

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIHA VELENJE
Vodnikova cesta 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

VPLIV SMUČARSKIH VOSKOV NA HITROST SMUČANJA

Tematsko področje: FIZIKA

Avtor:
Eva Rauter, 8. razred

Mentorja:
Karin Sirovina Dvornik, prof.
Damijan Vodušek, prof.

Velenje, 2017

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentorja: Karin Sirovina Dvornik, prof.
Damijan Vodušek, prof.

Datum predstavitve:

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2016/2017

KG fizika / vpliv smučarskih voskov na hitrost smučanja / priprava smučič / izbor smučarskih voskov

AV RAUTER, Eva

SA SIROVINA DVORNIK, Karin/VODUŠEK, Damijan

KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje

LI 2017

IN VPLIV SMUČARSKIH VOSKOV NA HITROST SMUČANJA

TD Raziskovalna naloga

OP VIII, 41 str., 2 pregl., 2 graf, 41 sl., 8 vir.

IJ sl

JI sl / en

AI Alpsko smučanje je ena izmed najbolj množičnih oblik zimske rekreacije. Večina ljudi se z alpskim smučanjem ukvarja rekreativno, tekmovalno se z njim ukvarjajo predvsem mlajši. Vedno več pa je tistih, ki se vsaj občasno radi rekreativno pomerijo na progi s časom oziroma želijo imeti dobro pripravljene in namazane smučič, da je smuka čim prijetnejša, nenaporna in ugodna v vseh snežnih pogojih. Dodaten razlog so tudi zime z manjšimi ali neenakomernimi snežnimi padavinami, kar privede do tega, da so smučišča vedno bolj odvisna od umetnega snega. Takšen sneg potrebuje drugačno pripravo smučič in izbor smučarskih voskov kot pa naraven sneg.

V raziskavi sem hotela ugotoviti, kako izbor smučarskih voskov vpliva na hitrost smučanja, kaj vpliva na izbiro pravih voskov ter ali so tekmovalni voski res boljši od univerzalnih. Večina smučarjev se ne obremenjuje, ali ima pripravljene smučič ali ne. Spet drugi dobro skrbijo za pripravo smučič, pa premalo pozornosti namenjajo pravilni izbiri voskov.

Prišla sem do ugotovitve, da je za dobro smučanje nujna dobra priprava smučič. Prav tako sem ugotovila, da so tekmovalni voski boljši od univerzalnih, oboji pa so vedno boljši izbor kot nepripravljene smučič.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2016/2017

CX physics / influence of ski wax on skiing speed / preparation of skis / choice of ski wax

AU Rauter, Eva

AA SIROVINA DVORNIK, Karin/VODUŠEK, Damijan

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2017

TI THE INFLUENCE OF SKI WAX ON SKIING SPEED

DT Research work

NO VIII, 41 p., 2 tab., 2 graph, 41 fig., 8 ref.

LA SL

AL sl/en

AB Alpine skiing is one of the most popular forms of winter recreation. Most people ski recreationally, competitive skiing is more popular among younger people. But the number of recreational skiers who want to compete and achieve a result as well as the number of those who would like to have well-prepared and waxed skis is increasing. They want to experience pleasant, not very hard and comfortable skiing in all snow conditions. An additional reason lies in winters with less or uneven snow precipitation, which makes ski resorts and slopes more and more dependent on artificial snow. This type of snow requires different preparation of skis and different choice of wax from natural snow.

In this research I wanted to find out how the choice of wax influences skiing speed, what influences the choice of wax, and whether competition ski waxes are better than universal ones. Most skiers do not pay attention to the preparation of skis, while others are very conscious of good preparation but do not pay enough attention to the choice of wax.

I can conclude that good skiing depends on proper preparation of skis. The research showed that competition waxes are more efficient than universal ones, but both types of waxes are a better choice than completely unprepared skis.

KAZALO VSEBINE

| | |
|---|------|
| KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA..... | III |
| KEY WORDS DOCUMENTATION | IV |
| KAZALO VSEBINE..... | V |
| KAZALO SLIK..... | VI |
| SEZNAM OKRAJŠAV | VIII |
| 1 UVOD..... | 1 |
| 2 PREGLED OBJAV | 2 |
| 2.1 VRSTE SNEGA | 4 |
| 2.2 KAJ VPLIVA NA IZBOR VOSKOV? | 5 |
| 2.3 DRSNA PLOSKEV | 7 |
| 2.3.1 STRUKTURA DRSNE PLOSKVE..... | 7 |
| 2.4 PRIPRAVA SMUČI..... | 8 |
| 2.4.1 PRIPRAVA ROBNIKOV IN DRSNE PLOSKVE..... | 8 |
| 2.4.2 MAZANJE SMUČI..... | 13 |
| 3 METODE DELA..... | 17 |
| 3.1 METODA | 17 |
| 3.2 IZVEDBA..... | 17 |
| 4 REZULTATI..... | 25 |
| 4.1 OSNOVNI PODATKI TESTIRANJA | 25 |
| 4.2 REZULTATI MERITEV | 26 |
| 5 DISKUSIJA..... | 29 |
| 6 ZAKLJUČEK | 30 |
| 7 POVZETEK | 31 |
| 8 ZAHVALA..... | 32 |

| | |
|----------------------------|----|
| 9 VIRI IN LITERARURA | 33 |
|----------------------------|----|

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Primer smučarskega testa proizvajalca smučarskih voskov SWIX | 2 |
| Slika 2: Sile, ki vplivajo na hitrost smučanja | 3 |
| Slika 3: Nov sneg – oblika popolnega snežnega kristala | 4 |
| Slika 4: Fino zrnat sneg – preoblikovan snežni kristal | 4 |
| Slika 5: Grobo zrnat sneg – kristal oblike zrna | 5 |
| Slika 6: Umetni sneg – kristali vseh treh oblik..... | 5 |
| Slika 7: Struktura drsne ploskve | 7 |
| Slika 8: Konkavna drsna ploskev | 8 |
| Slika 9: Konveksna drsna ploskev | 9 |
| Slika 10: Ravna drsna ploskev..... | 9 |
| Slika 11: Brušenje robnika na drsni podlagi..... | 10 |
| Slika 12: Brušenje robnika na drsni podlagi..... | 10 |
| Slika 13: Brušenje stranskega robnika..... | 11 |
| Slika 14: Brušenje stranskega robnika..... | 11 |
| Slika 15: Poliranje robnika | 12 |
| Slika 16: Popravilo robnika | 12 |
| Slika 17: Popravilo drsne ploskve | 13 |
| Slika 18: Odstranjevanje malih delcev z drsne obloge..... | 13 |
| Slika 19: Čiščenje drsne ploskve s ščetko | 14 |
| Slika 20: Nanašanje voska..... | 14 |
| Slika 21: Likanje voska | 15 |

| | |
|--|----|
| Slika 22: Odstranjevanje voska | 15 |
| Slika 23: Zaključno krtačenje smučí | 16 |
| Slika 24: Oštevilčenje smučí in izbor smučarskega voska | 17 |
| Slika 25: Tekmovalni smučarski vosek | 18 |
| Slika 26: Pripravljene smučí za testiranje..... | 18 |
| Slika 27: Pripravljene smučí in Eva Rauter pred testiranjem..... | 19 |
| Slika 28: Testni poligon..... | 19 |
| Slika 29: Priprava merilne naprave | 20 |
| Slika 30: Start testnega poligona | 20 |
| Slika 31: Izvajanje testa..... | 21 |
| Slika 32: Menjava smučí med testom..... | 21 |
| Slika 33: Start | 22 |
| Slika 34: Vožnja na start testa | 22 |
| Slika 35: Merilna naprava..... | 23 |
| Slika 36: Beleženje rezultatov | 23 |
| Slika 37: Vremenski podatki | 24 |
| Slika 38: Univerzalni vosek za moker sneg..... | 26 |
| Slika 39: Univerzalni vosek za suh sneg | 27 |
| Slika 40: Tekmovalni vosek za suh sneg..... | 27 |
| Slika 41: Tekmovalni vosek za moker sneg | 27 |
| KAZALO TABEL | |
| Tabela 1: Osnovni podatki testiranja..... | 25 |
| Tabela 2: Rezultati meritev | 26 |

KAZALO GRAFIKONOV

| | |
|---|----|
| Grafikon 1: Povprečni časi vzorcev | 28 |
| Grafikon 2: Povprečna hitrost na testu..... | 28 |

SEZNAM OKRAJŠAV

| | |
|--------|--------------------|
| itd. | in tako dalje |
| OŠ | osnovna šola |
| oz. | oziroma |
| ipd. | in podobno |
| cm | centimeter |
| mm | milimeter |
| m | meter |
| min. | minuta |
| s | sekunda |
| € | euro |
| t. i. | tako imenovano |
| ang. | angleško |
| temp. | temperatura |
| n.m.v. | nadmorska višina |
| RH | relativna vlažnost |
| km/h | kilometer na uro |

1 UVOD

Alpsko smučanje je ena izmed najbolj množičnih oblik zimske rekreacije. Večina ljudi se z alpskim smučanjem ukvarja rekreativno, tekmovalno se z njim ukvarjajo predvsem mlajši. Vedno več pa je tistih, ki se vsaj občasno radi rekreativno pomerijo na progi s časom oziroma želijo imeti dobro pripravljene in namazane smuči, da je smuka čim prijetnejša, nenaporna in ugodna v vseh snežnih pogojih. Dodaten razlog so tudi zime z manjšimi ali neenakomernimi snežnimi padavinami, kar privede do tega, da so smučišča vedno bolj odvisna od umetnega snega. Takšen sneg potrebuje drugačno pripravo smuči in izbor smučarskih voskov kot pa naraven sneg.

V raziskavi sem hotela ugotoviti, kako izbor smučarskih voskov vpliva na hitrost smučanja, kaj vpliva na izbiro pravih voskov ter ali so tekmovalni voski res boljši od univerzalnih. Večina smučarjev se ne obremenjuje, ali ima pripravljene smuči ali ne. Spet drugi dobro skrbijo za pripravo smuči, pa premalo pozornosti namenjajo pravilni izbiri voskov.

Prišla sem do ugotovitve, da je za dobro smučanje nujna dobra priprava smuči. Prav tako sem ugotovila, da so tekmovalni voski boljši od univerzalnih, oboji pa so vedno boljši izbor kot nepripravljene smuči.

Ker sama že nekaj let treniram smučanje, sem želela izvedeti več o sami pripravi smuči. Čeprav je bilo testiranje zelo naporno, saj sem morala biti pozorna na vsako malenkost, pa sem z raziskovalno nalogo zadovoljna. Zdaj bolj razumem delo smučarskih serviserjev. Od njihovega dela je odvisen uspeh tekmovalca, saj vsaka stotinka šteje.

HIPOTEZE:

1. Tekmovalni voski so boljši od univerzalnih.
2. Univerzalni voski so boljši kot nepripravljene smuči.
3. Voski, ki imajo temperaturni razpon znotraj trenutnih vremenskih pogojev, so boljši od ostalih ne glede na to, ali so tekmovalni ali univerzalni.

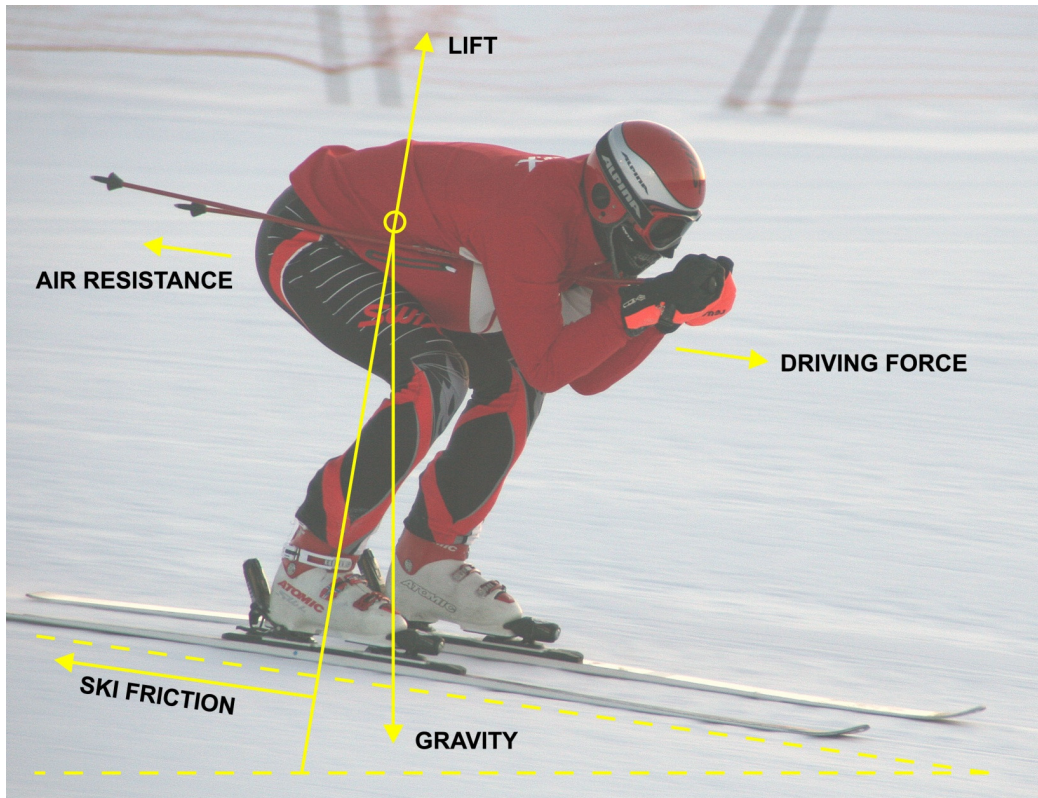
2 PREGLED OBJAV

Na trgu je kar nekaj proizvajalcev smučarskih voskov, ki objavljajo splošne informacije glede izbora njihovih voskov. Ti voski imajo večinoma naveden temperaturni razpon in mogoče še dodaten opis o uporabi (npr. za moker sneg, suh sneg ...). Raziskav v obliki testiranja ni objavljenih oziroma je dostopnih zelo malo podatkov. Testiranja se večinoma izvajajo v tekmovalnem alpskem smučanju, kjer vsak proizvajalec voskov ali smučiči opravlja testiranja zase in svoje tekmovalce, podatkov pa ne objavljajo, saj bi jih tako razkrili konkurenci. To me je še toliko bolj spodbudilo k pripravi raziskovalne naloge skupaj z izvedbo pravega testiranja, da na ta način ugotovim prave podatke.



Slika 1: Primer smučarskega testa proizvajalca smučarskih voskov SWIX [3]

KAJ VPLIVA NA HITROST SMUČANJA?



Slika 2: Sile, ki vplivajo na hitrost smučanja [3]

Na zgornji sliki je prikazanih nekaj dejavnikov, ki vplivajo na hitrost smučanja. Gravitacijska sila (ang. *gravity*) je edina stalno prisotna sila. Večji kot je naklon strmine, večja je dinamična sila (ang. *driving force*). V nasprotni smeri gibanja pa se vzpostavita še dve sili, ki gibanje zavirata. To je najprej zračni upor (ang. *air resistance*), ki je odvisen od površine smučarja in njegove hitrosti. Večja je hitrost smučarja ter večja je njegova površina, večji je zračni upor. Zato se smučarji sklonijo, da imajo čim manjšo površino, sploh v hitrih disciplinah (smuk, super G). Druga sila, ki zavira smučarja, pa je trenje (ang. *ski friction*). To je sila, ki se vzpostavi ob drsenju smučke po snegu. Bolj robata je smučka, tem večje trenje povzroči in bolj zavira smučarja.

Za doseganje boljšega drsenja smučí oziroma višje hitrosti smučanja v danih snežnih razmerah je potrebno izbrati ustrezen smučarski vosek, ki je primeren za uporabo na trenutni snežni podlagi. Za izbiro ustreznega voska sta dodatno zelo pomembni tudi struktura snega oziroma vrsta snežnega kristala in vlažnost snega, kar vse močno vpliva na obstojnost maže in hitrost drsenja smučí.

2.1 VRSTE SNEGA

Primerna priprava smuči zahteva poznavanje vrst snega. V različnih oblikah so lastnosti snega drugačne od lastnosti podnebja/vremena. Njegove lastnosti so odvisne od dejavnikov, kot so temperatura, vlaga, starost in sestava snežnih kristalov. Moderni voski so enostavni za uporabo celo za začetnike, vendar le, če poznajo spremenljive lastnosti snega skozi cel dan.

Poznamo štiri glavne vrste snega:

Nov sneg – je v obliki popolnih snežnih kristalov, ki so odvisni od temperature. Trdnjši kristali so ob nizkih temperaturah, mehkejši pa ob višjih temperaturah. Ti kristali so med smučanjem lahko združljivi in povzročijo učinek prevelikega trenja/vpojnosti. S pravo mešanico voskov in pravo strukturo drsne ploskve lahko to preprečimo.



Slika 3: Nov sneg – oblika popolnega snežnega kristala [1]

Fino zrnati sneg (star sneg) – je že prestal enega ali več preoblikovanj zaradi temperaturnih sprememb. To je povzročilo, da so zunanje konice kristalov odpadle ali da so se stopile, kar je pripeljalo do zrnate, žitnate strukture kristala. Za razliko od novega snega je učinek vpojnosti manjši, poveča pa se učinek trenja/drgnjenja. Ta sneg, odvisno od temperature, je lahko poln vode ali pa zelo izsušen zaradi mraza ali vetra.



Slika 4: Fino zrnati sneg – preoblikovan snežni kristal [1]

Grobo zrnati sneg (star sneg) – je v celoti izgubil svojo prvotno obliko zaradi ponavljajočih temperaturnih sprememb – topljenja in zmrzovanja. Ta sneg dobi obliko zrna in je prestal preobrazbo. Govorimo o starem ali grobo zrnatem snegu. Odvisno od velikosti zrna razlikujemo med grobo in fino zrnatim starim snegom (velikost zrna med 1 in 3 mm). Najbolj pogosti obliki grobo zrnatega snega sta fini in skorjasti sneg.



Slika 5: Grobo zrnat sneg – kristal oblike zrna [1]

Umetni sneg – za serviserje pomeni velik problem predvsem zaradi njegove agresivnosti. Ker ima toliko nehomogenih oblik, zahteva od voska, da je čim obstojnejši, saj je učinek trenja/odrgnjenosti velik. Površina snega se čez nekaj transformacij spremeni v kristale, lastnosti drsenja se izboljšajo, zato se zopet lahko uporabijo manj trši voski. Navkljub njegovi nenaklonjenosti je to najbolj pogost tip snega na smučarskih tekmovanjih.



Slika 6: Umetni sneg – kristali vseh treh oblik [1]

2.2 KAJ VPLIVA NA IZBOR VOSKOV?

Voskamo predvsem iz dveh razlogov:

- da bi zmanjšali trenje med smučmi in snegom; vendar le z izbiro primerne voska poskrbimo, da je drsna ploskev čim bolj prilagojena snežnim pogojem;
- da bi drsno ploskev zaščitili pred oksidacijo, s čimer podaljšamo življenjsko dobo smuči.

Osnovna sestavina za večino smučarskih voskov je parafin (hidrokarbon – CH ali ogljikovodik), ki je derivat nafte. Prednost parafinskih maž je, da smučko oziroma drsno ploskev naredijo mastno in jo na ta način dobro zaščitijo pred izsušitvijo. Vsi univerzalni voski, osnovni voski ali bazični voski vsebujejo parafin in se imenujejo parafinski voski ali hidrokarbonski voski – CH. Razlika med parafinskimi mažami je v kvaliteti parafina in drugih dodatkih v njih.

Za boljše drsenje smuči oziroma višjo hitrost smučanja zlasti v primerih višje vlažnosti snega se parafinu dodaja fluor, ki ima odlično lastnost drsenja. Če je količina fluora v maži manjša (nekje do 30 %), je to nizki fluor vosek (ang. Low Fluor ali LF vosek); če pa je vsebnost

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17

fluora v maži višja, je to visoki fluor vosek (ang. High Fluor ali HF vosek). Slabost fluora je, da suši drsno oblogo, zaradi česar je potrebno predhodno mazanje s parafinskimi voski. Za tekmovanja na najvišji ravni v evropskem in svetovnem pokalu v smučanju se uporabljajo 100 % fluor praški, kar zagotavlja odlično drsnost in najvišje hitrosti smučanja.

TEMPERATURA SNEGA

Pri izboru smučarskih voskov je pomembna temperatura zraka, še pomembnejša pa je temperatura snega. Zaradi svoje obstojnosti sneg spreminja temperaturo počasneje kot zrak. To pomeni, da pod ekstremnimi vremenskimi pogoji (močni suhi vetrovi) temperatura snega obstane dalj časa ista kot pa temperatura zraka. Rezultat tega so visoke temperaturne razlike med zrakom in snegom.

STRUKTURA SNEGA

Struktura snega je najpomembnejši pokazatelj pri izbiri pravega voska. Velikost snežnega zrna vpliva na obstojnost in trenje, vlažnost snega pa na drsnost in vpojnost. Razlikujemo med novim snegom in fino/grobo zrnatim starim ter umetnim snegom. Vse vrste snega se lahko pojavijo kot suh, vlažen ali moker sneg. Vsaka od teh kombinacij lahko vpliva na izbiro idealnega voska, pod posebnimi pogoji je lahko sneg zelo vlažen, ob tem pa vsebuje ostre trde kristale. V tem primeru potrebujemo zelo obstojen vosek, ki obenem nudi tudi dobro odbojnost/neprepustnost.

VLAŽNOST SNEGA

V zelo suhih ali zelo hladnih pogojih, kjer se ustvarja veliko plasti vode, bo vosek za drsenje dodal sestavine za suhi upor. Nastavitev trdote voska je osnovna metoda za nadzor plasti vode. Večja trdota maže bo ustvarila več plasti, medtem ko bo mehkejša maža ustvarila manj plasti.

VETER

Velik vpliv na strukturo snega ima tudi veter. Veter lahko sneg zelo hitro izsuši, zato so potrebni trši voski, kljub temu da ostane temperatura snega ista. Močan veter tudi razbije površino in fine kristale novega snega. Posledica tega je združitev snega in prisotno je višje trenje med snegom in smučmi.

2.3 DRSNA PLOSKEV

Novodobne smuči morajo ustrezati določenim kriterijem.

Morajo biti fleksibilne in obenem morajo prenašati tudi največje obremenitve. Drsne ploskve so lepljene v več plasteh z različnimi dodatki, ki dajejo drsni ploskvi ob drugačnih smučarskih pogojih različne kvalitete.

2.3.1 STRUKTURA DRSNE PLOSKVE

To je površina (stik) med smučmi in snegom. Struktura na drsni ploskvi ima velik pomen pri vlogi drsnosti samih smučí. Pri stiku smučí s snegom nastane trenje, ki ga povzročijo snežni kristali in vpijanje vode, ki se nahaja v snegu. Prava struktura drsne ploskve učinek trenja zmanjša ali celo izniči. Strukture so ponavadi narejene s posebnimi stroji na kamen (Reichmann, Wintersteiger, Montana).



Slika 7: Struktura drsne ploskve [1]

2.4 PRIPRAVA SMUČI

S pravilno pripravljenimi smučmi je smučanje enostavnejše in zabavnejše. Nabrušeni in zglajeni robniki nam dajejo boljši nadzor nad smučmi. Veliko razliko občutimo med pripravljenimi in nepripravljenimi robniki, še posebej, kadar je snežna podlaga zahtevnejša.

Prav tako je pomembno, da so smučmi namazane. Primeren smučarski vosek omogoča boljšo drsnost. Prednost namazanih in nabrušenih smučmi je v tem, da gre smučka lepo in tekoče v zavoj in da na ravnih odsekih proge dobro drsi.

2.4.1 PRIPRAVA ROBNIKOV IN DRSNE PLOSKVE

Pravilna priprava robnikov poteka v naslednjih fazah:

1. pregled drsne ploskve
2. brušenje robnika na drsni oblogi
3. brušenje stranskega robnika
4. poliranje robnika
5. popravilo robnika in drsne ploskve

2.4.1.1 PREGLED DRSNE PLOSKVE

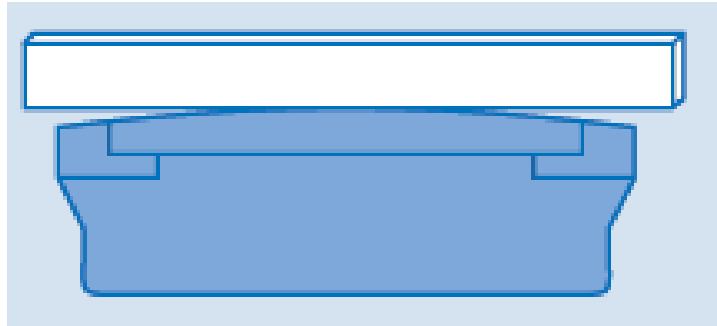
Drсно ploskev je potrebno preveriti z lasnim merilom. Lahko opazimo tri različne oblike:

- **konkavna drsna ploskev:** vidna je ukrivljenost proti sredini smučke; smučka leži na robnikih, zato je zelo težko zavijati, saj preveč reže sneg;



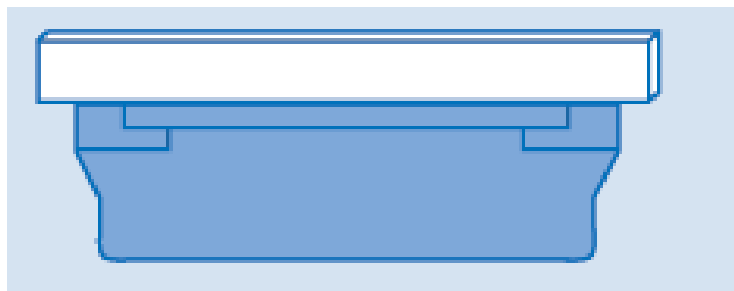
Slika 8: Konkavna drsna ploskev [1]

- **konveksna drsna ploskev:** smučka je ukrivljena proti stranskim robnikom; robniki imajo slab oprijem, zato je zmanjšana kontrola nad smučmi;



Slika 9: Konveksna drsna ploskev [1]

- **ravna drsna ploskev:** drsna ploskev je ravna od robnika do robnika; smučka leži na celotni površini drsne obloge kot tudi na robnikih, zato je tudi z ustrezno pripravo robnika bolj obvladljiva. Če smuči niso popolnoma ploske oz. ravne, jih je priporočljivo odnesti na ravnanje drsne ploskve serviserju, ki ima ustrezne stroje za tako obdelavo.

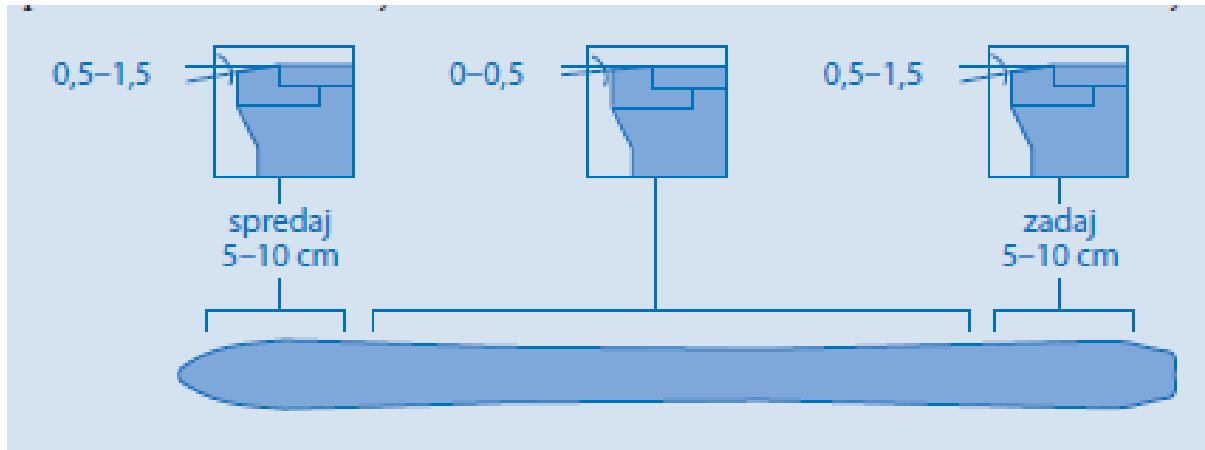


Slika 10: Ravna drsna ploskev [1]

2.4.1.2 BRUŠENJE ROBNIKA NA DRSNI OBLOGI

Robnik na drsni oblogi je potrebno pripraviti ročno s pomočjo posebnega kotnika za brušenje drsne obloge, v katerega vpnemo primerno pilo. Na začetku in na repu smuči rahlo povečamo kot brušenja in s tem dosežemo natančnost in mehkost zavojev.

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17



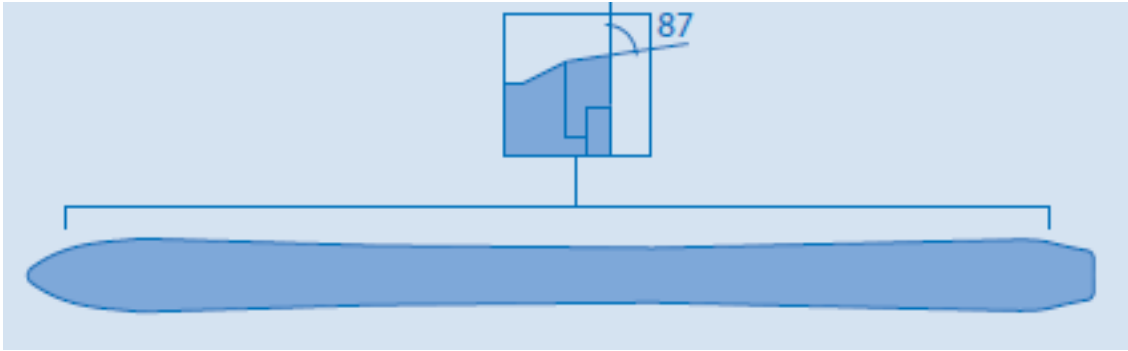
Slika 11: Brušenje robnika na drsni podlagi [1]



Slika 12: Brušenje robnika na drsni podlagi [1]

2.4.1.3 BRUŠENJE STRANSKEGA ROBNIKA

Stranski robnik se pripravi glede na discipline. Robniki na smučeh za smuk, superveleslalom in veleslalom se brusijo na 88° - 87° , za slalom pa na 87° - 85° .



Slika 13: Brušenje stranskega robnika [1]



Slika 14: Brušenje stranskega robnika [1]

2.4.1.4 POLIRANJE ROBNIKA

Da ne pride do nekontroliranih in prehitrih zavojev, napiljene in ekstremno ostre robnike spoliramo z gumico za poliranje robnikov. To naredimo na začetku in na koncu smuči v razdalji 5-15 cm. S tem robniku ne vzamemo ostrine, smuči pa postanejo lažje vodljive v zavojih. Robnike na začetku in koncu smuči – tisti del, ki nima stika s snegom (krivina) – je treba krožno spliti. Ti deli smuči ne vplivajo na vozne lastnosti.



Slika 15: Poliranje robnika [1]

2.4.1.5 POPRAVILO ROBNIKA IN DRSNE PLOSKVE

Kamni na progi lahko trajno poškodujejo robnik in drsno ploskev. Te poškodbe je zelo težko ali celo nemogoče popraviti z navadnimi pilami. V večini primerov je potrebno takšne smuči odnesti na smučarski servis, kjer imajo posebne stroje in pripomočke.



Slika 16: Popravilo robnika [1]



Slika 17: Popravilo drsne ploskve [1]

2.4.2 MAZANJE SMUČI

Običajen in tudi najbolj priporočljiv nanos smučarskega voska je z likalnikom za mazanje smuči, ker to zagotavlja najboljše vpijanje voska v drsno oblogo smuči in najkvalitetnejšo zaščito zanjo. Mazanje smuči z likalnikom ob nanosu parafinskih voskov (univerzalni voski, osnovni ali bazični voski) je dokaj enostavno in varno, saj so temperature likanja nekje med 110 °C in 140 °C. Mazanje fluor voskov in praškov pa zahteva nekaj več izkušenj in pozornosti ter kvaliteten likalnik in ustrezno zaščitno masko za dihala, saj pri likanju nastajajo fluor hlapi, ki so strupeni.

S strgalom postrgamo drsno oblogo, s čimer odstranimo majhne delce, ki so nastali pri brušenju robnikov.



Slika 18: Odstranjevanje majhnih delcev z drsne obloge [1]

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17

S ščetko očistimo drsno ploskev. S tem odpremo pore na drsni ploskvi, da vosek bolje vpije. Pravilna smer ščetkanja je od krivine proti repu smuči.



Slika 19: Čiščenje drsne ploskve s ščetko [1]

Na likalniku nastavimo primerno temperaturo glede na izbor voska (95 °C – 140 °C), naneseemo vosek in ga likamo s počasnimi enakomernimi gibi.



Slika 20: Nanašanje voska [1]



Slika 21: Likanje voska [1]

Smuči postavimo na toplo, kjer se hladijo (približno 1 uro).

Ko je vosek suh in se je vpil v drsno ploskev, ga s strgalom odstranimo tako z robnikov kot tudi z drsne površine.



Slika 22: Odstranjevanje voska [1]

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17

Na koncu drsno površino skrtačimo in smuči so pripravljene.



Slika 23: Zaključno krtačenje smuči [1]

PRI LIKANJU VOSKOV JE POTREBNO UPOŠTEVATI VARNOSTNE UKREPE:

- Zagotoviti je potrebno dobro zračenje prostorov.
- Voskov ne izpostavljamo odprtemu ognju.
- Med delom je kajenje prepovedano.
- Uporabljamo le likalnike, namenjene likanju voskov.
- Temperature, ki so določene za voske, ne smemo preseči, znak za previsoko temperaturo je dim.
- Za delo priporočamo uporabo maske in posebnih očal za zaščito dihal in oči.

3 METODE DELA

3.1 METODA

V raziskovalni nalogi sem se odločila, da bom najbolje preverila postavljene hipoteze, če bom izvedla testiranje, kot ga izvajajo proizvajalci smuči in smučarskih voskov za svoje tekmovalce.

Pri tem sem ugotovila, da je izvedba takšnega testiranja zelo zahteva z vidika organizacije kot tudi fizičnega napora. Za samo izvedbo sem potrebovala pomoč pri organizaciji, predvsem pri zagotovitvi zadostnega števila testnih smuči, pripravi le-teh, rezervaciji smučišča/proge za testiranje, meritvah v času testa.

Sama izvedba testiranja je zahtevala veliko število ponovitev voženj z istimi smučmi s čim bolj podobnimi izvedbami. Na ta način sem izločila morebitna odstopanja med vožnjami z istimi smučmi zaradi mojega načina izvedbe.

3.2 IZVEDBA

Za izvedbo sem izbrala pet parov smuči iste dolžine in enakih vozni lastnosti. Smuči so bile v smučarskem servisu zjutraj tik pred testom enako pripravljene, razen mazanja. Vsaka smučka je bila oštevilčena in nanjo je bil nanesen drugačen vosek, zadnji par smuči pa namenoma ni imel nanesenega voska. Na ta način so bile vse smuči drugače namazane, prav tako sama nisem vedela, kakšen vosek je bil nanesen na katero smučko.



Slika 24: Oštevilčenje smuči in izbor smučarskega voska [2]



Slika 25: Tekmovalni smučarski vosek [2]



Slika 26: Smuči, pripravljene za testiranje [2]

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17



Slika 27: Pripravljene smuči in Eva Rauter pred testiranjem [2]

Za izvedbo takšnega testiranja je potrebno izbrati smučarsko progo, ki omogoča smer gibanja samo naravnost, je čim bolj enakomerna, brez velikih strmin in grbin. Zaradi varnosti jo je potrebno ograditi ter namestiti merilne naprave.



Slika 28: Testni poligon [2]



Slika 29: Priprava merilne naprave [2]



Slika 30: Start testnega poligona [2]

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17

Pri sami izvedbi je nujno, da se vse ponovitve izvajajo na enak način, da se tako zmanjša ali izniči zunanji vpliv na rezultate. Z vsako smučko sem izvedla šest ponovitev tako, da sem za vsako vožnjo zamenjala smuči. Skupaj je to pomenilo 30 voženj.



Slika 31: Izvajanje testa [2]



Slika 32: Menjava smuči med testom [2]

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17

Glede na to, da je bila proga položna, je bil zelo pomemben start, kjer sem morala vsakič paziti, da nisem naredila dodatnega giba, ki bi lahko negativno vplival na rezultat.



Slika 33: Start [2]

Prav tako je bilo zelo pomembno, da je bil test izveden kar najhitreje, da so bili pogoji čim bolj enaki. Tako sem izbrala progo ob kratki vlečnici, da sem lahko hitro nizala vožnje.



Slika 34: Vožnja na start testa [2]

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17

Čas vsake vožnje se je beležil na merilni napravi, ki ga je zapisoval časomerilec.



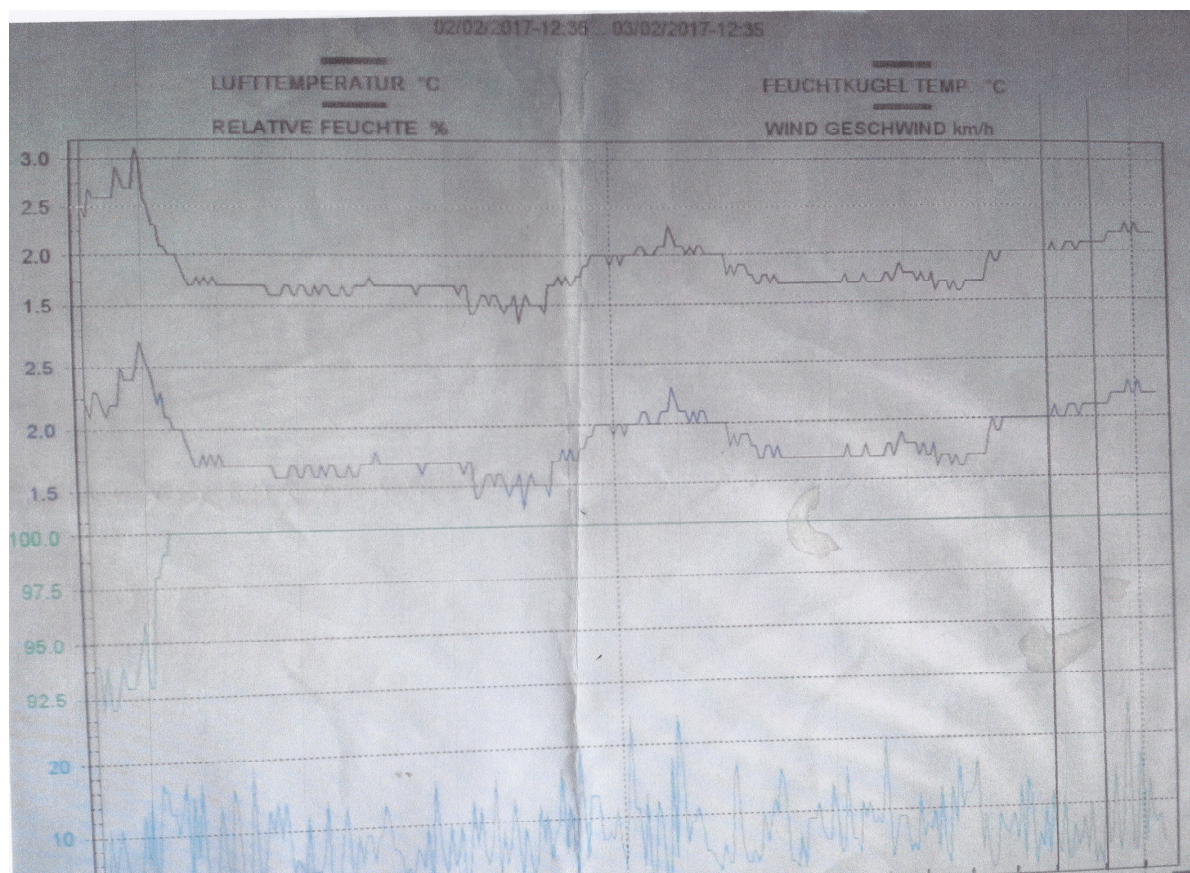
Slika 35: Merilna naprava [2]



Slika 36: Beleženje rezultatov [2]

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17

Prav tako smo merili in zapisovali vse podatke o vremenu in snegu.



Slika 37: Vremenski podatki [4]

4 REZULTATI

Po zaključenem testiranju sem zbrala vse podatke in rezultate ter jih uredila v tabele.

4.1 OSNOVNI PODATKI TESTIRANJA

| | |
|---------------|--------------------|
| KRAJ: | Golte |
| DATUM: | 3. 2. 2017 |
| ČAS: | 10:30–11:51 |

| VREMENSKI PODATKI | | | |
|---------------------------------|--|--------------|--------------|
| URA | 10:00 | 11:00 | 12:00 |
| TEMP. SNEGA (°C) | -0,2 | -0,1 | -0,2 |
| TEMP. ZRAKA (°C) | 2,0 | 2,1 | 2,2 |
| VLAŽNOST (% RH) | 100 % | 100 % | 100 % |
| VETER (km/h) | 10 | 10 | 17 |
| VREME | oblačno, rahel veter | | |
| TESTNA PROGA | proga ob otroškem poligonu nad Hotelom Golte | | |
| TESTIRAL | Eva Rauter | | |
| SESTAVA SNEGA | moker, star, grobozrnat | | |
| START n. m. v. (m) | 1430 | | |
| CILJ n. m. v. (m) | 1410 | | |
| VIŠINSKA RAZLIKA (m) | 20 | | |
| DOLŽINA PROGE (m) | 70 | | |
| ZAČETEK TESTA (ura:min) | 10:30 | | |
| KONEC TESTA (ura:min) | 11:51 | | |
| TRAJANJE TESTA (ura:min) | 1:21 | | |

Tabela 1: Osnovni podatki testiranja

4.2 REZULTATI MERITEV

| | Ura | 1052 | 1054 | 1055 | 1061 | 1073 |
|---|-------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| Št. smuči | | | | | | |
| Vosek | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| 1. vožnja | 10:30 | 9,94 | 10,08 | 9,86 | 9,71 | 10,17 |
| 2. vožnja | 10:44 | 10,26 | 10,13 | 10,25 | 9,81 | 10,19 |
| 3. vožnja | 10:58 | 9,95 | 10,04 | 9,89 | 10,13 | 10,21 |
| 4. vožnja | 11:12 | 10,05 | 9,99 | 9,98 | 9,78 | 10,36 |
| 5. vožnja | 11:26 | 10,04 | 10,14 | 9,95 | 9,91 | 10,00 |
| 6. vožnja | 11:40 | 10,00 | 10,10 | 9,96 | 9,88 | 10,26 |
| Povprečen čas | | 10,04 | 10,08 | 9,98 | 9,87 | 10,20 |
| Povprečen čas (najhitrejši in najpočasnejši čas) | | 10,01 | 10,09 | 9,95 | 9,85 | 10,21 |

Tabela 2: Rezultati meritev

Legenda uporabe voskov:

Vosek

| | |
|----|---|
| 1. | Univerzalni vosek za moker sneg +0 °C → -4 °C |
|----|---|



Slika 38: Univerzalni vosek za moker sneg [5]

| | |
|----|--|
| 2. | Univerzalni vosek za suh sneg $-4\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
|----|--|



Slika 39: Univerzalni vosek za suh sneg [5]

| | |
|----|--|
| 3. | Tekmovalni vosek za suh sneg High Fluor $-4\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
|----|--|



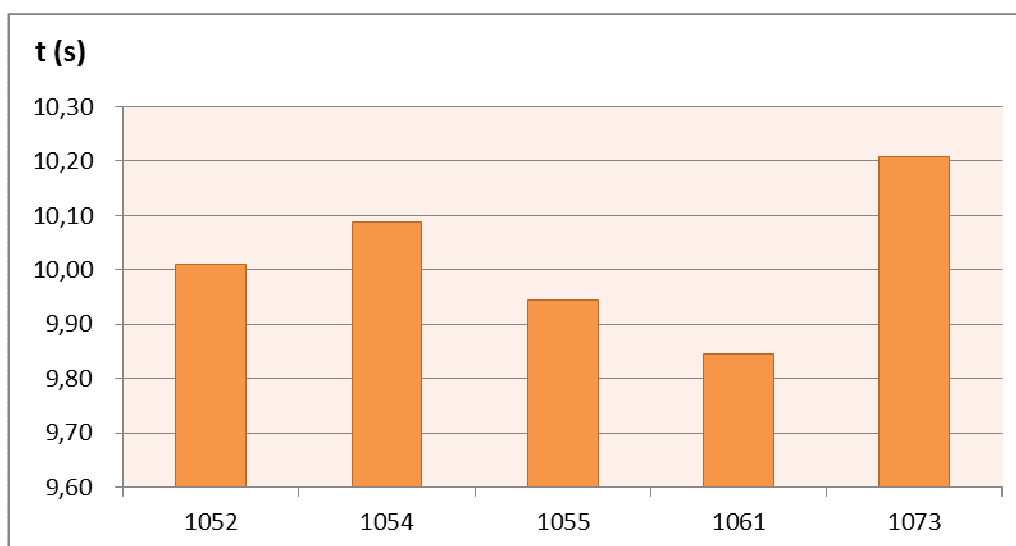
Slika 40: Tekmovalni vosek za suh sneg [5]

| | |
|----|--|
| 4. | Tekmovalni vosek High Fluor $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow -4\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
|----|--|

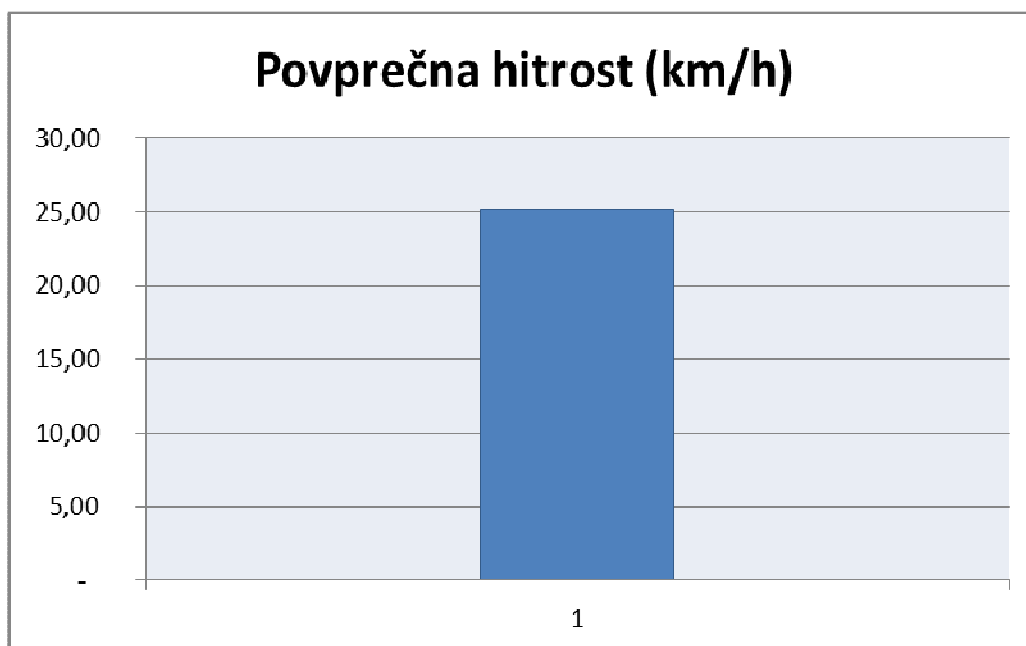


Slika 41: Tekmovalni vosek za moker sneg [5]

| | |
|----|------------|
| 5. | Nič voskov |
|----|------------|



Grafikon 1: Povprečni časi vzorcev



Grafikon 2: Povprečna hitrost na testu

5 DISKUSIJA

Testiranje sem si zamislila tako, da bi ugotovila, ali je vpliv smučarskih voskov na hitrost smučanja res pomemben. Glede na to, da ni javno dostopnih podatkov, sem izvedla testiranje smuči, kot ga izvajajo proizvajalci smučin smučarskih voskov.

Prav tako me je zanimalo, kakšen rezultat bo dosegla smučka, ki ni bila nič namazana. Glede na teorijo bi morala takšna smučka biti najpočasnejša, kar se je potrdilo tudi na testiranju.

Ob tem pa sem hotela ugotoviti, ali je smučarski vosek, ki ima temperaturni razpon znotraj trenutnih vremenskih pogojev, boljši od ostalih ne glede na to, ali so tekmovalni ali univerzalni. Izkazalo se je, da je imel univerzalni vosek, ki je imel pravi temperaturni razpon glede na razmere na testu (vosek št. 1 – Univerzalni vosek za moker sneg $0\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow -4\text{ }^{\circ}\text{C}$), slabši rezultat kot tekmovalni vosek, ki ni imel pravega temperaturnega razpona (vosek št. 3 – Tekmovalni vosek za High Fluor $-4\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow -10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Pri pregledu rezultatov sem ugotovila, da so nekateri zaradi zunanjega vpliva imeli preveliko odstopanje. Pri podrobnejši analizi sem prišla do ugotovitve, da je bil vzrok pri minimalno drugačnemu startu, kot sem ga izvedla pri večini voženj. V takšnem primeru sem na startu pred startno palčko minimalno potisnila desno nogo naprej in na ta način prehitro sprožila uro ter tako imela posledično slabši čas (3x) ali naredila manjši pospešek pred sprožitvijo ure in s tem izboljšala čas (1x). Teh časov pri končni analizi nisem upoštevala.

Glede na to, da treniram smučanje in do sedaj nisem posvečala velike pozornosti startu, sem skozi testiranje ugotovila, kako lahko že najmanjše spremembe vplivajo na končni rezultat v pozitivni ali negativni smeri.

Pri testiranju je bila dosežena povprečna hitrost 25 km/h. To je hitrost, ki jo dosegajo rekreativni smučarji pri rekreativnem smučanju, tekmovalci pa presegajo to hitrost.

Testiranje sem izvedla na mokrem, starem in grobo zrnatem snegu pri temperaturi snega okoli $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. V teh pogojih je veliko vlage in večinoma tudi slabše ali nepripravljene smuči dobro drsijo. Sklepam, da so zato med rezultati manjše razlike v času.

Če bi testiranje izvedla v drugačnih vremenskih in snežnih pogojih na suhem in fino zrnatem snegu, bi verjetno dobila drugačne rezultate. Glede na to, da suh sneg zahteva voske, ki so primerni samo za te pogoje, bi se verjetno pokazali drugačni rezultati. Najbrž bi bil najboljši tekmovalni vosek v temperaturnem razponu $-4\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow -10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sklepam, da bi nenamazana smučka zaostala več, kot je na dejanskem testiranju, saj je suh sneg agresivnejši in zahteva vsaj minimalno namazano smučko.

Univerzalni smučarski voski so občutno cenejši kot tekmovalni. Za primerjavo: cena univerzalnega voska, uporabljenega na testu, je 9,99 €, tekmovalnega pa 39,96 €. To pomeni, da so tekmovalni voski štirikrat (400 %) dražji od univerzalnih. Če pogledamo rezultate testa, ugotovimo, da je tekmovalni vosek, s katerimi so se dosegali najboljši časi, hitrejši od univerzalnega v povprečju za 0,16 s, kar na testni progi predstavlja samo 2 %. Gledano z vidika rekreativnega smučarja je zanj nakup univerzalnega voska občutno primernejši, saj z univerzalnim voskom dosega dobre pogoje smučanja, kar je za rekreativno smučanje najpomembnejše. V tekmovalnem smučanju so pomembnejši hitrost in dobri rezultati, zato

Raziskovalna naloga Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2016/17

tekmovalci uporabljajo tekmovalne voske, ki jim to omogočajo. Zanimivo pri tem je, da vrednost voskov izredno poraste, rezultati pa so vsaj statistično gledano minimalno boljši. Zavedati pa se moramo, da na tekmovanju lahko zmagovalca loči le 0,01 s.

6 ZAKLJUČEK

Med testiranjem in pisanjem te naloge sem se veliko naučila – največ o pripravi smuči in o tem, kako pomembna je le-ta. Ob tem sem ugotovila, da na rezultate v smučanju vplivajo malenkosti.

Z raziskovalno nalogo sem potrdila 1. in 2. hipotezo, da so tekmovalni voski boljši od univerzalnih in da so univerzalni voski boljši kot nepripravljene smuči. 3. hipoteza se je izkazala za napačno. Rezultati so pokazali, da so tekmovalni voski boljši in hitrejši od univerzalnih ne glede na vremenske pogoje.

Rezultati raziskovalne naloge so uporabnejši za rekreativne smučarje, saj je bila povprečna hitrost na testu 25 km/h, to pa je hitrost, ki jo dosegajo rekreativni smučarji.

Za tekmovalno uporabo bi morala izvesti novo testiranje, in sicer v različnih snežnih pogojih (suh sneg, moker sneg, mešan sneg, umeten sneg) in na daljši testni stezi, kjer bi dosegala večjo povprečno hitrost.

Najpomembnejši nauk moje raziskovalne naloge je v tem, da je za dobro smučanje nujna dobra priprava smuči.

7 POVZETEK

Alpsko smučanje je ena izmed najbolj množičnih oblik zimske rekreacije. Večina ljudi se z alpskim smučanjem ukvarja rekreativno, tekmovalno se z njim ukvarjajo predvsem mlajši. Vedno več pa je tistih, ki se vsaj občasno radi rekreativno pomerijo na progi s časom oziroma želijo imeti dobro pripravljene in namazane smuči, da je smuka čim prijetnejša, nenaporna in ugodna v vseh snežnih pogojih. Dodaten razlog so tudi zime z manjšimi ali neenakomernimi snežnimi padavinami, kar privede do tega, da so smučišča vedno bolj odvisna od umetnega snega. Takšen sneg potrebuje drugačno pripravo smuči in izbor smučarskih voskov kot pa naraven sneg.

V raziskavi sem hotela ugotoviti, kako izbor smučarskih voskov vpliva na hitrost smučanja, kaj vpliva na izbiro pravih voskov ter ali so tekmovalni voski res boljši od univerzalnih. Večina smučarjev se ne obremenjuje, ali ima pripravljene smuči ali ne. Spet drugi dobro skrbijo za pripravo smuči, pa premalo pozornosti namenjajo pravilni izbiri voskov.

Prišla sem do ugotovitve, da je za dobro smučanje nujna dobra priprava smuči. Prav tako sem ugotovila, da so tekmovalni voski boljši od univerzalnih, oboji pa so vedno boljši izbor kot nepripravljene smuči.

Ker sama že nekaj let treniram smučanje, sem želela izvedeti več o sami pripravi smuči. Čeprav je bilo testiranje zelo naporno, saj sem morala biti pozorna na vsako malenkost, pa sem z raziskovalno nalogo zadovoljna. Zdaj bolje razumem delo smučarskih serviserjev. Od njihovega dela je odvisen uspeh tekmovalca, saj vsaka stotinka šteje.

8 ZAHVALA

Iskreno bi se rada zahvalila mentorjema, Karin Sirovina Dvornik in Damijanu Vodušku, za pomoč, podporo, svetovanje in potrpežljivost z mano pri izdelavi raziskovalne naloge.

Zahvaljujem se Bojanu Napotniku iz Šole smučanja Beli zajec, Golte, in njegovemu serviserju Janiju, ki sta mi veliko pomagala pri izvedbi testiranja ter mi omogočila vpogled v pripravo smuči. Enaka zahvala gre Pavlu Grašiču iz podjetja Tesma sport in dolgoletnemu vrhunskemu trenerju naših najboljših smučarjev, ki mi je podal veliko informacij o razvoju smučarskih voskov iz svojih dolgoletnih izkušenj. Zahvaljujem se tudi Gregorju Šparovcu iz tekmovalne ekipe pri podjetju Swix, ki mi je omogočil dostop do informacij glede smučarskih voskov in izvedbe testiranja za najboljše smučarje na svetu.

Zahvaljujem se tudi staršema, ki sta mi ves čas nudila pomoč in me podpirala pri izvedbi te raziskovalne naloge.

Hvala tudi vsem ostalim, ki ste mi pri izdelavi raziskovalne naloge kakorkoli pomagali.

9 VIRI IN LITERARURA

Swix, 2014: Wax expert seminar Lillehammer 2014/15

Swix, 2014: Race Pre Session alpine 2014/15

Holmenkol, 2016: Priročnik za servis novih smuči

Holmenkol, 2016: Priročnik za servis smuči

Tesma sport, <http://www.tesmasport.si/>

JR Sport, http://www.jrsport.si/priprava_smuci.asp

Swix, <http://www.swixsport.com/>

Holmenkol, <http://www.holmenkol.com/en.html>

VIRI SLIK:

1. Holmenkol, 2016: Priročnik za servis novih smuči
2. FOTO Miran in Eva Rauter
3. Swix, 2014: Race Pre Session alpine 2014/15
4. smučišče Golte – podatki z vremenske postaje
5. <http://www.tesmasport.si/voski-in-orodja-za-servis-smuci/smucarski-voski/maze-za-alpsko-smucanje/holmenkol-osnovni-vosek-alfamix>