

# TECHNIKA A BIOMECHANIKA SJEZDOVÉHO LYŽOVÁNÍ

Soňa Jandová



# Technika a biomechanika sjezdového lyžování

Soňa Jandová

---

Recenzovali:

prof. Ing. Milan Růžička, CSc.

PhDr. Petra Fořterová, Ph.D.



**ZÁKLADNÍ  
LYŽOVÁNÍ**

Publikace vychází s laskavým přispěním Svazu lyžařů ČR.

Vydala Univerzita Karlova

Nakladatelství Karolinum

Praha 2024

Ilustrace Zdena Marvanová, Jan Vodička

Redakce Dita Kříšťanová

Grafická úprava DTP Nakladatelství Karolinum

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

Vydání první

© Univerzita Karlova, 2024

© Soňa Jandová, 2024

Cover photo © Jan Vodička, 2024

Illustrations © Zdena Marvanová, Jan Vodička, 2024

ISBN 978-80-246-5829-2

ISBN 978-80-246-5830-8 (pdf)



Univerzita Karlova  
Nakladatelství Karolinum

[www.karolinum.cz](http://www.karolinum.cz)  
[ebooks@karolinum.cz](mailto:ebooks@karolinum.cz)



# OBSAH

<b>PODĚKOVÁNÍ</b> .....	7
<b>ÚVOD</b> .....	9
<b>1. MATERIÁLNÍ PODMÍNKY PRO JÍZDU NA LYŽÍCH – VÝZBROJ A VÝSTROJ</b> .....	11
1.1 Lyže .....	11
1.1.1 Vliv konstrukce lyží na zatáčení .....	12
1.1.2 Rocker a camber .....	13
1.2 Lyžařská obuv .....	14
1.2.1 Tuhost bot .....	15
1.2.2 Stélky .....	16
1.3 Lyžařské vázání .....	16
1.4 Hole .....	17
1.5 Lyžařská výstroj .....	17
<b>2. LYŽAŘSKÉ PROSTŘEDÍ</b> .....	18
<b>3. LIDSKÉ TĚLO</b> .....	19
3.1 Pohybový systém člověka .....	19
3.2 Antropometrické předpoklady .....	19
3.3 Funkční předpoklady .....	20
3.4 Motorické předpoklady .....	21
<b>4. ZÁKLADNÍ POJMY Z BIOMECHANIKY LYŽOVÁNÍ</b> .....	23
4.1 Newtonovy pohybové zákony .....	23
4.2 Hybnost .....	24
4.3 Skládání a rozklad silových účinků .....	26
4.4 Těžiště těla .....	26
4.4.1 Těžiště segmentů .....	27
4.4.2 Určení těžiště těla .....	27
4.4.3 Moment setrvačnosti .....	27
4.4.4 Proměnlivost polohy těžiště těla při lyžování .....	27
4.5 Vnitřní a vnější síly .....	28
4.5.1 Vnitřní síly .....	28
4.5.2 Vnější síly .....	29
4.5.3 Soustava vnějších sil působících na lyžaře .....	30
<b>5. BIOMECHANIKA JÍZDY PO SPÁDNICI A JÍZDY ŠIKMO SVAHEM</b> .....	34

<b>6. BIOMECHANIKA OBLOUKU</b> .....	37
6.1 Zatáčení lyží v oblouku .....	37
6.2 Mechanismy vychýlení lyží z přímočaré jízdy .....	39
6.2.1 Rotace dolních končetin .....	39
6.2.2 Protirotace, odklon trupu a odraz z hran .....	40
6.2.3 Točivý moment od zapíchnuté hole .....	40
6.2.4 Rotace trupu .....	42
6.2.5 Rotace pánve .....	43
6.2.6 Protirotace .....	43
6.2.7 Kombinace zatáčecích mechanismů .....	44
6.3 Vedení oblouku .....	44
6.3.1 Mechanismy regulace oblouku .....	44
6.3.2 Výslednice gravitační a odstředivé síly při jízdě v oblouku .....	48
<b>7. FÁZE LYŽAŘSKÉHO OBLOUKU</b> .....	49
7.1 Historický vývoj dělení lyžařského oblouku .....	49
7.2 Biomechanický princip dělení oblouku .....	51
<b>8. ZÁKLADNÍ SMĚRY POHYBU LYŽAŘE</b> .....	54
8.1 Předozadní pohyb lyžaře .....	55
8.1.1 Předozadní rovnováha .....	56
8.1.2 Synchronizace předozadního pohybu s jednotlivými fázemi oblouku .....	56
8.2 Vertikální pohyb lyžaře v souřadné soustavě lyžař-lyže .....	57
8.2.1 Význam vertikálního pohybu .....	57
8.2.2 Virtuální boule .....	57
8.2.3 Technika cross-over a cross-under .....	58
8.2.4 Vertikální pohyb lyžaře při přejezdu (virtuálních) boulí .....	61
8.2.5 Odlišnosti jízdy začátečnicků a pokročilých lyžařů z hlediska vnějších sil .....	61
8.2.6 Oddělení vertikálního pohybu od pohybu v předozadním směru .....	62
8.3 Pohyb lyžaře v bočním směru .....	63
8.3.1 Teoretický výpočet síly působící na nohy lyžaře v oblouku .....	63
8.3.2 Rozvoj rovnovážové schopnosti v bočním směru .....	64
8.3.3 Rovnováha na vnitřní a vnější lyži .....	65
8.3.4 Přechod mezi napojovanými oblouky .....	69
<b>9. NÁSTIN TECHNIKY CARVINGOVÉHO OBLOUKU V ZÁKLADNÍM PROVEDENÍ</b> .....	78
<b>10. POROVNÁNÍ NÁCVIKU TECHNIKY SJEZDOVÉHO LYŽOVÁNÍ VE VYBRANÝCH ZEMÍCH</b> .....	80
10.1 Pojetí výuky lyžování v metodikách jednotlivých států .....	81
10.2 Komparace jednotlivých metodik z hlediska využití vertikálního pohybu těžiště těla lyžaře .....	83
10.3 Komparace jednotlivých metodik z hlediska nácviku přívratného postavení .....	84
10.4 Komparace jednotlivých metodik z hlediska nácviku zapíchnutí hole .....	84
10.5 Shrnutí poznatků metodik vybraných států .....	85
<b>ZÁVĚR</b> .....	87
<b>LITERATURA</b> .....	89
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b> .....	94
<b>REJSTRÍK</b> .....	96
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	99

# PODĚKOVÁNÍ

Věříme, že tato publikace přinese určitou názorovou osvětu do oblasti základního lyžování. Velký dík při realizaci této osvěty patří oběma recenzentům, profesoru Milanu Růžičkovi, odborníkovi na aplikovanou mechaniku, ale také velkému sportovci a lyžařskému nadšenci, doktorce Petře Fořterové, dlouholeté tvůrkyni metodických materiálů sjezdového lyžování, ale především lyžaře tělem i duší.

Soňa Jandová





# ÚVOD

Alpské lyžování patří od roku 1936, kdy se konaly ZOH v německém Garmisch-Partenkirchenu, mezi olympijské sporty. V souvislosti s tím, že se jedná o velmi prestižní olympijský sport, se poměrně výrazně vyvíjí technika jízdy, metodika nácviku a v neposlední řadě také výstroj a výzbroj. Snahou závodníků je dosažení co možná nejlepších časů jak v technických (slalom a obří slalom), tak i v rychlostních disciplínách (super obří slalom a sjezd). Každá z disciplín má svá specifika v podobě rozmístění branek, terénu, rychlosti, délky trati. Některá tato specifika jsou regulována Mezinárodní lyžařskou federací FIS (International Ski Federation). Proměnlivost terénu vyžaduje komplexní technickou vybavenost závodníků a neustálou adaptaci na změnu terénu, svahu, rozestavení branek a sněhových podmínek s ohledem na biomechanické aspekty alpského lyžování. Lyžování však není pouze doménou vrcholových závodníků. Našlo si své místo v srdci širších mas veřejnosti a lyžařský průmysl především v alpských zemích obrovsky expanduje. I přes globální oteplování planety vznikají nová lyžařská centra, ta stávající se neustále rozrůstají či modernizují. Součástí lyžařských center jsou již téměř všude lyžařské školy, v nichž probíhá výuka od začátečníků až po vyspělé lyžaře. Lyžování se těší velké popularitě a mnozí lidé jej provozují pro zábavu, sportovní vyžití, pro zdravotní benefit, zkrátka pro pocit tzv. well-being.

Na sjezdových tratích je možné vidět lyžaře různých úrovní a stylů sjíždění a zatáčení. Osvojování pohybových dovedností patří k předpokladům technicky správného pojetí jízdy a je zárukou bezpečného pohybu po sjezdových tratích. Výuka lyžování v minulosti i současnosti směřovala k nácviku určité techniky ovlivněné světovým trendem. Ten velmi úzce souvisí s vývojem lyžařské výzbroje, což je možné demonstrovat např. na vývoji vázání s volnou patou, které s sebou tehdy přineslo nový styl – telemark a kristiáni. Dalším klíčovým okamžikem v historii výuky lyžování byl vývoj nových konstrukcí lyží. V souvislosti s tím se na konci 90. let objevuje v alpských zemích pojem carvingové lyžování. Jedná se o využití bočního krojení lyží, které umožňuje snadnější vedení lyží po hranách v průběhu oblouku. Na přelomu tisíciletí se princip uvedení lyží do točení a následné vedení oblouku po hranách začíná prosazovat také do České školy lyžování (do té doby byla používána metodika Česká škola kročivé techniky) a vzniká tak tehdy nová metodika zaměřená na carving (Příbramský et al. 2002) a následně i na výuku carvingu dětí (Vodičková, Příbramský 2005). Zásadně se začala měnit technika jízdy v závodním i rekreačním pojetí, což velmi úzce souviselo se zvýšením rychlosti ve fázi vedení oblouku a ke změně trajektorie jízdy lyžaře, kdy bylo najednou možné vyjíždět oblouky více k vrstevnici bez výrazné ztráty rychlosti způsobené smykem. Bohužel tato skutečnost s sebou přinesla také celou řadu problémů, a to v podobě

četných zranění. Lyžaři se na sjezdových tratích dostávali díky změně trajektorie mimo zorné pole ostatních lyžařů a často docházelo ke střetům a následným pádům (Manier 1999). Také v závodním lyžování nový typ konstrukcí lyží s sebou přinesl celou řadu pádů, a to především ve fázi ukončení oblouku, resp. ve fázi iniciační, kdy lyžaři díky agresivnější konstrukci lyží využívali posun svého těžiště v předozadním směru za účelem urychlení výjezdu z oblouku (Müller et al. 2005) a díky zkrácené délce lyží docházelo k velmi častým a mnohdy těžkým pádům tzv. přes patky lyží.

Technika jízdy a metodika jejího nácviku je neustále diskutované téma, a proto přicházíme s touto publikací, která v současné době v české odborné literatuře dlouhodobě schází. Věříme, že přispěje k rozšíření poznání v širší lyžařské komunitě. Hned na úvod bychom chtěli upozornit na to, že terminologie, která je v publikaci použita, vychází ze specifik charakteristických pro české prostředí. Proto je např. v této publikaci používán termín sjezdové lyžování více nežli alpské lyžování, přestože je tím míněno v podstatě totéž.

# 1 MATERIÁLNÍ PODMÍNKY PRO JÍZDU NA LYŽÍCH – VÝZBROJ A VÝSTROJ

Při lyžování člověk k pohybu používá nejen svůj pohybový aparát, ale také lyžařskou výzbroj. Ta se stává nedílnou součástí lyžaře a tvoří s ním jeden systém. Pro naše potřeby tento systém nazýváme systém lyžař-lyžařská výzbroj (zjednodušeně lyžař-lyže). Pro lyžování je typické to, že se neustále mění vnější podmínky. Odehrává se ve velmi variabilním přírodním prostředí a změnu podmínek nelze vždy zcela předpokládat. Jízdu na lyžích ovlivňuje celá řada faktorů, jejichž vliv se promítá do průběhu celé jízdy. Mezi nejdůležitější faktory patří materiální podmínky, vnější prostředí a pohybový systém člověka, tedy lidské tělo. Z tohoto pohledu je patrná úzká souvislost uvnitř systému lyžař-lyžařská výzbroj.

## 1.1 LYŽE

Materiální vybavení hraje velmi důležitou roli při lyžování. Jedná se o výzbroj a výstroj. Vzhledem k obrovské popularitě lyžování se neustále výrazně mění produkce lyží po celém světě. Lyžařské firmy uvádějí každoročně na trh celou řadu modelů lyží pro různé cílové skupiny lyžařů a pro jejich specifické potřeby. Jedná se o lyže úzce specializované, lyže pro všestranné využití, dětské lyže apod. Dle konstrukce a jejich určení se dělí do různých kategorií, kterých je celá řada, a často se označení těchto kategorií mění. Mezi tradiční modelové řady lyží patří kategorie race (lyže určené pro závodní způsob jízdy), slalomové lyže (určené pro jízdu krátkými oblouky), lyže pro obří slalom (určené pro závodní jízdu v obřím slalomu), race carver (lyže vhodné pro rychlou jízdu dlouhými oblouky), ski cross carver (vhodné pro závody ve ski crossu), allround carver (univerzální carvingové lyže pro širokou lyžařskou veřejnost), allround lady ski (univerzální lyže pro ženy), easy carver (lyže určené pro začátečníky), all mountain (univerzální lyže na sjezdovku i do terénu), freerider (lyže vhodné pro extrémní lyžování v terénu). Pro výuku lyžování se často využívají také lyže z kategorie short carver či krátké lyže typu snow-blade. Vedle uvedených kategorií bezpochyby existují další, zpravidla pro úzce specializované použití.

Sjezdové lyže mají v současné době různé parametry. Mezi ty nejdůležitější patří jejich délka, boční krojení, tedy rádius, a tuhost. Při lyžování je často zřejmá snaha o provedení tzv. řezaného (carvingového) oblouku. Rozumí se tím vedení oblouku podél hrany lyže s minimalizací bočního smýkání lyží. Poloměr řezaného oblouku je ovlivněn především bočním krojením lyže, úhlem hranění a prohnutím lyže. Čím více je lyže krojená a čím je větší úhel hranění, tím více se musí lyže prohnut, aby udržela neustálý kontakt hrany se sněhem. Těto problematice je věnována následující kapitola.