (sile pospeševanja po doskoku se minimizirajo).

Pri načrtovanju povečane letalnice HS250m je potrebno upoštevati, da po trenutnih določilih Mednarodne smučarske zveze FIS za točko velikosti skakalnice (L, HS) nastopi spodnji prehodni lok. V ta predel skakalnice pa naj bi skakalci ne pristajali, ker to pomeni za njih povečano tveganje pri doskoku. Pri načrtu povečane letalnice HS250m zaradi tega pomeni HS250m začetek doskoka in ne njegov konec, ki pa ga pravila FIS ne določajo. Aktivna faza doskoka traja približno od 0,4 do 0,7 sekunde. Na letalnici je pri dolgih poletih ta čas lahko še daljši, še zlasti pri poletih v spodnji prehodni lok.

Avstrijski skakalec Gregor Schlirenzauer bi lahko na povečani letalnici HS250m pri svojem poletu 253,5 m brez težav doskočil v telemark pri 255 m (slika 10).

Vpadni kot pri doskoku Gregorja Schlirenzauerja bi bil približno 5 kotnih stopinj, kar bi mu omogočilo doskočiti v telemark (slika 11).

## Naravne možnosti za izgradnjo letalnice HS250m v Planici

V Planici bi se lahko letalnica HS250m zgradila po dveh variantah. Prva bi bila na osi obstoječe letalnice HS240m. Letalnica se na spodnjem delu hrbišča ne bi bistveno spreminjala (slika 12).

Do večjih gradbenih posegov bi glede na sedanjo planiško letalnico HS240m prišlo na zaletišču, odskočni mizi in prvem delu hrbišča doskočišča letalnice (slika 13).

Prednosti te variante je v nižjih gradbenih stroških, povezanih z rekonstrukcijo hrbišča in zaletišča letalnice. Slabosti te variante se kažejo v večji izpostavljenosti bočnemu vetru v prvem delu poleta, kar pa se da rešiti z zaščitnimi vetrovnimi zavesami.

Druga varianta bi zahtevala novo os letalnice (slika 14).

Varianta z novim hrbiščem letalnice HS250m bi zahtevala pomik celotne letalnice nazaj v naravni teren (slika 15).

Letalnica HS250m bi glede na os sedanje letalnice HS240m terjala rahlo rotacijo

vzdolžne osi. To bi olajšalo izgradnjo nove odskočne mize in zaletišča. Prednosti te variante:

- Letalnica bi bila bolj naravno zaščitena proti neugodnim vplivom vetra (tudi morebitna umetna zaščita pred vetrom bi bila cenejša).
- Višina leta bi bila minimalno nad naravnim terenom.
- Nad hrbtiščem letalnice bi se izboljšala termika, kar bi še olajšalo dolge polete.
- Izkop hrbtišča letalnice bi bil hkrati namenjen tudi razvoju letalnice HS300m.
- Ob doskočišču letalnice bi z izkopom hrbtišča lahko uredili naravne tribune za gledalce.
- Osvetlitev letalnice bi bila manj zahtevna in cenejša.

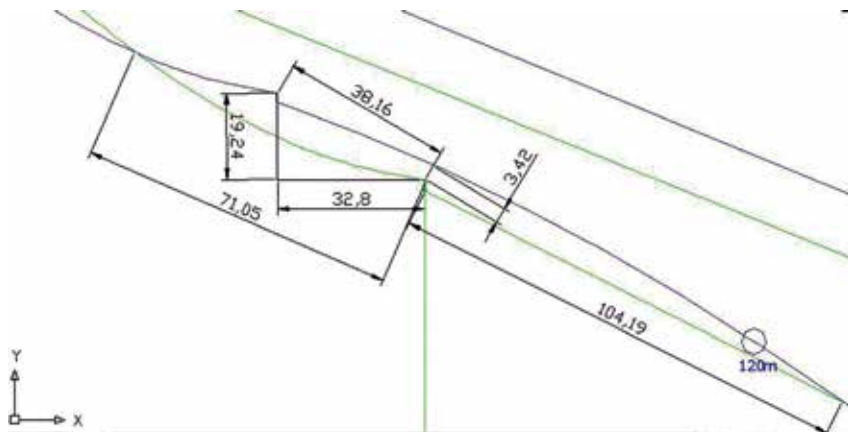
Na letalnici HS250m bi bila potrebna obširna gradbena dela na doskočišču letalnice in na zaletišču, ki bi moralo biti povsem novo. Sedanje hrbtišče letalnice HS240m bi se moralo v srednjem in spodnjem delu močno poglobiti. To pa bi omogočilo lažji postopni razvoj letalnice do velikosti HS300m (slika 16).

Na enostavno povečani letalnici planiški HS300m bi Gregor Schlierenzauer s poletom lahko poletel 253.5 m, pri isti zaletni hitrosti in enakih vetrovnih pogojih celo 304 m (sliki 17a in 17b).

Načrtovanje letalnice HS300m je smiselna, ker današnja tehnika smučarskih skokov najboljšim smučarjem skakalcem že dopušča varne polete do dolžine 300 m pri podobni zaletni hitrosti in vetrovnih pogojih (Jošt, 2010; Jošt, Čoh in Vodičar, 2013).

Razvoj letalnice HS300m bi bil mogoč tudi na osi hrbtišča sedanje letalnice HS240m (slika 18). Letalnica bi terjala velike gradbene posege na zaletišču, odskočni mizi in prvi polovici doskočišču. Večji problem te variante bi bila ustrezna vetrovna zaščita prve polovice doskočišču (slika 19).

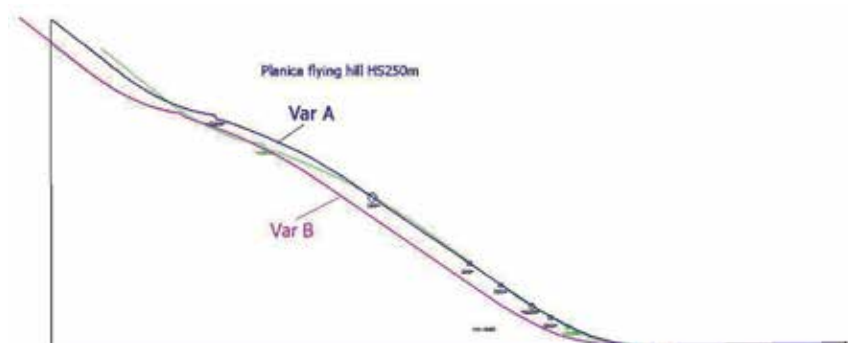
Planiška letalnica ima ugodne naravne možnosti za razvoj letalnice HS300m. Zato bi morali vse nadaljnje investicije na letalnici izvajati s končnim ciljem njene povečave, ki bo omogočila varne polete do dolžine poletov 300 m.



Slika 13. Glede na sedanjo planiško letalnico HS240m bi bile pri izgradnji letalnice HS250m največje spremembe na zaletišču, odskočni mizi in prvem delu doskočišču (razdalje so izražene v metrih – m).



Slika 14. Varianta postavitve nove letalnice HS250m na novi vzdolžni osi.



Slika 15. Varianta letalnice HS250m s pomikom nazaj v naravni teren – Varianta B.

## Zaključek

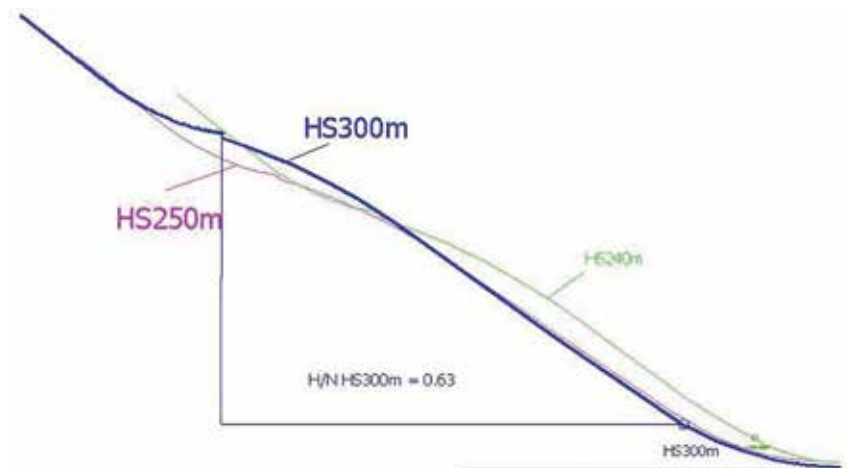
Razvoj rekordnih poletov v smučarskih skokih je pogojen z razvojem večjih letalnic, ki bi lahko postopal fazno do velikosti letalnice HS300m. Današnja tehnika smučarskih skokov najboljšim smučarjem skakalcem že omogoča polete preko 300 m pri enaki zaletni hitrosti in ugodnih vetrovnih pogojih. Ti poleti bi bili za njih precej bolj varni, kot so na današnjih letalnicah velikosti HS225-240m.

K obveznosti po povečanju letalnic vodijo tudi določila Mednarodne smučarske zveze FIS, ki predpisujejo geometrijo vzdolžnega profila letalnice. Današnja velikost letalnice HS225-240m ne dopušča varnih poletov preko daljave 240 m, ker je strmina raven pritiska ob doskoku. Daljave preko 240 m lahko dosegajo ob velikem tveganju le najboljši letalci na smučeh v ugodnih vetrovnih pogojih. Te daljave zelo dvigujejo krivuljo leta pri 200 m, ki lahko pri ekstremnem poletu doseže tudi višino 10 m.

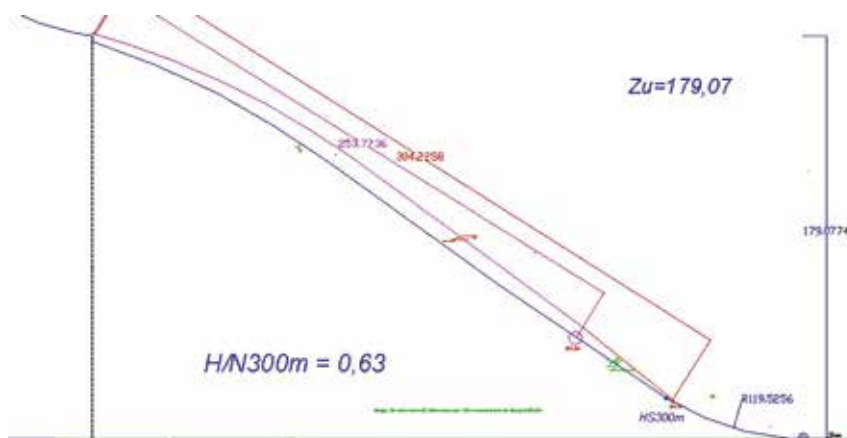
Pri povečanju letalnice na velikost HS250m z možnostjo poletov do 260 m bi se lahko odpravil vzdolžni lok hrbišča letalnice med točkama P (začetek pristajalnega dela) in točko velikosti skakalnice (L). Tako se bo doseglo bolj varno letalnico za slabše in boljše letalce na smučeh.

Mednarodna smučarska zveza FIS bi morala spremeniti definicijo velikosti letalnice. Točka velikosti skakalnice (HS) mora pomeniti interval, v katerem lahko smučar skalec varno doskoči v telemark ob upoštevanju, da faza doskoka traja od 0,4 do 0,6 sekunde.

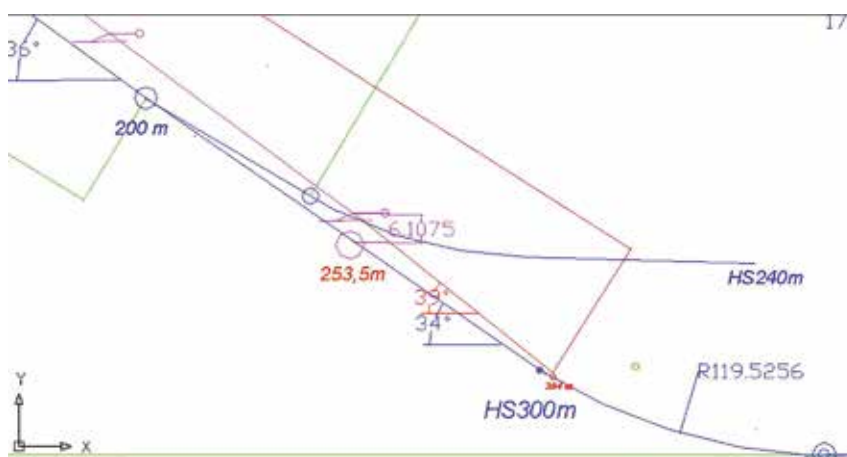
V Planici obstajajo ugodni naravni terenski pogoji za povečanje letalnice na velikost HS250m-270m in celo HS300m. Pri tem se lahko pristopi do povečanja letalnice na sedanji osi obstoječe letalnice HS240m ali na novi osi letalnice, ki bi prav tako potekala na lokaciji sedanje letalnice. Povečanje letalnice do velikosti HS300m bi pomenilo tudi podaljšanje sedanje letalnice HS240m za približno 100 m. Celotna dolžina vzdolžnega profila letalnice bi dosegla 600 m. Celotno trajanje gibalne dejavnosti smučarja skalca od štarta na zaletišču do varne zaustavitve v izteku bi znašalo od 20 do 25 sekund. Poleti na letalnici HS300m bi terjali od skjalcev vrhunsko psihofizično in tehnično pripravljenost. Priprava takšne letalnice bi bila bolj obsežna in tudi dražja, kot je na sedanji letalnici. Vse to pa vodi k tehtnemu premisleku o smiselnosti pove-



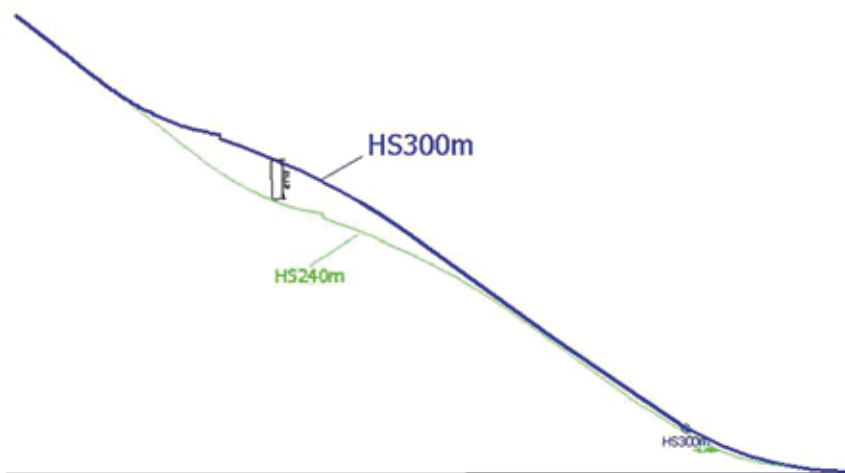
Slika 16. Izkop hrbišča letalnice HS250m bi omogočil postopen razvoj letalnice do velikosti HS300m.



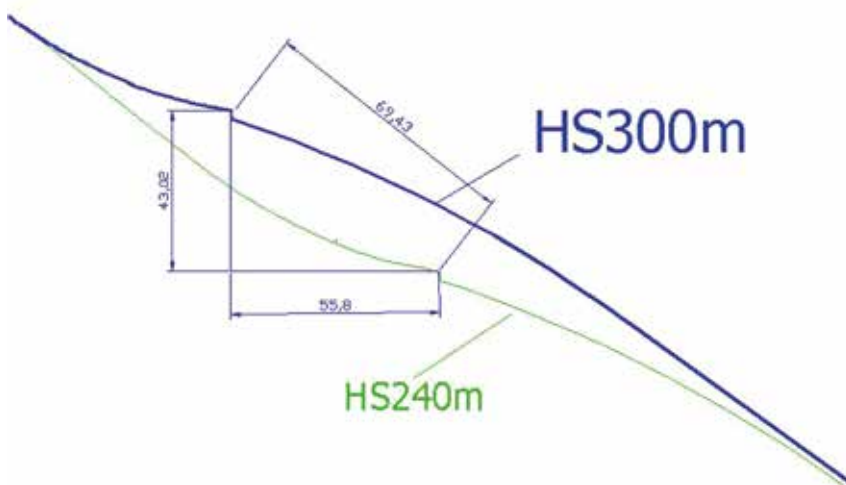
Slika 17a. Simulacija poleta Gregorja Schlirenzauerja 253,5 m na enostavno povečani Planiški letalnici HS300m.



Slika 17b. Simulacija drugega dela poleta Gregorja Schlirenzauerja 253,5 m na enostavno povečani Planiški letalnici na HS300m.



Slika 18. Letalnica HS300m na sedanji lokaciji planiške letalnice HS240m.



Slika 19. Položaj roba odskočišča letalnice HS300m glede na rob odskočišča sedanje letalnice HS240m.

čevanja letalnic, kar pa je v smučarskih skokih prisotno že od vsega začetka.

## Literatura

- Gasser, H. H. (2008). *Grundlagen der Auslegung des Langsprofils einer Skisprungschanze*. Bern: Internationaler Ski-verband.
- Giacomelli, O., Guček, A. in Šlibar, J. (2013). *Na krilih smučarskih letalcev*. Ljubljana: Schwarz print, d.o.o.
- Jošt, B., Vodičar, J., Štuhec, S. in Vertič, R. (2009). *Kinematična analiza krivulje leta smučarjev skalcev na finalu svetovnega pokala Planica 2009*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Jošt, B. (2010). *Geometrijske značilnosti postopnega razvoja profila letalnice do velikosti HS300m*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Jošt, B., Ulaga, M., Vodičar, J. (2013). *Kinematična analiza krivulje leta smučarjev skalcev – na finalu svetovnega pokala v Planici 2013*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Jošt, B., Čoh, M. in Vodičar, J. (2013). *Design of a ski flying hill with the profile HS300m*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Jošt, B., Vodičar, J. (2019). *Development of the Ski jump hill profile from the viewpoint of Ski jumping technique*. Hamburg: Verlag Dr. Kovač.
- Več avtorjev (1999). *Planica 1934–1999*. Ljubljana: Društvo Proplanica.

## Vir

- FIS (2008). *Skisprungschanzen Bau-Normen 2008*. Ausführungsbestimmungen zu Art. 411 der IWO Band III.

prof. dr. Bojan Jošt, prof. šp. vzg.  
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport  
bojan.jost@fsp.uni-lj.si