

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

**2017**

**Klára Krejčířová**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

## **Individualizace předzávodního mikrocyklu u běžců na lyžích**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**PaedDr. Tomáš Gnad**

Vypracovala:

**Bc. Klára Krejčířová**

Praha, duben 2017

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu. Zároveň souhlasím se zveřejněním této práce jak v tištěné, tak elektronické podobě.

V Praze dne:

.....

podpis diplomanta

### Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu, a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat PaedDr. Tomáši Gnadovi za jeho čas a zkušenosti, které mi poskytl během psaní mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat trenérům Mgr. Zbyňkovi Valouškovi a Bc. Janu Francovi za jejich pomoc při přípravě a provedení výzkumu. Také chci poděkovat Technické Univerzitě v Liberci a Mgr. Radimu Antošovi za poskytnutí prostoru a trenažéru na uskutečnění výzkumu.

## **Abstrakt**

- Název práce:** Individualizace předzávodního mikrocyklu u běžců na lyžích
- Cíl práce:** Cílem diplomové práce bylo zjištění vhodného zatížení vybraných probandů před soutěží.
- Metody:** Práce je koncipována jako případová studie. Jedná se o kvantitativní výzkum, kde jsme na základě naměřených hodnot získaných z trenážeru Ercoline Upper Body Power zjišťovali vhodnou velikost zatížení v předzávodním mikrocyklu u pěti vrcholových běžců na lyžích.
- Výsledky:** Docílili jsme individualizace mikrocyklu u každého závodníka, což vedlo k lepší fyzické, ale také psychické připravenosti.
- Klíčová slova:** běh na lyžích, soupažný běh prostý, zatížení, trenážér, srdeční frekvence

## **Abstract**

**Title:** Individualization of pre-race microcycle for cross-country skiers

**Objectives:** The aim of the thesis was to estimate the appropriate load of selected competitors before the competition.

**Methods:** The work is conceived as a case study. It is a quantitative research based on measured values obtained from the trainer Ercolina Upper Body Power. We estimated the appropriate load in pre-race microcycle of five elite cross-country skiers.

**Results:** Collected data have prevented the pre-race microcycle to be identical for all competitors. We achieved microcycle individualization for each competitor, which lead to better physical and psychological preparedness.

**Keywords:** cross-country skiing, double poling, load, simulator, heart rate

## Obsah

1	Úvod.....	11
2	Teoretická východiska.....	12
2.1	Tréninkové cykly.....	12
2.1.1	Makrocycklus.....	12
2.1.2	Mezocycklus.....	12
2.1.3	Mikrocycklus.....	12
2.2	Roční tréninkový cyklus.....	13
2.3	Charakteristika běhu na lyžích.....	14
2.3.1	Pohybové hledisko.....	15
2.3.2	Fyziologické hledisko.....	15
2.3.3	Morfologické hledisko.....	16
2.3.4	Psychologické hledisko.....	16
2.3.5	Taktické hledisko.....	17
2.3.6	Technické hledisko.....	17
2.4	Technika běhu na lyžích.....	17
2.5	Soupažný odpich.....	20
2.5.1	Technika.....	20
2.5.2	Výzkumy týkající se soupažného běhu prostého.....	24
2.6	Proč soupažný odpich.....	28
2.6.1	Soupažný odpich vs. ostatní způsoby klasické techniky běhu na lyžích.....	28
2.6.2	Technika soupažného odpichu.....	29
2.6.3	Důvody rozvoje soupažného odpichu.....	29
2.6.4	Vybavení.....	30
2.6.5	Dorost a mládež.....	31
2.6.6	Světový pohár.....	32
2.6.7	Dlouhé a lehké závodní tratě.....	33
2.7	Nové trendy v soupažném odpichu.....	33
2.8	Trenažéry pro nápodobu soupažného odpichu.....	35
2.8.1	THORAX.....	35
2.8.2	SKIERG.....	36
2.8.3	ERCOLINA UPPER BODY POWER.....	37
2.9	Srdeční frekvence.....	38
2.9.1	Srdce.....	40
2.9.2	Srdeční činnost.....	40
2.9.3	Srdeční cyklus.....	41



3	Cíle a úkoly práce, hypotézy .....	42
3.1	Cíle práce .....	42
3.2	Úkoly práce.....	42
3.3	Hypotéza.....	42
4	Metodika práce .....	43
4.1	Popis použitých zařízení .....	43
4.1.1	Sporttester Suunto Ambit2 Sapphire .....	43
4.1.2	Ercolina Upper Body Power .....	44
4.2	Popis sledovaného souboru .....	44
4.3	Použité metody .....	45
4.4	Způsob a postup měření.....	46
4.5	Sběr dat.....	47
4.6	Analýza dat .....	48
5	Výsledky.....	49
5.1	Proband 1 .....	49
5.2	Proband 2.....	51
5.3	Proband 3 .....	53
5.4	Proband 4.....	55
5.5	Proband 5.....	57
5.6	Celkové zhodnocení výsledků .....	59
6	Diskuze.....	60
7	Závěr.....	63
8	Použitá literatura .....	65

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ANP = anaerobní práh (intenzita na úrovni anaerobního prahu)

ATH = aktivní tělesná hmota

FEV1 = objem vzduchu, který se po maximálním nádechu vydechne za 1 sekundu

IO = interval odpočinku

MAX = maximální intenzita

RQ = respirační koeficient

RTC = roční tréninkový cyklus

SF/TF = srdeční frekvence/tepová frekvence

TVO = tréninkové volno

VO<sub>2</sub> = spotřeba kyslíku

VO<sub>2</sub>/kg = spotřeba kyslíku na kilogram tělesné hmotnosti

VO<sub>2</sub>/SF = tepový kyslík

VO<sub>2max</sub> = maximální spotřeba kyslíku

VO<sub>2max</sub>/kg = maximální spotřeba kyslíku na kilogram tělesné hmotnosti

VO<sub>2max</sub>/SF = maximální tepový kyslík

# 1 Úvod

Každý sport, který nemá v určité době reprezentanta vozícího medaile z vrcholných soutěží, není považován za úspěšný. Tím pádem není atraktivní pro sponzory ani pro diváky a nedostatek financí dokáže značně ovlivnit podmínky, ve kterých sportovci trénují, a může jim cestu k vrcholné výkonnosti značně ztížit.

V posledním roce se mi vyskytla příležitost přiblížit se k jednomu z těchto v současnosti „nešťastných sportů“ a to běžeckému lyžování. Konkrétně se jedná o prostředí zástupců mužské reprezentace „B“. Podařilo se mi nahlédnout pod pokličku a vnímat veškeré procesy od přípravy závodníků počínaje přes nominace, organizaci a průběh závodů konče.

Od členů výše zmíněné reprezentace jsem se dozvěděla, že by je zajímalo, jak velké zatížení před závodem je pro každého z nich vhodné podstupovat. Závodníci vybraní pro testování spadají do věkové kategorie do 23 let a této konkrétní problematice dosud nevěnovali více pozornosti.

Proto jsem se rozhodla, že bych prostřednictvím výzkumu mohla zjistit, jak velké zatížení by před závodem měli zvolit a na základě zjištěných výsledků tak docílit individualizace, s jejíž pomocí by se dalo dosáhnout vyšší výkonnosti testovaných závodníků.

Věřím, že pokud na základě tohoto zjištění bude povolena individualizace zatížení v předzávodním mikrocyklu u jednotlivých závodníků, mohlo by to vést nejen k lepší fyzické, ale především psychické odolnosti, které je v současné době přikládán velký význam. Tím, že sportovci budou mít právo zvolit si sami, jak velké zatížení chtějí v předzávodním mikrocyklu podstupovat, budou tak do závodu připraveni podle svých představ. Tato nejen psychická, ale i fyzická připravenost by mohla mít překvapivý vliv na jednotlivé výkony závodníků.

Podle mého názoru by se tito mladí závodníci tímto přístupem naučili také zodpovědnosti za svá vlastní rozhodnutí. Jedná se o schopnost, kterou by měl každý z vrcholových sportovců mít, neboť v budoucnu mohou přijít daleko těžší rozhodnutí, se kterými se budou muset vypořádat.

## **2 Teoretická východiska**

### **2.1 Tréninkové cykly**

Podle Neumanna, Pfütznera, Hottenrotta (2005) je cílem rozdělení tréninku do jednotlivých cyklů dosáhnout vysokého tréninkového zatížení s nezbytnými fázemi odpočinku a stejně tak i výraznějšího rozvoje určitých schopností a dovedností v jednotlivých cyklech. Zahraniční i tuzemští autoři dělí tréninkové cykly na:

#### **2.1.1 Makrocyklus**

Makrocyklus je nejdelší tréninkový cyklus, který zahrnuje celý tréninkový rok. Obsahem makrocyklu je rozvoj komplexní výkonnosti, který se dělí na:

- přípravné období;
- závodní období;
- přechodné období.

#### **2.1.2 Mezocyklus**

Mezocyklus se skládá z více mikrocyklů (3-4) a má dvě hlavní funkce: zajištění zatížení a odpočinku a rozvoj celého komplexu schopností. V praxi jsou využívány následující mezocykly:

- mezocyklus pro rozvoj obecných vytrvalostních základů;
- mezocyklus s důrazem na rozvoj základní a silové vytrvalosti;
- komplexně zaměřený mezocyklus s vyladěním závodního výkonu.

#### **2.1.3 Mikrocyklus**

Jedná se o nejkratší tréninkový cyklus. Skládá se z více tréninkových jednotek a v praxi se často připravuje jako týdenní cyklus. Základem mikrocyklu jsou tréninkové prostředky zaměřené na rozvoj určitých schopností. Rozdělení tréninku na mikrocykly je ovlivněno obsahem jednotlivých tréninkových jednotek, úrovní výkonnosti sportovce a dále i fázemi odpočinku mezi jednotlivými jednotkami. Obsah mikrocyklu můžeme charakterizovat jako určitou posloupnost fází zatížení a odpočinku jak z pohledu jednoho dne, tak i více dnů za sebou. Mikrocykly mohou mít následující zaměření:

- mikrocyklus zaměřený na rozvoj obecné vytrvalosti;

- mikrocyklus zaměřený na rozvoj obecné síly a rychlosti;
- mikrocyklus zaměřený na rozvoj základní a silové vytrvalosti;
- mikrocyklus zaměřený na rozvoj speciální závodní vytrvalosti.

Podstatným znakem těchto mikrocyklů je individuální hranice zatížení, které následuje po neúplném odpočinku. Mikrocykly pro transformaci výkonnosti se uplatňují tam, kde se po dosažení nové výkonnostní úrovně aktivně využívá superkompenzačního efektu. To se mimo jiné týká období po tréninku ve vyšší nadmořské výšce a přípravy na série závodů. (Neumann, Pfützner, Hottenrott, 2005)

Dovalil (2008) oproti Neumannovi, Pfütznerovi, Hottenrottovi (2005) rozděluje mikrocyklus podrobněji na jednotlivé typy (viz tabulka 1).

**Tabulka 1** Rozdělení mikrocyklů (Dovalil, 2008)

Typ mikrocyklu	Hlavní úkol mikrocyklu	Obsah	Celkové zatížení	Využití v RTC
Úvodní	příprava k náročnější tréninkové činnosti	(ne)specifická cvičení	malé	počátek přípravného období, po delším přerušení
Rozvíjející	stimulace trénovanosti	(ne)specifická cvičení	velké	přípravné období (závodní podle potřeby)
Stabilizační	udržení dosažených změn	specifický	střední	přípravné období (závodní podle potřeby)
Kontrolní	hodnocení aktuálního stavu	starty, utkání, testy trénovanosti	střední až malé	přípravné
Vylad'ovací	ladění sportovní formy	specifický, starty	střední až malé	předzávodní období, závodní období
Soutěžní	demonstrace výkonu	účast v soutěžích, udržení sport. formy	střední	závodní období
Zotavný	dílčí nebo celkové zotavení, odpočinek	doplňkové sporty	malé	závodní období, přípravné období, přechodné období

## 2.2 Roční tréninkový cyklus

Dle Gnada a Psotové (2005) je roční tréninkový cyklus základní jednotkou dlouhodobé tréninkové činnosti. Svým uspořádáním je výrazem zákonitosti racionální stavby tréninku. Jakákoliv cvičení a metody ve sportovním tréninku ztrácejí smysl, nepoužívají-li se v pravý čas a na správném místě.

Gnad a Psotová (2005) dělí roční tréninkový cyklus běžce na lyžích na:

Přípravné období I. – hlavním úkolem je zvyšování funkčních kapacit jednotlivých orgánů a jejich systémů zvyšováním objemu tréninku. Výsledkem je zvýšení předpokladů v oblasti pohybových schopností, psychických i taktických vlastností a technických dovedností. Přípravné období I. je charakteristické zvyšujícími se objemovými ukazateli, všeobecně rozvíjejícím tréninkem a využíváním všeobecných tréninkových prostředků. Toto období se skládá ze 4 čtyřtýdenní tréninkových cyklů (16 týdnů), začíná 18. a končí 33. kalendářním týdnem.

Přípravné období II. – úkolem je převést vysokou obecnou trénovanost v trénovanost speciální, čehož se dosahuje postupným zvyšováním intenzity zatížení v tréninku na úkor mírného snižování objemových ukazatelů. Využívají se převážně speciální tréninkové prostředky mimo běhu na lyžích (ten jen u vrcholových lyžařů). Toto období zahrnuje 3 čtyřtýdenní tréninkové cykly (12 týdnů), začíná 34. a končí 45. kalendářním týdnem.

Přípravné období III. – jeho úkolem je dále zvyšovat speciální trénovanost v běhu na lyžích a dosáhnout vysoké sportovní výkonnosti. Období trvá 2 čtyřtýdenní tréninkové cykly (8 týdnů), začíná 46. týdnem a končí 1. týdnem následujícího roku. Z tréninkových prostředků již výrazně převládá trénink na lyžích.

Závodní období (hlavní) – hlavním cílem je zhodnotit předchozí přípravu a v závodech prokázat nejvyšší výkonnost. Úkolem tréninku v závodním období je vytváření podmínek pro udržení sportovní formy. Závodní období je dlouhé 3 čtyřtýdenní tréninkové cykly (12 týdnů), začíná 2. a končí 13. kalendářním týdnem. Z tréninkových prostředků převažuje trénink na lyžích.

Přechodné období – v tomto období má sportovec možnost odpočívat po celoročním tréninkovém úsilí. Má především eliminovat nahromaděnou únavu plynoucí z výkonnostních požadavků závodů. Kromě toho se již vytvářejí předpoklady pro úspěšný následující roční tréninkový cyklus. Období je dlouhé 1 čtyřtýdenní tréninkový cyklus (4 týdny) začíná 14. a končí 17. kalendářním týdnem.

### **2.3 Charakteristika běhu na lyžích**

Charakteristika běhu na lyžích z několika hledisek podle Gnada a Psotové (2005):

### **2.3.1 Pohybové hledisko**

Běh na lyžích rovnoměrně zatěžuje svalstvo celého těla a tím všestranně a harmonicky rozvíjí funkční zdatnost organismu. Při pohybu je zapojeno velké množství svalových skupin, z čehož vyplývá, že jsou zde kladeny velké nároky na nervosvalovou koordinaci. Při běhu na lyžích nedochází k přetěžování a ani k trvalému poškození svalových úponů a kloubních spojení pohybového aparátu. V běhu na lyžích je důležitá rovnováha, která umožňuje správný odraz a následný co nejdělsí skluz v jednooporovém nebo dvouoporovém postavení.

Typickým ukazatelem vytrvalostních sportů je opakovaný relativně rychlý a silový pohyb v jednotlivých cyklech i při zvyšující se únavě. Faktorem, který určuje výkon u všech vytrvalostních sportů je především silová vytrvalost, která je specifická podle disciplíny. (Reiss, 1992)

### **2.3.2 Fyziologické hledisko**

Z fyziologických předpokladů pro výkon je rozhodující aerobní kapacita, svalová síla a vysoká funkce analyzátorů (zrakového, statokinetického a somestetického vycházejícího z propriorecepce) i nervosvalová koordinace. (Havlíčková, 1993)

Běh na lyžích je charakterizován opakováním pohybových cyklů, které se u jednotlivých běžeckých způsobů odlišují svojí pohybovou strukturou, tempem, funkční a metabolickou odezvou. Jak už bylo zmíněno výše, tak při běhu na lyžích se zapojuje velké množství svalových skupin, a to způsobuje velký výdej energie při výkonu lyžaře běžce. Výdej energie je závislý na délce, profilu a charakteru tratě, dále na rychlosti a technice běhu.

Pro výkon lyžaře běžce je z fyziologických předpokladů rozhodující aerobní kapacita, svalová síla a nervosvalová koordinace.

Běh na lyžích v porovnání s jinými sportovními odvětvími má jeden z největších energetických výdejů. Potřebný energetický výdej pro vykonání tělesné práce v běhu na lyžích je přibližně 1100 % až 1900 % náležité hodnoty bazálního metabolismu, což je jedenácti až devatenácti násobek klidového stavu.

Podle délky a profilu se pohybuje oxidativní podíl energetické úhrady mezi 85–100 %. Při velmi náročných úsecích tratě se na malou chvíli uplatňuje i neoxidativní podíl energetického metabolismu a kyslíkový dluh se pak splácí v méně náročných částech tratě nebo ve sjezdech.

Při běhu na lyžích v závodní podobě zpočátku stoupá glykémie, ale později naopak dochází k hypoglykémii. Délka tratě a občerstvení během závodu ovlivňuje změny glykémie v poměru inzulinu a C-peptidu. U dlouhých tratí dochází u horních končetin často k úplnému vyčerpání svalového glykogenu a u dolních končetin k jeho výraznému poklesu.

Dechová frekvence při běhu na lyžích dosahuje až 60 vdechů za minutu. Minutová ventilace plic je přibližně 120–152 l/min. Srdeční frekvence dosahuje 90 až 100 % maxima. Maximální spotřeba kyslíku (VO<sub>2</sub>max) je hlavním ukazatelem funkční adaptace organismu. Běžci na lyžích dosahují nejvyšších hodnot VO<sub>2</sub>max v porovnání s jinými sporty. Hodnoty dospělých mužů se pohybují okolo 85 ml/min/kg a u žen přes 70 ml/min/kg. Lyžaři běžci mají velké zastoupení červených tzv. pomalých oxidativních vláken (SO) ve svalech, tato vlákna by měla tvořit asi 63–65 % všech vláken. Tato vlákna, která se stahují a uvolňují pomalu, dokáží dlouho odolávat únavě. Bílá tzv. rychlá glykolytická vlákna (FG), která pracují rychle a také se rychle unaví, by měla být zastoupena z 5–10 %. Přechodných tzv. oxidativně glykolytických vláken by lyžaři běžci měli mít přibližně 20–30 %.

**Tabulka 2** Předpoklady dobré výkonnosti v běhu na lyžích (Gnad, Psotová, 2005)

	Muži	Ženy
Výška (cm)	180–185	165–175
Hmotnost (kg)	65–75	56–64
Procento tuku (%)	5–10	16–22

### 2.3.3 Morfologické hledisko

Běžcům na lyžích je na základě měření antropomotorických hodnot (výška postavy, hmotnost, množství tuku) přisuzován poměr komponent 2–6–2, což odpovídá atletické postavě se širšími rameny a poměrně vyspělou svalovou hmotou.

### 2.3.4 Psychologické hledisko

Psychické stavy a změny mohou ovlivňovat výkon v běhu na lyžích. Běžci na lyžích především musí umět odolávat únavě po delší dobu. Psychické procesy se tak dotýkají stavů předstartovních, startovních a postartovních. Psychické stavy ovlivňuje momentální výkon, objektivní podmínky spojené s průběhem závodu a pocity z jízdy v relativně nestandardních podmínkách závodní tratě. Závodník je odkázán při řešení těchto situací na sebe. Při vzniku krizové situace dochází k největšímu psychickému zatížení na závodníka. Úspěšně zhodnotit získané fyziologické, motorické, technické a taktické předpoklady při výkonu lze jen při optimálním psychickém stavu.



### **2.3.5 Taktické hledisko**

Nácvik taktiky v běhu na lyžích by měl být především zaměřen na nacvičování odhadu rychlosti, správné rozložení sil v průběhu závodu, zvolení správného způsobu běhu, schopnost přizpůsobení se rychlosti jiného závodníka. Můžeme ji rozdělit na vytváření předpokladů taktického jednání během dlouhodobého tréninku, taktického konání těsně před startem a v průběhu vlastního závodu. Taktická příprava úzce souvisí s přípravou psychologickou i s úrovní tělesné připravenosti.

### **2.3.6 Technické hledisko**

Nácvik techniky běhu na lyžích by měl probíhat v souladu s biologickými a motorickými předpoklady v jednotlivých věkových obdobích.

Je potřebné, aby vzhledem k vynaloženému úsilí a únavě při déletrvající pohybové činnosti, byla technická úroveň pohybového projevu optimální a efektivní, vzhledem k měnícím se vnějším podmínkám, tj. skluzu, odrazu, kvalitě sněhu a stopy atd.

Také Wenger (1993) uvažuje: předpokladem pro vyšší rychlosti běhu na lyžích je vyšší silové nasazení a odpovídajícím způsobem přizpůsobená technika pohybu. Přizpůsobí-li sportovec určitou techniku svým individuálním motorickým a psychickým předpokladům, nemění techniku, ale vytváří osobní styl (Kovařík, 1991).

## **2.4 Technika běhu na lyžích**

Podle Nymoena (2008) je běžecké lyžování silově – vytrvalostní sport, který klade vysoké požadavky na technické provedení pohybu. Sportovci musí ovládat mnoho technik, vypořádat se s různorodým terénem a klimatickými podmínkami. Správná technika má v běžeckém lyžování zásadní význam. S jejím rozvojem by se mělo začít co možná nejdříve. Metodika tréninku by měla být přizpůsobena věku sportovce a měla by se měnit s přibývajícím věkem. Cílem trenéra ve všech věkových skupinách by mělo být to, aby se tréninkové jednotky uskutečňovaly tak, že se rozvíjí technika. Sportovec se musí snažit o co nejlepší a nejekonomičtější techniku.

Podle Žáka (2012) je technika běhu na lyžích jedním z limitujících faktorů úspěšnosti závodníka. Tréninkové objemy ani metody se ve světě neliší, spíše záleží na tom, jak kdo dokáže efektivně odpočívat a šetřit energii, která se spotřebovává nejen při činnosti svalů, ale i při nárocích na nervosvalovou koordinaci pohybů. Pokud se správný pohyb častým

opakováním dostane do fáze pohybového stereotypu a stane se z něho podmíněný reflex, nedojde k zatěžování centrální nervové soustavy a pohyb je méně energeticky náročný.

Optimální technika se v průběhu let měnila a její evoluce pokračuje podle Hindmana (2005) do dnešní doby.

Gnad a kol. (2008) uvádějí, že pod pojmem běžecká technika chápeme všechny pohybové dovednosti, které využijeme pro bezpečný a účelný pohyb na běžeckých lyžích v terénu i běžecké stopě. Také tvrdí, že při popisu techniky běhu na lyžích se zaměřujeme na vlastní strukturu jednotlivých dovedností. Dále běžeckou techniku dělí podle určitých kritérií na různé způsoby:

- způsoby běhu (vlastní lokomoce, podle konfigurace terénu se způsoby běhu kombinují s cílem jet co nejrychleji, plynule a účelně),
- výstupy (pro zdolání svahu směrem vzhůru, modifikace některých způsobů běhu, základní výstupy ze všeobecné lyžařské průpravy),
- sjíždění (pro zdolání svahu směrem dolů, základní, pohotovostní, snížený, nízký, odpočinkový postoj),
- změny směru (pro jízdu do nového směru, odšlap, odšlapování, přešlap, přešlapování, oblouky v pluhu, z přívratu vyšší lyží a snožné oblouky),
- brzdění (pro regulaci rychlosti jízdy a zastavení, jednostranný a oboustranný přívrat, sesouvání),
- zrychlování (pro zvýšení rychlosti jízdy, zvýšením frekvence pohybu, zvětšení intenzity odrazu, snížením čelního odporu vzduchu, soupažným odpichem).

V dnešní době se v běhu na lyžích soutěží ve dvou běžeckých technikách. Základním způsobem běžecké techniky je klasická technika, která se zrodila z prosté chůze prodlužováním skluzové fáze. Je charakterizována paralelním vedením lyží v průběhu odrazu i skluzu. Druhým a mladším způsobem běhu je bruslení na lyžích. Bruslení na lyžích je charakteristické odvrátným postavením lyží a charakter odrazu u bruslení umožňuje lepší využití odrazových schopností pro dosažení vyšších rychlostí za často menšího vynaložení sil. (Gnad a Psotová, 2005)

V současné době se v základních charakteristikách členění jednotlivých způsobů běhu na lyžích shodují Soumar, Bolek (2001), Hottenrot, Urban (2004), Gnad, Psotová (2005), Hindman (2005), Ilavský a kol. (2005).

V klasické technice se shodují na následujících způsobech běhu:

- střídavý běh,
- soupažný běh jednodobý,
- soupažný běh prostý.

V bruslení se shodují na následujících způsobech běhu:

- jednostranné bruslení,
- oboustranné bruslení jednodobé,
- oboustranné bruslení dvoudobé se symetrickým pohybem paží,
- oboustranné bruslení dvoudobé s asymetrickým pohybem paží,
- oboustranné bruslení střídavé,
- oboustranné bruslení prosté.

Při porovnání běžecých technik se shodují Gnad, Psotová (2005) a Ilavský, Suk (2005). Značný rozdíl u obou technik je podle nich v provedení odrazu. Při klasické technice běhu se odraz provádí z celé plochy skluznice, kde oporu pro uskutečnění vlastního odrazu tvoří plocha prostřední části skluznice, kam se nanáší stoupací vosk. Do vrstvy stoupacího vosku se v okamžiku zastavení lyže a její zatížení hmotností lyžaře zaryjí krystaly sněhu. Tím se zvýší tření potřebné pro uskutečnění odrazu.

Při bruslení dochází v průběhu skluzu na lyži nasměrované do odvratu k překlopení z plochy skluznice na její vnitřní hranu, která pak tvoří oporu pro provedení odrazu. Tuto oporu tvoří celá délka hrany lyže, což vytváří důkladnější oporu pro odraz, než plocha skluznice se stoupacím voskem u klasického běhu. Odraz probíhá v průběhu skluzu (lyže se nezastavuje), což umožňuje provedení odrazu po delší dobu. Prodloužení dráhy provedení odrazu je do určité míry výhodnější z hlediska optimálního využití odrazového potenciálu dolních končetin a dosažení vyšší rychlosti pohybu. Jistá výhoda je i v menším nároku na okamžik zahájení odrazu, který je problematičtější právě při klasické technice běhu. (Gnad, Psotová, 2005, a Ilavský, Suk, 2005)

Podle Gnada, Psotové (2005) a Ilavského, Suka (2005) je další významný rozdíl u obou technik ve fázi skluzu. Při klasické technice se před odrazem zastavuje odrazová lyže, a tím je výsledný pohyb lyžaře značně nerovnoměrný. Skluz probíhá na lyži nebo lyžích, které jsou namazány odrazovým voskem, což zpomaluje a omezuje skluz. Při bruslení

na lyžích se provádí skluz na lyžích opatřených jen skluzovými prostředky (parafíny, fluorové prášky a spreje), které naopak maximálně snižují tření mezi skluznicí lyže a sněhem, a tím jsou tyto lyže rychlejší. Zároveň i vlastní průběh jízdy je podstatně rovnoměrnější než u klasické techniky běhu, protože dochází k již zmíněnému odrazu z lyže v průběhu skluzu. Optimální průběh odrazové síly tak působí po dobu delší až o 70 % oproti klasickému odrazu. Bruslení na lyžích je zvýhodněno i v možnostech zapojení více svalových skupin při provedení odpichu, který je prováděn soupažně (obě paže provádějí odpich současně) se současným zapojením břišních svalů a svalů trupu. Pohybové cykly odrazu a odpichu jsou prováděny nižší frekvencí pohybu než u klasické techniky běhu s následovanou delší skluzovou fází. Svalová síla horních končetin zapojená do odpichu u klasické techniky odpovídá přibližně 10–20 % tělesné hmotnosti, u bruslení 50–60 %.

## **2.5 Soupažný odpich**

### **2.5.1 Technika**

Dle Soumara a Bolka (2012) v posledních letech výrazně stoupl význam soupažného běhu prostého. Zlepšující se materiální vybavení vedoucí k vyšší skluznosti lyží, tvrdé a rychlé tratě a zvyšující se úroveň silových schopností mají za následek zvětšující se podíl soupažného běhu prostého na klasické technice. Proto se vyplatí věnovat nácviku správné techniky zvýšenou pozornost.

Soupažný běh prostý charakterizuje současná práce paží, současný odpich holemi a hluboký předklon, není zde realizován odraz nohou, uvádí Soumar a Bolek (2001).

Používá se v mírných sjezdech, na rovině (vrcholoví lyžaři i do mírných stoupání). Uplatní se všude, kde je dopředná rychlost lyžaře příliš vysoká, aby dokázal realizovat klasický odraz při střídavém dvoudobém způsobu běhu. Kromě toho se používá i v situacích, kdy stoupací vosk nezajišťuje dostatečné tření pro plnohodnotný odraz. (Soumar, Bolek, 2012)

Pro každou pohybovou fázi sledujeme stejné charakteristiky jako u soupažného běhu jednodobého (Chovanec a kol., 1983; Ilavský a kol., 2005):

- dobu trvání,
- rychlost provedení,
- stupeň vynaložené síly,
- prostorové charakteristiky.

#### *2.5.1.1 Specifické pohyby závodníků*

Podle Robertse (2005) závodníci získají více síly z každého soupažného odpichu tím, že:

- Moment, při kterém dochází k pohybu hrudníku a břišních svalů směrem dolů začíná dříve a silně, ne pouze ohybem v pase, ale “vlnou“ celé horní části těla vpřed.
- Na začátku odpichu je cílem dostat ramena co nejvíce vpřed, kdy se závodník dostává z rovnováhy a padá na hole celou váhou horní části těla. Čím více bude trup nakloněn vpřed, tím větší procento břišních svalů bude zapojeno do odpichu a umožní tak větší rozsah pohybu.
- Dochází k protlačení celé hmotnosti těla do odpichu se současným přitažením nohou od země.
- Ruce mívají nohy nízko v úrovni kolen.
- Ramena a boky jsou před začátkem odpichu protlačeny co nejvíce směrem vzhůru: narovnění zad, boků a kolen k napřímení horní a dolní části těla.
- Elitní běžci na lyžích také propínají hlezenní klouby – využívají lýtkové svaly k zatlačení prstů na nohou a zdvižení kotníků, čímž vytvoří trochu více potencionální energie.
- Při vytočení loktů do stran využívají svalstvo vnitřního ramenního rotátoru, který pomáhá k odpichu holemi. Nevyužívají tedy pouze trojhlavý sval pažní.
- V okamžiku kdy dochází k ukončení odpichu holemi, se holeně protlačí směrem vpřed. Důležité je správné načasování: začátek protlačení holení vpřed nastává, zatímco jsou

hroty holí stále v odpichu a zastavení nohou nastává poté, co se hroty holí ze sněhu uvolní.

- Odpich je prudší a rychlejší, čímž vzniká větší dopředná síla pro pohyb vpřed. Když jsou kotníky před začátkem odpichu více vzadu, je zde více prostoru pro jejich akceleraci k vyšším maximálním rychlostem v průběhu odpichu.

### 2.5.1.2 Chyby při soupažném odpichu

Boudíková (2016) uvádí nejčastější chyby při soupažném odpichu:

#### **Těžiště vzadu**

Nejčastější chybou lyžařů je, že nepřenesou těžiště těla dostatečně vpřed ve fázi, kdy se chystají k odpichu holemi. Je rozdíl, když má lyžař těžiště nad patami nebo nad špičkami bot, proto se při špatné technice lyžař s každým odrazem „okrádá“ skoro o celou délku chodidla. Pokud by byl rozdíl v posunutí těžiště o 15 cm a lyžař při každém odpichu ujel například 2 metry, tak na 50 km závodě lyžař se správnou technikou ujede za stejný čas o 3,75 km více, než lyžař se špatnou technikou. Pokud by lyžař s dobrou technikou jel 50 km dvě hodiny, tak lyžař se špatnou technikou by jel o 9 minut déle. Zároveň lyžař s těžištěm vzadu má po většinu pohybového cyklu pokrčená kolena a příliš natahuje paže, takže jeho ztráta na nejrychlejšího bude ještě vyšší, protože se mu dříve unaví ruce. Správný posun těžiště vpřed je možné si pohlídat, když lze cítit zapojení břišních svalů.

#### **Přisedávání**

Další chybou některých lyžařů je, že si při záběru holemi přisednou dozadu. Z této pozice je velmi obtížné se rychle dostat do polohy s těžištěm nad špičkami, a proto se přesunou těžištěm těla pouze nad paty. Při tomto způsobu jízdy zabírají více stehenní svaly. Také je nutné si dát pozor, aby naopak nedocházelo k jízdě s příliš narovnanýma nohama. Trup a stehenní kost by měla svírat úhel přibližně 90°.

Soumar, Bolek (2001) uvádějí další chyby v provedení soupažného odpichu:

- špatná koordinace pohybu,
- zapichování holí pod tupým úhlem,
- příliš pokrčené paže v počátku odpichu,
- vzdálenost rukou výrazně větší než šířka ramen,

- nedokončený odpich končený u kolen,
- nevypouštění holí a malý předklon trupu v dokončení odpichu.

### 2.5.1.3 Výhody a nevýhody soupažného odpichu

Roberts (2005) zmiňuje jednotlivé výhody a nevýhody soupažného odpichu:

#### **Výhody**

Soupažný odpich je způsob běhu, který se využívá při klasické technice běhu na lyžích

- ve vyšších rychlostech je vhodnější než střídavý způsob běhu;
- dochází k rozsáhlému využití břišního a zádového svalstva;
- dochází k menšímu tření lyží o sníh než u střídavého způsobu běhu na lyžích, protože těžiště lyžaře je rozloženo mezi obě lyže a na lyžích není stoupací vosk.

#### **Nevýhody**

- Není vhodný při nízkých rychlostech;
- nevhodný při výjezdech prudkých kopců;
- má nedostatečné využití svalstva dolních končetin.

### 2.5.1.4 Zapojení svalstva při soupažném odpichu

Nejrozsáhlejší a nejefektivnější zapojení svalů na lyžích je při soupažném odpichu. Jakl (2010) dále popisuje, že po celou dobu soupažného odpichu pracuje kompletní skupina zadních i předních svalů lýtkových. Před zapíchnutím holí i v průběhu odpichu jsou v činnosti ohýbače ruky. První velká a zároveň jedna z nejsilnějších svalových skupin přicházejících ke slovu současně se zapíchnutím holí je břišní svalstvo. Jedná se konkrétně o přímý a šikmý břišní sval. Při zvyšování tlaku na hůl a v průběhu fáze připásování se zapojuje velký oblý sval. Ten se sice nachází na zádech, ale je významným přitahovačem paže. K němu se přidává široký sval zádový, který má stejnou funkci jako zmíněný velký oblý sval. Oba svaly jsou při soupažném odpichu stejně významné jako břišní svalstvo. K nim se pak, jako další důležitý přitahovač paží, s malým časovým zpožděním připojuje velký sval prsní. Nutno dodat, že pohybu se účastní i další svaly pletence ramenního, které mají převážně funkci udržovat ramenní kloub, klíční kost i lopatku ve správném vzájemném postavení. Ve stejný

okamžik, kdy pracují tyto svaly trupu, jsou v plné pohotovosti i svaly hýžd'ové, konkrétně velký hýžd'ový, a další ohybače kyčlí (tedy i trupu) jako je bedrokyčlostehenní a přímý stehenní sval. Stejně jako u ramene i zde stabilizují kyčel a pánev i další svaly pletence kyčelního. V době, kdy paže míjejí boky a soupažný pohyb pokračuje již v zapažení, zapojení výše zmíněných svalů trupu ustává, ale celkové postavení lyžaře je v tomto okamžiku kontrolováno především čtyřhlavým svalem stehenním a stále ještě ohybači kyčlí. V této fázi soupažného odpichu se v oblasti trupu hlavní síla soustředí především v trojhlavém svalu pažním a současně pracuje i vzpřimovač páteře. V závěru odpichu se opět vystupňuje svalová pohotovost větších svalů a velice důležitý závěrečný impulz směřující do holí je řízen opět zapojením výše zmíněného břišního svalstva a ohybači zápěstí. (Jakl, 2010)

### **2.5.2 Výzkumy týkající se soupažného běhu prostého**

Zoppirolli, Pellegrini, Bortolan a Schena (2014) se snažili ve své studii porovnat energetické a biomechanické ukazatele u soupažného běhu prostého mezi běžci na lyžích světové a regionální úrovně. Pro svůj výzkum využili osm běžců na lyžích vrcholové úrovně a osm běžců na lyžích regionální úrovně. Probandi podstoupili pětiminutový test submaximálním zatížením na speciálním pásu pro kolečkové lyže. Při testu mohli běžci na lyžích využívat pouze soupažný běh prostý. Test byl prováděn při rychlosti pásu  $14 \text{ km/h}^{-1}$  a sklonem pásu  $2^\circ$ . Analyzovány byly následující parametry: energetický výdej, vertikální pohyb těžiště, sklon těla (úhel mezi vertikální linií, svislou linií procházející těžištěm těla a podložkou), mechanická práce související s pohybem těžiště, pohybový cyklus a síly které působí do holí. Autoři ve výzkumu zjistili, že u běžců na lyžích vrcholové úrovně byl nižší energetický výdej, menší vertikální pohyb těžiště, nižší mechanická práce a větší sklon těla vůči podložce během počáteční fáze zapíchnutí holí oproti běžcům na lyžích regionální úrovně. Dále byl u vrcholových běžců na lyžích větší sklon holí, síla působící na hole byla také větší a trvání jednoho cyklu bylo delší. Závěrem autoři uvedli, že výrazný sklon těla během počáteční fáze zapíchnutí holí a snížení vertikálního pohybu těžiště vysvětluje rozdíly v energetickém výdeji mezi skupinami. Také tvrdí, že správný pohyb těžiště u soupažného odpichu zvyšuje efektivitu odpichu holemi, snižuje frekvenci jednotlivých cyklů a pomáhá šetřit energii.

Horyna, Bačáková, Chrástková, Sedlák, Čmejla a Kračmar (2016) ve své studii porovnávali zapojení svalstva horní části těla mezi soupažným odpichem na lyžích a využitím přístroje SkiErg Concept 2, který soupažný odpich imituje a potvrdit jeho specifčnost pro běžecké lyžování. Pro studii bylo využito deset elitních běžců na lyžích z České republiky,



kteří vykonali test soupažným způsobem běhu na lyžích a test na SkiErgu. Pomocí elektromyografie byly analyzovány vybrané svaly horní části těla. Ke sledování elektrické aktivity svalů bylo použito zařízení ME6000. Data byla analyzována použitím Mega Win a MATLAB software verze R2012b. Ve studii byly zjištěny tyto výsledky – u testu soupažného odpichu na lyžích byla zapojena horní část těla z  $30.30 \pm 2.02\%$  a během tréninku na SkiErgu  $54 \pm 3.36\%$ . U soupažného způsobu běhu byla aktivace flexorů trupu podstatně vyšší vzhledem k většímu náklonu těla vpřed před zapíchnutím holí. U testu na SkiErgu nebyla aktivace flexorů trupu výrazná. Při tréninku na SkiErgu dochází především k aktivaci ramenních a loketních extenzorů a k deaktivaci těchto svalů dochází podstatně později oproti soupažnému způsobu běhu. Závěrem autoři uvedli, že SkiErg nemůže být považován za specifickou tréninkovou metodu pro běžecské lyžování. Nicméně může být doporučen k získání specifické síly, ale dlouhodobější užívání může způsobit narušení techniky v soupažném odpichu, obzvláště v načasování aktivace flexorů trupu, ramenních a loketních extenzorů.

Sperlich, Born, Zinner, Hauser a Holmberg (2014) chtěli ve svém výzkumu zjistit, zda komprese horní části těla ovlivňuje výkon ve sprintu u běžců na lyžích. Zjišťovali to měřeními vybraných metabolických, kardiopulmonálních, hemodynamických a percepčních reakcí během 3x třiminutového testu do maxima. Test byl proveden na speciálním ergometru SkiErg Concept2, který imituje soupažný odpich. Jejich výzkumu se zúčastnilo deset elitních běžců na lyžích (věk  $25 \pm 4$  roky, výška  $180 \pm 4$  cm, hmotnost  $74.6 \pm 3,2$  kg). Probandi se před samotným měřením zúčastnili pěti zkušebních měření, která proběhla během tří týdnů před testováním a byla prováděna jak submaximální, tak maximální intenzitou po dobu tří minut. Dvě z těchto zkušebních měření imitovala přesný postup testu. Jeden z těchto testů byl s kompresním oblečením a druhý bez něj. Během zkušebních měření bylo probandům také změřeno procento tuku v těle a složení tělesné hmoty. Zkušební testování bylo uskutečněno vždy s rozmezím minimálně tří dnů. Před samotným měřením probíhalo zahřátí, které trvalo 20 minut, a probandi jeli na běžícím páse intenzitou 70 % maxima jejich srdeční frekvence. Následoval test 3x 3 minuty na maximum s třiminutovou pauzou mezi jednotlivými úseky. Během pauzy jeli probandi na běžícím páse rychlostí 1 m/s. Tento test byl proveden jak s kompresním oblečením, tak bez něj. Prodleva mezi testy byla 3 dny. Autoři uvedli, že výkon v testu s kompresním oblečením nebyl lepší, avšak koncentrace krevního laktátu byla v testu s kompresním oblečením nižší. Krevní plyny, vstřebávání kyslíku, a srdeční výkon nebyly ovlivněny kompresí horní části těla. Autoři došli k závěru, že komprese horní

části těla nepomáhá běžcům na lyžích ke zlepšení výkonu ve sprintu. Tento výzkum uvádíme z důvodu, že jeho autoři využili k testování také trenažér, který imituje soupažný odpich a především stejnou dobu zatížení, která se svým trváním podobá sprinterskému závodu.

MacDougall, Wenger a Gren (1991) provedli zátěžový test horní části trupu na speciálním ergometru. Trvání testu byla mezi 1–9 min. V průběhu té doby lyžaři běžci prováděli imitaci soupažného odpichu na speciálním ergometru pro horní končetiny, který všechny hodnoty zaznamenal. Výsledky měly ukázat významný vztah mezi krátkodobým výkonem soupažné techniky (výkon na 1 km) a výkonností vrcholových běžců na lyžích. Hypotézou této studie také bylo, že výsledky hodnot při soupažné technice běhu do kopce na sněhu mají úzký vztah k celkové klasifikaci běžců na lyžích.

Holmberch, Lindinger, Stöggl, Müller a Eitzlmair (2005) zkoumali u 11 elitních běžců na lyžích kinematické a kineziologické charakteristiky soupažného běhu prostého při závodní rychlosti na kolečkových lyžích na trenažéru. Analyzovali reakční sílu podložky na odpich hole a odraz lyže, úhlové charakteristiky v loketním, kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu, charakteristiku pohybového cyklu (čas, rychlost, vzdálenost) a elektromyografií svalů horní a dolní části těla. Došli k následujícím závěrům: 1. V první třetině fáze odpichu síla odpichu roste do maxima a je vysoce pozitivně korelována s rychlostí lokomoce lyžaře. 2. Nejdříve dochází k flexi v loketním, kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu až do nejmenšího úhlu, který se nachází v uzlovém bodě, který je časově shodný s maximem síly odpichu. S postupnou extenzí v těchto kloubech síla odpichu klesá. 3. Analyzovali a popsali dva odlišné způsoby odpichu (A, B). Způsob odpichu A prováděli lepší lyžaři a byl charakteristický větší úhlovou rychlostí při flexi v loketním a kyčelním kloubu, dosažením menších úhlů při flexi v loketním, kyčelním a kolenním kloubu, vyšší silou odpichu a kratší fází odpichu. U způsobu odpichu B u horších lyžařů tomu bylo naopak. 4. Metodou povrchové elektromyografie zjistili zapojení svalů při soupažném běhu prostém. Na odpichu se významně podílí nejen svalstvo horní poloviny těla, ale i dolní poloviny těla.

Nilsson, Holmberg, Tveit a Hallén (2004) ve svém výzkumu zjišťovali efekt 20s a 180s dlouhého intervalového tréninku na speciálním ergometru, který imituje soupažný odpich u vybraných fyziologických a biomechanických parametrů. Výzkumu se účastnilo dvacet elitních běžců na lyžích (12 mužů, 8 žen). První skupina využívala dvacetisekundový intervalový trénink na speciálním ergometru a skládala se z šesti probandů. Druhá skupina využívala stoosmdesátisekundový intervalový trénink a skládala se ze sedmi probandů. Intervalový trénink podstupovali obě skupiny na speciálním ergometru 3x týdně, a to po dobu

šesti týdnů. Třetí skupina byla složena ze sedmi probandů a absolvovala stejný tréninkový program jako první dvě skupiny, ale bez tréninku na ergometru. Před a po ukončení tréninkového období byl proveden u všech skupin maximální třicetisekundový a šestiminutový test soupažným během prostým. Studie ukázala výrazné zlepšení výkonu v třicetisekundovém i šestiminutovém testu u prvních dvou skupin. Také u nich došlo ke zlepšení efektivity pohybu. U druhé skupiny došlo i k výraznému snížení koncentrace krevního laktátu.  $VO_2$  výrazně vzrostlo pouze u druhé skupiny.  $VO_{2max}/kg$  se výrazně nezměnilo ani v jedné skupině. U třetí skupiny nedošlo k žádným výrazným změnám u žádného z měřených parametrů. Závěrem autoři uvádí, že trénink na ergometru může pomoci ke zvýšení výkonnosti u vrcholových běžců na lyžích.

Lindinger, Stefan (2011) ve své studii zkoumali biomechanické a fyziologické účinky různých frekvencí soupažného opichu. Jejich výzkumu se účastnilo devět elitních lyžařů běžců. Test se uskutečnil na kolečkových lyžích na speciálním běžeckém trenažéru (tzv. Treadmill). Testovali frekvenci 40, 60 a 80 odpichů holemi za minutu, při rychlostech trenažéru 12, 18 a 24 km/h. Každá frekvence odpichu holemi byla testována na všech rychlostech trenažéru. Měřeny byly tyto parametry: jeden cyklus holí, vnější a vnitřní síly působící na lyžaře, kloubní úhly a fyziologická odezva organismu. Při porovnávání frekvencí soupažného odpichu se absolutní čas odpichu snížil při nejvyšší frekvenci o 46 % oproti nejnižší frekvenci odpichu. Také se snížil čas na zotavení pro navázání dalšího odpichu. Snížila se i doba, kdy síly setrvaly na nejvyšším bodě, vrchol velikost sil a impuls síly. Nicméně rázová síla se zvyšovala s navýšením frekvence odpichu a rychlosti trenažéru. Rozsah pohybu v kyčelním a kolenním kloubu se s navýšením frekvence zvyšoval, zatímco rozsah v loketním kloubu se snižoval, a to u všech rychlostí. Při frekvenci 80 odpichů za minutu se příjem kyslíku a srdeční frekvence zvýšila zhruba o 13 % oproti frekvenci 40 a 60 odpichů za minutu. Ventilace plic se výrazně zvýšila až u nejvyšší rychlosti. Koncentrace laktátu v krvi byla nejnižší u frekvence 60 odpichů za minutu a nejvyšší u 80 odpichů za minutu, a to při rychlosti 24 km/h.

Horyna (2012) provedl ve své práci časoprostorovou analýzu uzlových bodů a pohybových fází soupažného běhu jednodobého a prostého vybraných elitních závodníků. Pomocí kinematografické metody provedl analýzu soupažného odpichu prostého a soupažného běhu jednodobého u vybraných elitních závodníků. Vše analyzoval pomocí videozáznamu ze závodu na 15 km klasicky při Mistrovství světa v klasickém lyžování v Liberci 2009. Pro analýzu použil software APAS. Pomocí časových a prostorových

charakteristik popsal uzlové body a pohybové fáze soupažného běhu jednodobého a prostého u vybraných elitních závodníků. Dále charakterizoval současné pojetí techniky soupažného běhu jednodobého, neboť vybraní závodníci tvořili relativně homogenní soubor. Dospěl k závěru, že při odpichu dochází nejprve k flexi, a pak následně extenzi v loketním kloubu, mezi trupem a stehnem skluzové dolní končetiny a částečně v kolenním a hlezenním kloubu skluzové dolní končetiny, což má za následek vytvoření velké propulzní síly. Odpich se tak stává významnějším hnacím prvkem, než odraz.

## **2.6 Proč soupažný odpich**

Nástup silových schopností do běžeckého lyžování přinesl jiné pojetí v technice běhu, a to především u klasické techniky. V závodech klasickou technikou se začal ve velké míře využívat soupažný odpich, kdy závodníci nevyužívají odrazové vosky a celý závod absolvují pouze soupažným během prostým. Soupažný způsob běhu patří do běžeckého lyžování odjakživa, ale způsob jeho využití se začal výrazně měnit. Na tento fenomén posledních let je možné se podívat z několika pohledů.

### **2.6.1 Soupažný odpich vs. ostatní způsoby klasické techniky běhu na lyžích**

Přestože je soupažný odpich za poslední roky velkým trendem a často ji využívají také závodníci, kteří nepatří mezi elitu, je dobré, aby se alespoň v tréninku věnovali i ostatním technikám a nezaměřovali se pouze na soupažný odpich. Klasická technika běhu je základní technika a měl by jí trénovat každý lyžař. Další důvod, proč netrénovat pouze soupažný odpich je ten, že většina lyžařů není u soupažného odpichu schopna dosáhnout tak vysoké tepové frekvence, jako když běží jinými způsoby klasické techniky nebo bruslením. V těchto případech je totiž zapojováno větší množství svalů, a proto jsou plíce a srdce zatěžovány více než u soupažného odpichu. Pokud závodník trénuje pouze soupažný způsob běhu, tak se bude časem s největší pravděpodobností výkonnostně zhoršovat. Jedná se o poměrně jednostranný pohyb a je důležité ho kompenzovat dalšími sporty. (Boudíková, 2016)

Jestliže závodník v tréninku omezí pohyb dolních končetin, tak nedosahuje při výkonu tak vysoké srdeční frekvence, jako když dolní končetiny využívá. Tento fakt může vést ke snížení hodnot funkčních ukazatelů. Z mého pohledu tento problém u závodníků světového poháru nehrozí už kvůli tomu, že musí trénovat i bruslení.

## 2.6.2 Technika soupažného odpichu

Technika soupažného odpichu se v průběhu posledních let také změnila. Zapíchnutí holí je kratší, ruce jsou více pokrčeny a hole se při dokončení odrazu prakticky vůbec nepouští. Dříve se dbalo po dokončení odpichu hole na extrémní dotažení, kdy hůl držela pouze na poutku a všechny prsty na ruce byly nataženy jako pravítko. Změnilo se také postavení těla. Je více zpevněno, do odpichu se tolik neseďá a břicho a záda jsou více napnuta. (Petrásek, 2016)

S názorem autora se ztotožňuji, neboť dříve se jezdilo při odpichu holemi s více nataženými pažemi. Dnes úhel, který svírají paže a předloktí je daleko menší, a to zejména v prudkých stoupáních. Platí to jak pro soupažný způsob běhu, tak pro další způsoby klasické techniky a bruslení. Tato změna v technice soupažného odpichu je patrná na první pohled. V současnosti největší část svalové práce musí zvládnout trup, tedy zádové a břišní svaly, protože svaly na horních končetinách jsou menší a poměrně rychle se unavují oproti svalům kolem trupu. Proto je důležité, aby se lyžař naučil zapojovat všechny svaly trupu a horních končetin najednou. Jinými slovy provést záběr v co nejkratší čase, abychom všechny potřebné svaly zapojili v jeden okamžik a eliminovali to, aby docházelo k předčasné únavě svalů na horních končetinách. To vede k větší efektivitě pohybu. Další výhodou krátkého záběru holemi je to, že využíváme pouze nejefektivnější část odpichu.

## 2.6.3 Důvody rozvoje soupažného odpichu

Dálkové běhy se jezdí na velké vzdálenosti a během závodu se překovávají stovky výškových metrů. Sněhové podmínky se na tak velkých převýšeních a dlouhých vzdálenostech mění. Servismani často řeší dilema, zda namazat klisru, čímž závodníci budou mít pomalejší lyže ve vyšších partiích závodu, nebo zda zvolit tuhý vosk, na kterém nebudou mít v nižších polohách dostatečnou oporu pro odraz. Dalším faktorem, který komplikuje servis lyží, je čas. Závodníci startují mezi 8. – 10. hodinou ráno a nejrychlejší dojíždí do cíle přibližně ve 12 hodin. Sníh se však od rána rychle mění. Jedinou možností, jak zachránit klasickou techniku v dálkových bězích by byla výměna lyží, jako je tomu například ve Světovém poháru při závodech na nejdelší vzdálenosti 30 a 50 km. To by ale narušilo tradici dálkových běhů, které se jezdí desítky let a mají svá pravidla. Ke všemu by to znevýhodňovalo závodníky, kteří nemají šanci se dostat k více párům kvalitních lyží, a to nemluvě o velkém množství lyžařských nadšenců, kteří mají pouze jeden pár lyží a neměli by co měnit. (Boudíková, 2016)

## 2.6.4 Vybavení

Jeden z hlavních důvodů využívání soupažného způsobu běhu je bezpochyby vývoj čím dál lehčích a pevnějších materiálů. Výrobci materiálů pro běh na lyžích neustále vytvářejí skluznější vosky, kvalitnější sktruktury lyží, lehčí a pevnější hole. Také výrobci bot udělali za posledních 10 let velký pokrok. Právě lehčí a pevnější materiály především holí, umožňují jezdcům efektivnější přenos síly do odpichů. I z těchto důvodů se začalo více využívat horní části těla.

### Hole

Technologie výroby holí se vyvinula od bambusových holí přes kovové až k dnešním lehkým, pevným karbonovým holím. Pevnost a tvrdost karbonu jde do extrému. V dnešní době se na špičkové hole za špičkovou cenu používá HM Carbon, který má značnou výhodu při odpichu a hole se stávají ještě větším pomocníkem pro přenos síly a energie i pro závodníky vyššího věku a větší hmotnosti. Jsou ale velmi křehké a prudký boční náraz například od lyže obvykle nevydrží. Technika soupažného odpichu se v závislosti na používaných délkách holí také značně liší. Před nástupem bruslení se používaly velmi krátké hole. Jezdilo se pouze klasickou technikou a hole se měřily jednoduše, ve vzpřímeném postoji musely sahat do podpažní jamky. Tělo bylo více předkloněno a ruce se předpisově natahovaly. S nástupem bruslení se začaly používat delší hole a tento trend se postupně přenesl i do klasiky. Díky delším holím se klasická technika začala jezdit ve více vzpřímeném postoji. Delší odpich začali nejlepší lyžaři nahrazovat agresivním natlačením celého těla ze špiček dopředu na hole. Hole se často velmi prohýbaly a výrobci se snažili zvyšovat jejich pevnost. Při pohledu na urostlé sprintery, jejichž váha je i nad 90 kilo, je až s podivem, co hole vydrží. (Petrásek, 2016)

### Vosky

Vosky patří do základního vybavení každého lyžaře. Nanáší se do mazací komory a manipulace s nimi není vždy snadná. Největší potíže přinášejí, když se teplota vzduchu blíží k nule, nebo když padá sníh a mění se na déšť. Náročnost práce se stoupacími vosky se nejvíce projevuje, když se mažou klistry. Je mnoho firem produkujících lyžařské vosky. Ve svých kolekcích mají nejen stoupací vosky, ale také skluzové parafíny, fluory, prášky, a urychlovače. Stoupací vosky se dělí na turistické a závodní. Řady závodních vosků se neustále inovují, mnohdy se přidávají další mezistupně, vosky se oddělují po stupních teploty,

mnohdy i po půl stupních a jsou také specifikovány pro čerstvý sníh, vlhčí sníh či starý sníh. (Petrásek, 2016)

### 2.6.5 Dorost a mládež

Tento vývoj v technice běžeckého lyžování nenechá spát trenéry mládežnických a dorosteneckých kategorií. Mají se trenéři zaměřit na trénink soupažného způsobu běhu už od dětského věku? Pokud ano, tak by měli trénovat do 15 let především techniku jízdy, nikoliv se zaměřovat na výkon, a to platí u všech běžeckých technik. Technika je z mého pohledu to nejdůležitější, co se musí běžci na lyžích do 15 let naučit. Pokud se bude vývoj v technice jízdy stále ubírat tímto směrem, pak bude nezbytné se v tréninku zaměřit na dokonalé zvládnutí techniky soupažného odpichu již od mládežnických kategorií. A to jak na rovinatějších částech trati, tak ve stoupání, kde se techniky jízdy liší.

Petrásek (2016) se ptá, zda se na soupažný odpich zaměří též dorostenci a žáci, tzn. zda budou v závodech klasickou technikou používat lyže bez odrazového vosku? Zdá se, že ano. Mnoho závodů, především v žákovské kategorii, se jede v lehčím profilu. Mnohdy je velmi těžké ve složitých podmínkách zvolit pro děti správný odrazový vosk. V žákovských kategoriích jsou také velké rozdíly ve vyspělosti jedinců. Ti, co nad stejně starými kamarády vynikají výškou nebo silou, mají k použití soupažného odpichu daleko blíže.

Jakl (2017a) říká, že děti rády napodobují. Pokusy pouze o soupažný odpich se začínají objevovat již v závodech žactva, a to v celém lyžařském světě. Trenéři by v tomto směru měli zbystřit pozornost. Rozvoj lyžařských dovedností však musí být všestranný. Vynechá-li se jediná dovednost, nebo se naopak některá z nich upřednostní, výkonnost může být u budoucího potenciálního vrcholového sportovce navždy limitována a závodník bude vždy bojovat s nějakou slabinou. Stejně jako plavci trénují po celou kariéru všechny techniky, tak i biatlonisté si nedovolí pouze bruslit a klasická technika je nedílnou součástí jejich tréninku.

Autor též zdůrazňuje, že mluvíme-li o soupažném odpichu na jiných úsecích závodní trati než rovinách či mírných sjezdech, pak je nutné si uvědomit, že se již jedná o speciální dovednost. Teorii dobře vyzbrojení mládežnickí trenéři tedy vědí, že specializovaný trénink je u mládeže vývojová etapa, která podléhá určitým zákonitostem a nesmí se uspěchat. Předčasná specializace na soupažný odpich může nadělat více škody než užitku.

Autor dále uvádí, že zjištění, jestli je daný sportovec na soupažný odpich především silově správně připraven, nám mohou ukázat případné slabiny v technice jako je zahájení

odpichu z nízko postavených paží, extrémně pokrčené lokty po celou dobu odpichu, opakovaně předčasně ukončený odpich ještě před boky, hole škrtaující o sněh při návratu po odpichu. Dále příliš široké vedení paží, prohýbání v bedrech, „přisedávání“ s omezenou prací paží, hmotnost po celou dobu odpichu převážně na patách nebo vzájemný dotek kolen při jejich pokrčování.

Začínat se specifickým nácvikem soupažného odpichu bychom tedy neměli dříve, než bude tělo lyžaře na tuto zátěž především silově připraveno. Což nakonec neplatí pouze pro mládež. Z toho vyplývá, že nároky na sílu a současně vytrvalost v případě soupažného odpichu jsou výrazné až extrémní. Nabízí se tedy otázka, kdy zařadit do tréninkového programu mladého lyžaře speciální přípravu na nácvik soupažného odpichu. Lze říci, že kompletní soupaž je v podstatě gymnastickým výkonem. Půjdeme-li do hloubky, problematika správného načasování specifického tréninku soupažného odpichu je mnohem širší. Jde tu v podstatě o doposud silně zanedbávanou oblast rozvoje síly u mládeže, a to nejen v běžeckém lyžování. Proč tedy nezačít právě u gymnastiky, která dá především dětem do 10 let vynikající koordinační i silové základy. Současně s gymnastickým cvičením by měl trénink dětí kolem tohoto věku obsahovat prvky silové přípravy. Existují určité mýty o posilování mládeže jako – neposilovat se zátěží, dokud nejsou zpevněné kosti a šlachy, určitě neposilovat před 12. rokem, protože hrozí zpomalení nebo zastavení růstu, děvčata získají nadměrnou svalovou hmotu, hrozí zranění nebo úrazy apod. Existují ale výzkumy z posledních let (Velká Británie, USA) dokazující pravý opak. Posilování s postupně narůstající zátěží podložené správnou technikou a spojené s vytrvalostním tréninkem, vytvoří mnohem silnější základy pro pozdější silový rozvoj, rozvoj koordinace, zvýšení výkonnosti, pevnější stavbu kostí, s předstihem se nastartuje srdečně-cévní rozvoj a v neposlední řadě usnadní kontrolu hmotnosti, což je důležité především u dospívajících děvčat. Ukazuje se, že největší překážkou vhodného rozvoje síly dětí je především neznalost a nevzdělanost trenérů, učitelů TV i rodičů. (Jakl, 2017a)

### **2.6.6 Světový pohár**

Technika soupažného odpichu nedává spát ani elitním lyžařům závodících na klasických lyžařských tratích, které jsou homologovány FIS a splňují přísné podmínky převýšení a šíře tratí. Na tratích Světového poháru je totiž obvykle velmi obtížné jezdit v závodech klasickou technikou pouze za využití soupažného odpichu a nepomáhat si stoupacími vosky. Přesto i tady se soupažný odpich začíná využívat čím dál víc. Nejprve na sprinterských krátkých okruzích, které jsou mnohdy tvořeny pro atraktivitu ve městech



nebo parcích, ale nyní také i na tratích distančních závodů. Důvodem poslední doby je i nedostatek sněhu a následné zkracování okruhů. Všechny tratě pro Světové poháry jsou homologovány komisaři z FIS, musí splňovat přísná kritéria nejen délky a šířky, ale také převýšení a celkových délek stoupání. Kratší okruhy mohou vést k profilově jednodušším tratím a následně k možnosti volby nemazat vosky na klasických závodech a odjet je pouze soupažným způsobem běhu. (Petrásek, 2016)

Sezóna 2014/2015 se stala milníkem v běžeckém lyžování, kdy kazašský závodník Alexej Poltoranin vyhrál závod světového poháru v italském Toblachu na 15 km klasickou technikou, kde využil pouze soupažný způsob běhu – na lyžích neměl stoupací vosk. V sezóně 2015/2016 také na závodních tratích v Toblachu ho napodobil norský lyžař Martin Jonsrud Sundby.

Podle mého názoru se bude soupažný způsob běhu ve Světovém poháru v závodech klasickou technikou využívat čím dál více. V dohledné době ale nevěřím tomu, že by se soupažný způsob běhu stal třetím technikou, ve které by se konaly závody. I když technický sníh, na kterém se v převážné části v současnosti závodí, tomu nahrává. Pořadatelé závodů světového poháru na to reagují zpřísnováním pravidel a vytvářením profilově náročnější tratí, aby soupažný způsob běhu v klasických závodech omezili.

### **2.6.7 Dlouhé a lehké závodní tratě**

Během posledních dvou sezón se téměř všichni nejlepší dálkoví běžci na soupažný způsob běhu specializují. Trasy pro dálkové běhy jsou v převážné většině vedeny v lehčím profilu, kde pro ty nejlepší je výhodnější jet na lyžích bez odrazového vosku. (Petrásek, 2016)

Z mého pohledu může příliš časté využívání soupažného způsobu běhu vést ke snížení funkčních ukazatelů. Nicméně si myslím, že u dálkových běžců na lyžích by to nebyl krok zpět. Myslím si, že dálkový běžci na lyžích tak vysoké funkční ukazatele, jaké mají běžci na lyžích ze světového poháru, nepotřebují a to z důvodu menšího zapojení dolních končetin.

## **2.7 Nové trendy v soupažném odpichu**

Jakl (2017b) uvádí několik nových trendů u soupažné techniky běhu:

- Soupažný odpich za posledních 10 let prošel nejrevolučnějším vývojem. Od zapichování holí v předklonu, téměř nulového pokrčení kolen, nebo extrémního vypouštění holí za tělem z ještě hlubšího předklonu nastal posun přesně opačným

směrem. Vše podstatné se během jednoho pohybového cyklu děje před trupem, s velkou intenzitou a vysokou frekvencí opakování.

- Jedním z klíčových důvodů úspěšného nástupu čistého soupažného odpichu v závodech jsou stále lehčí a pevnější hole stejně jako stálé zlepšování vlastností lyží.
- Nízká hmotnost a efektivní distribuce hmotnosti v konstrukci holí ovlivňuje mimo jiné i rychlejší návrat hole do výchozího postavení, a tím i vyšší frekvenci opakování odpichů („švihání“).
- Lehké hole umožňují opakované vyšší nastavení paží před zapíchnutím (neboli tolik ramena). Hole dopadají na sníh již s velkou rychlostí, počáteční akcelerace odpichu je vysoká.
- Ti nejlepší, především pak ve sprintu, hole dokonce před zapíchnutím mírně předhazují (dříve bráno jako technická chyba). Tento přípravný „švih“ holí opět navýší rychlost zapíchnutí.
- Z těchto a dalších důvodů široká světová špička stále používá při soupažném způsobu běhu hole klasické délky, nikoliv hole na bruslení (stanovený limit dle FIS 83 % výšky lyžaře je úsměvný, většina závodníků Světového poháru má hole dokonce i kratší).
- Fyzikální měření skutečně prokazují výrazně větší efektivitu odpichu z delších holí. Realita je ale taková, že kdo to zkusil, ztrácel na soupeře při každém zrychlení či stoupání. Nestíhal frekvenčně.
- Při správně technicky provedeném soupažném odpichu se kromě svalů paží, ramen a zad významně zapojují hlavně svaly břicha, dále pak kyčlí, stehen a dokonce i holení a lýtek. Silové výkony současných specialistů na soupažný odpich přinášejí zcela nový přístup do tréninku běžců na lyžích.
- V závodě, kde ti nejlepší absolvují celou trať pouze na lyžích bez odrazového vosku, není soupažný odpich jedinou používanou technikou. Do velmi strmých stoupání se využívá i běh v oboustranném odvratu.
- Přizpůsobují se i výrobci lyží. Používají se přednostně klasické lyže, jsou delší, lépe vedou i mimo stopu a nabízejí lepší skluz. Několik firem dokonce přichází s novinkou v podobě klasických lyží pouze na soupažný způsob běhu, u kterých kombinují nejlepší konstrukční přednosti bruslařských a klasických lyží.

- Zajímavé je téma vhodnosti lyžařských bot. Závodníci volí buď mezi bruslařskými, měkkými skiatlonovými nebo čistě klasickými botami. Vzhledem ke komplexní práci kotníku (stoupání na špičky, podřepy ve stoupáních, běh v oboustranném odvratu), se jeví vhodné spíše ty klasické. Některé firmy začaly vyrábět specificky konstruované lyžařské boty pro lyžařské maratóny klasickou technikou, a to se zvýšenou oporou paty a kotníku.
- Měření prokázala, že závodníci, kteří prokazují výbornou výkonnost v soupažném způsobu běhu, mají také lepší výsledky i v jednodobém bruslení, které je jednou z nejeftivnějších bruslařských technik.
- Soupažný běh prostý, tedy technika jízdy po dvou lyžích s minimálním nárokem na rovnováhu v jednooporovém postavení, se dá osvojit ve výrazně kratším časovém období než ostatní způsoby klasické techniky.

## **2.8 Trenažéry pro nápodobu soupažného odpichu**

V dnešní době se v tréninku běžců na lyžích využívají trenažéry, které imitují soupažný odpich. Běžci na lyžích tyto trenažéry využívají především k tréninku speciální síly, protože soupažný odpich je prováděn u soupažného běhu prostého v klasické technice a u bruslení jednodobého. Jsou také velkým pomocníkem při špatném počasí, nebo pokud zrovna sportovec nemá možnost tréninku na běžeckých lyžích. Níže jsou popsány tři trenažéry, které běžci na lyžích využívají nejčastěji.

### **2.8.1 THORAX**

ThoraxTrainer Ltd. byl vynalezen v roce 2008 dvěma vášnivými běžkaři, kteří za sebou měli kariéru vrcholových sportovců v triatlonu a běžeckém lyžování. Jeden doktor medicíny a druhý inženýr, společně viděli možnost přinést celosvětově “nejtěžší“ sport – běžecké lyžování – do vnitřních prostor. Postavením ergometru určeného pro běžecké lyžování, také nazývaného lyžařským ergometr, který měl za úkol co nejvíce napodobit pohyb při běhu na lyžích.

ThoraxTrainer Ltd. byl vyroben konkrétně pro trénink a zlepšení síly, vytrvalosti, stability středu těla a techniky. Má vysoký vliv na kardiovaskulární systém, což následně velmi rychle zlepšuje  $VO_2\max$  a vytrvalost na ještě vyšší stupeň než trénink na lyžích nebo kolečkových lyžích.

Výzkumný projekt provedený na Umeå University (Švédsko) ukázal korelaci 0.96 mezi ThoraxTrainer a během na lyžích. Lze tedy částečně předpovědět výkonnost na lyžích na základě výkonnosti na ThoraxTrainer.



**Obrázek 1** ThoraxTrainer HOME ELITE ([www.thoraxtrainer.com](http://www.thoraxtrainer.com))

## 2.8.2 SKIERG

V červnu 2009 Concept2 představil nejnovější produkt nazvaný SkiErg. SkiErg neboli lyžařský ergometr, který pomáhá zlepšovat sílu a vytrvalost specifickou pro běžecké lyžování. SkiErg využívá stejný mechanický koncept jako u vnitřních trenažérů na veslování s tím rozdílem, že je uživatel ve stoji, držící dvě rukojeti a napodobuje techniku soupažného odpichu charakteristickou pro běh na lyžích. Každý odpich zapojuje paže, ramena, hluboký stabilizační systém střed, nohy a dochází tak k zapojení celého těla.

SkiErg se skládá z obrazovky zobrazující průběh cvičení, setrvačnicku, spirálového tlumiče a ergonomických bezpoutkových madel.



**Obrázek 2** SkiErg Concept 2 ([www.concept2.com](http://www.concept2.com))

### **2.8.3 ERCOLINA UPPER BODY POWER**

Tento trenážér slouží k posílení paží a horní části těla. Je určen především tělesně zdatným sportovcům. Je navržen tak, aby dokázal napodobit běh na lyžích při různých intenzitách. Ercolina nabízí různé rozložení sil v průběhu tahu, je tím pádem více přizpůsobivý, což uvítají především elitní běžci na lyžích. Se dvěma samostatnými odporovými díly, přístroj umožňuje trénovat jak klasickou techniku, tak bruslení. Uživatel může přizpůsobit vzdálenost rukojetí podle vedení odpichu s postavením paží paralelně a přizpůsobit jej šíři ramen. Ercolina je přístroj s magnetickou brzdou s rozsáhlou škálou odporu. Součástí Ercoliny, kterou jsme využili při našem měření je také přístroj, který měří ujeté metry a wattly.

Ercolina Upper Body Power je ergonomicky konstruovaná. Ercolina dává uživateli okamžitou zpětnou vazbu za účelem opravit asymetrii pohybu. Přístroj je možné uzpůsobit podle individuálních potřeb, aby tréninkový režim mohl být jednoduše přizpůsobený osobním potřebám. Fáze záběru je plynulá a nepřetěžuje svaly; přechodná fáze po záběru, při které se paže vrací do výchozího postavení a nevyžaduje úsilí. Od té doby, kdy bylo zjištěno, že pouze po pěti nebo šesti dnech bez tréninku začne docházet ke ztuhlosti svalů Ercolina je

alternativou právě pro ty, kteří nemohou být v zimě na lyžích každý den, stejně tak při trénování v létě.

Nastavení minimálního silového zatížení umožňuje využití Ercolina také u mládeže, a to bez obav z přetížení. Naopak maximální zátěž je dostatečná k vytvoření přepětí u elitního sportovce.

Technická data Ercoliny, která byla využita při měření: Velikost: 20" 7/8 (29"1/8 max) x 9"1/8 x 8"10/16. Váha: 23,5lbs



**Obrázek 3** Ercolina Upper Body Power ([www.xc-elitesports.com](http://www.xc-elitesports.com))

## 2.9 Srdeční frekvence

Srdeční frekvence (SF) je veličinou, podle které se posuzuje zatížení kardiovaskulárního systému. Důležitými údaji tohoto posuzování jsou hodnoty klidové srdeční frekvence a hodnoty při zatížení, resp. maximální srdeční frekvence. Používá se pro posuzování intenzity cvičení, resp. zatížení. SF však není ovlivněna jen prací svalů, ale např. i teplotou okolí, psychickým stavem, polohou těla nebo předchozím příjmem stravy (McArdle a kol, 2007).

Srdeční frekvence je řízená nervově a humorálně. Nervová regulace je zabezpečena sympatikem a parasympatikem. Parasympatikus snižuje a sympatikus zvyšuje tepovou frekvenci (Bartůňková, 2008).

Humorální řízení se děje za pomoci adrenalinu a noradrenalinu, které mají stejný účinek jako sympatikus. Acetylcholin působí jako parasympatikus. Glukagon zvyšuje sílu kontrakce a zrychluje SF, inzulin také zvyšuje SF a progesteron naopak SF snižuje. Na průběh srdeční frekvence mají vliv i koncentrace iontů draslíku a vápníku v tělních tekutinách, zvýšená i snížená tělesná teplota. (Rokyta a kol., 2000)

Na zvýšení srdeční frekvence se podílí snížená aktivita baroreceptorů v arteriích, levé komoře a plicní cirkulaci, zvýšená aktivita síňových receptorů reagujících na zvýšené natažení, nadechnutí, vzrušení, zlost, bolestivé podněty, hypoxii, námahu, adrenalin, thyroïdní hormony, horečku. Na zpomalení srdeční frekvence má vliv noradrenalin, zvýšená aktivita baroreceptorů v arteriích, levé komoře a plicní cirkulaci, výdechem, strachem, žalem, zvýšeným intrakraniálním tlakem (Ganong, 2010)

Zájem využití srdeční frekvence pro potřeby řízení, kontroly a zjišťování efektů pohybového zatěžování na různých výkonnostních úrovních v posledních letech prudce stoupá. Vzhledem ke spolehlivosti a jednoduchosti měření je nejčastěji používanou kontrolou tréninkového efektu a zatížení (Bunc, 2001).

Dle Bartůňkové (2006) je klidová srdeční frekvence u zdravého člověka dána aktivitou sinusového uzlíku a činí asi 70 tepů/min. Srdeční frekvence je nejpřístupnějším, a proto nejčastěji měřeným parametrem při zatížení. Existuje však mnoho faktorů, které ji mohou ovlivňovat:

- genetická dispozice (vrozená vagotonie, sympatikonie),
- trénovanost (především vytrvalostního tréninku),
- teplota tělesného jádra (vzestup teploty o 1 stupeň zvýší SF o 10 tepů.min<sup>-1</sup>),
- klimatické podmínky (v horkém počasí především stoupá, v chladném klesá),
- intenzita a typy fyzické zátěže (nejvyšší SF je u submaximální intenzity zátěže),
- psychická zátěž,
- trávení (při trávení se SF zvyšuje),
- únava,
- látkové vlivy (hormony).

Podle Neumanna, Pfütznera, Hottenrotta (2005) je srdeční frekvence reprezentativní veličinou pro posouzení zatížení srdečně-oběhového systému. Dále uvádějí, že srdeční frekvence na změnu intenzity při zatížení organismu reaguje velmi rychle, zejména je tomu tak u svalstva, přičemž nejcitlivěji reaguje na zvýšení intenzity a zvýšení odporu. Srdeční frekvence je podle těchto autorů spolehlivou veličinou pro posouzení intenzity zatížení.

Bolek a Soumar (2012) uvádí, že k jednoduchému a spolehlivému měření srdeční frekvence v terénních podmínkách se využívají sporttestery.

Soumar a kol. (2000) popisují, že nejčastěji používáme měření srdeční frekvence v tréninku:

- při měření ranní klidové (bazální) srdeční frekvence;
- při fázi uklidňování po zátěži;
- jako odezvu na aerobní vytrvalostní trénink;
- při intervalovém tréninku;
- při vyšetření ANP a určení jednotlivých metabolických zón;
- při ověření, zda trénink probíhá v přiměřené metabolické oblasti.

### **2.9.1 Srdce**

„Srdce je pumpa, která zajišťuje obíhání krve v cévách. Je to dutý orgán tvořený svalovinou, která se liší od ostatní svalové tkáně. Jednotlivé svalové buňky jsou propojeny plasmatickými můstky, myofibrily jsou příčně pruhované. Srdeční svalovina má několik zvláštních vlastností. Automacie znamená, že srdeční vzruch vzniká přímo ve specializovaných svalových buňkách, které jsou součástí srdečního převodního systému a vytvářejí pravidelné vzruchy. Převodní systém je autonomní (nezávislý), to znamená, že srdce pracuje i po vyjmutí z organismu při zachování dodávky kyslíku. Další vlastností myokardu je vodivost, kdy se tento vzruch převádí nejen převodním systémem, ale podráždí se i buňky celého příslušného srdečního oddílu, který je aktivován. Dráždivost znamená odpověď svaloviny na nadprahový podnět a stažlivost je schopnost kontrakce. V srdci jsou tedy vlákna stažlivá (kontraktivní) a vlákna vodivá.“ (Cinglová, 2002)

### **2.9.2 Srdeční činnost**

„Srdce přizpůsobuje svou činnost měnícím se potřebám organismu změnami tepového objemu, krevního tlaku a tepové frekvence. K přizpůsobování srdeční činnosti dochází pomocí místních organismů a extrakardiálních vlivů. Podle Frank-Starlingova zákona se srdeční kontrakce zvětšují se vzrůstajícím plnicím objemem. Když se svalová vlákna více protáhnou, zmenší se vzájemný přesah aktinových vláken a rozsah možné interakce aktinu a myosinu se zvětší. Tím se stah zesílí. Souvislost mezi zvýšením frekvence a zvýšením síly stahu je označována jako inotropní vliv. Podstatou je zvýšený vtok kalcia do intracelulárního prostoru při zvýšené tepové frekvenci.“ (Mysliveček, 2002)



### 2.9.3 Srdeční cyklus

„Srdce pracuje ve dvou základních fázích, které se neustále opakují. Diastola – v diastole se otevírají chlopně mezi síněmi a komorami, komory se plní krevním proudem ze síní. V poslední třetině této fáze se objem komor doplní krví při aktivní kontrakci síní. Objem komor na konci diastoly je největší, činí asi 120 – 140 ml.

Systola – rozšíří-li se vzruch na svalovinu komor, začínají se svalová vlákna stahovat, zvyšuje se tlak uvnitř komor. Chlopně atrioventrikulární se uzavřou, aby krev neproudila zpět do síní. Zprvu se nemění objem komory. Přesáhne-li tlak v komorách tlak v tepnách (aortě a plicní tepně), otevřou se poloměsíčité chlopně a krev je vypuzena do oběhu. Toto je ejekční fáze systoly. Krev je vypuzována nejdříve rychle, potom pomaleji. Tlak vypuzované krve postupně klesá, kontrakce ustává, a když je tlak v komorách nižší než v tepnách, poloměsíčité chlopně se uzavřou a končí systola. Při jedné systole se vypudí do oběhu 70 – 80 ml krve.“  
(Cinglová, 2002)

### **3 Cíle a úkoly práce, hypotézy**

#### **3.1 Cíle práce**

Cílem diplomové práce je zjištění vhodného zatížení před závodem u vybraných vrcholových běžců na lyžích.

#### **3.2 Úkoly práce**

1. Prostudovat odbornou literaturu a výzkumy vztahující se k danému tématu,
2. vytvořit metodiku našeho měření na тренаžeru Ercolina Upper Body Power,
3. provést měření na Ercolina Upper Body Power,
4. zpracovat získaná data,
5. vyhodnotit a interpretovat získaná data.

#### **3.3 Hypotéza**

Předpokládáme, že u probandů dojde ke zvýšení výkonnosti v závodech v důsledku lepší fyzické a psychické připravenosti.

## 4 Metodika práce

### 4.1 Popis použitých zařízení

K našemu výzkumu byly použity dva přístroje – sporttester Suunto Ambit2 Sapphire a trenážér Ercolina Upper Body Power. Běžci na lyžích využívají běžně oba přístroje v tréninku. Ercolina Upper Body Power poskytlá Technická Univerzita v Liberci.

#### 4.1.1 Sporttester Suunto Ambit2 Sapphire

Pro měření srdeční frekvence byl vybrán sporttester Suunto Ambit2 Sapphire, který se skládá ze dvou částí. Hrudního pásu a hodinek, které přijímají signál z hrudního pásu. Ke sporttesteru je k dispozici počítačový program Suunto MoveScout, který umožňuje zpětné sledování průběhu srdeční frekvence provedeného měření v počítači. Pro připojení k tomuto programu je nezbytný internet. Záznam srdeční frekvence je možné přetáhnout z hodinek do počítače za pomoci kabelu USB.

Vlastnosti Ambitu:

- GPS přijímač přímo v hodinkách - rychlost, vzdálenost a trasa
- Barometr
- Výškoměr - nadmořská výška a její graf, vertikální rychlost, celkový výstup/sestup
- 3D Kompas s nastavením deklinace
- Teploměr
- Měření tepové frekvence
- Záznam průběhu aktivit do paměti
- Přenos dat do PC na Movescount
- Hmotnost: 92g



**Obrázek 4** Sporttester Suunto Ambit2 Sapphire ([www.suunto.cz](http://www.suunto.cz))

#### **4.1.2 Ercolina Upper Body Power**

Trenažér sloužící k posílení paží a horní části těla. Je určen především tělesně zdatným sportovcům. Je navržen tak, aby dokázal napodobit běh na lyžích při různých intenzitách. Ercolina nabízí různé rozložení sil v průběhu tahu, je tím pádem více přizpůsobivý.

### **4.2 Popis sledovaného souboru**

Výzkumu se zúčastnilo 5 vrcholových běžců na lyžích ve věku 21–23 let. Trénují a závodí 10–15 let a to bez výraznějších zdravotních potíží. Všichni probandi jsou českými reprezentanty a závodí na soutěžích mezinárodní úrovně. Probandi se také účastní Mistrovství světa do 23 let.

Probandi absolvovali týden před začátkem testování funkční vyšetření u firmy CASRI – vědecké a sportovní pracoviště tělesné výchovy a sportu v Praze. Díky těmto údajům je možné zhodnotit jejich výkon z hlediska srdeční frekvence. Výsledky z funkčního vyšetření jednotlivých probandů jsou zobrazeny ve výsledkové části práce v tabulkách 5, 7, 9, 11, 13.

### 4.3 Použité metody

Práce je koncipována jako případová studie, kdy objektem výzkumu je 5 vrcholových běžců na lyžích.

Nejkonkrétnější popis případové studie říká, že se jedná o popis osob se stejnými nebo podobnými problémy, jehož účelem je uvést novou představu, anebo potvrdit předchozí nález. (Mihál, 2003)

Hendl (2005) danou charakteristiku popisuje obecněji a tvrdí, že jde o detailní studium jednoho nebo několika málo případů, kterými se snažíme zachytit složitost případu a popsat vztahy v jejich celistvosti. Vychází se z předpokladu, že důkladným prozkoumáním jednoho případu lépe porozumíme jiným podobným případům.

V práci se jedná o kvantitativní výzkum. Hendl (2005) ve své publikaci uvádí, že kvantitativní výzkum využívá náhodných výběrů, experimentů a silně strukturovaného sběru dat pomocí testů, dotazníků nebo pozorování. U kvantitativního výzkumu se zjišťují konstruované koncepty s pomocí měření a analýzy dat statistickými metodami.

Kvantitativní výzkum má za cíl popisovat či ověřovat naše představy o vztahu sledovaných proměnných. (Hendl, 2005)

Pro zjišťování vhodného zatížení byla jako metoda měření použita neinvazivní metoda, při které vyšetřovací přístroje či nástroje nepronikají dovnitř organismu. (<http://lekarske.slovniky.cz>)

Výzkumná metoda, která je v práci využita, je analýza dokumentů. Tuto metodu využíváme ke zkoumání písemného nebo vizuálního materiálu (Maňák, Švec Š., Švec. V., 2005).

Analýza dokumentů patří mezi standardní metody jak v kvalitativním, tak i v kvantitativním výzkumu. Při této metodě může docházet k interakci mezi výzkumníkem a zkoumanými jedinci, což může vést ke zkreslení dat. (Hendl, 2005)

Také jsme využili srovnávací metodu pro porovnání výsledků. „*Komparace (srovnání) je jednou z nejpoužívanějších vědeckých metod práce. Umožňuje stanovit shody a rozdíly jevů či objektů. Při srovnávání se zjišťují shodné či rozdílné stránky různých předmětů, jevů, úkazů či ukazatelů. Srovnávací kritérium může být vymezeno věcně, prostorově nebo časově.*“ (Široký, 2011, s. 32).

## 4.4 Způsob a postup měření

Veškerá měření byla uzpůsobena tréninkovému plánu probandů. Všechny týdny, ve kterých bylo provedeno měření, měly téměř totožný tréninkový program, aby výsledky měření byly co nejvěrohodnější. Snahou bylo, aby měření proběhlo v co nejmenším časovém rozmezí. Důvodem byla trénovanost probandů, která tak při všech měřeních byla co nejpodobnější.

Celková doba sledování byla pět týdnů a délka jednoho měření trvala cca 30 minut (rozcvičení + 3 minuty test + uklidnění). Délka testu byla určena na 3 minuty z toho důvodu, že sprinterské závody v běhu na lyžích trvají přibližně po dobu tří minut. Testový trenážer Ercolina Upper Body Power byl vybrán, neboť dokáže velmi dobře imitovat pohyb soupažného běhu prostého. Měření proběhla šestkrát ve třech fázích, kdy jedna fáze zahrnovala dvě měření. Vždy ráno po dni odpočinku proběhlo první měření s tím, že ještě ten den dopoledne i odpoledne proběhla tréninková jednotka. Následující den ráno navazovalo druhé měření, které bylo po dni tréninku. Měření byla uskutečněna po letní přípravě, kdy u probandů byla již charakteristická vysoká výkonnost. Mezi testovými týdny vždy proběhl týdenní tréninkový kemp.

Měření jsme sledovali tyto ukazatele:

- srdeční frekvence (měřena v průběhu testu a minutu po skončení testu),
- ujetá vzdálenost na trenážeru (ukazoval displej přístroje).

Měření proběhla v těchto termínech:

### 3x před zátěží

- 8. 10. 2016
- 22. 10. 2016
- 4. 11. 2016

### 3x po zátěži

- 9. 10. 2016
- 23. 10. 2016
- 5. 11. 2016

**Tabulka 3** Podoba tréninkových týdnů, ve kterých byla prováděna měření

Den	TJ dopoledne	TJ odpoledne
Pondělí	TVO	TVO
Úterý	Maximální síla: 3 série po 2 opakováních, IO 3 min (dřep, pullover, kliky na bradlech)	Kolečkové lyže: 120 min v I. intenzitě
Středa	Kolečkové lyže: 30 min rozjetí 8x 3 min ve III. intenzitě, IO 3 min 30 min vyjetí	Běh: 30 min v I. intenzitě, 30 min kompenzace
Čtvrtek	Kolečkové lyže: 90 min v I. intenzitě	Běh: 30 min v I. intenzitě 30 min kompenzace
Pátek	TVO	TVO
Sobota	<b>Měření po odpočinku,</b> Kolečkové lyže: 20 min rozjetí 3x 5 min ve III. intenzitě, IO 5 min 20 min vyjetí	Běh: 30 min v I. intenzitě 30 min kompenzace
Neděle	<b>Měření po zatížení,</b> Kolečkové lyže: 120 min lyže v I. intenzitě	TVO

Vysvětlivky k tabulce:

- I. intenzita: do 140 TF/min
- II. intenzita: 140 – 170 TF/ min
- III. intenzita: nad 170 TF/min

Před letní přípravou proběhla konzultace s trenéry, při které se došlo k závěru, že je nutné zefektivnit rychlostní trénink na sprint a specifický trénink techniky soupažného odpichu. Proto byl zvolen tento typ testu.

#### 4.5 Sběr dat

Teoretická východiska dané problematiky jsme získali z literárních publikací a odborných monografií. Fyziologické hodnoty ze zátěžových testů probanda jsme získali z trenérské dokumentace.

Hodnoty o průběhu srdeční frekvence byly získávány pomocí sporttesteru Suunto Ambit2 Sapphire. Po zapnutí hodinek se záznam srdeční frekvence za pomoci hrudního pásu, který měl proband umístěn kolem hrudníku, ukládal do hodinek. Záznam srdeční frekvence jsme přenesli z hodinek přes USB kabel do počítače a následně do programu Movescout, kde se průběh srdeční frekvence ukázal v podobě grafu. Grafy z měření jsou zobrazeny

v přílohách na konci diplomové práce. Potřebné hodnoty srdeční frekvence pro vyhodnocení výsledků jsme převedli do připravených tabulek.

Výkon v podobě ujetých metrů se nám zobrazoval na displeji trenažéru Ercolina Upper Body Power. Hodnoty z displeje jsme vždy zapsali do připravených tabulek.

#### **4.6 Analýza dat**

Průběh analýzy získaných hodnot srdeční frekvence a výkonu na trenažéru:

1. Analýza srdeční frekvence z grafů v programu Movescout.
2. Přenesení naměřených hodnot srdeční frekvence z grafů do tabulek.
3. Přenesení naměřeného výkonu z displeje trenažéru do tabulek.
4. Vyvození závěrů za pomoci tabulek a grafů.



## 5 Výsledky

U každého probanda je zobrazena tabulka, ve které lze vidět dosažené výkony v jednotlivých měřeních zaznamenané v metrech. V tabulkách jsou uvedeny i hodnoty maximální a průměrné SF, kterých probandi dosáhli v průběhu jednotlivých testů. Jako poslední je v tabulce zobrazena SF po jedné minutě uklidnění. Další tabulka, která je u každého probanda ukazuje funkční vyšetření, které bylo provedeno na běhacím koberci v září 2017. V přílohách jsou vyobrazeny grafy ze všech měření s průběhem SF.

### 5.1 Proband 1

**Tabulka 4** Výsledky probanda 1 z jednotlivých měření

	1. měření po odpočinku	1. měření po zátěži	2. měření po odpočinku	2. měření po zátěži	3. měření po odpočinku	3. měření po zátěži
Datum	8.10. 2016	9.10. 2016	22.10. 2016	23.10. 2016	4.11. 2016	5.11. 2016
Čas	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
Místo	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL
Vzdálenost (m)	1067	1094	1025	948	1160	1210
TF avg (tep/min)	176	177	179	165	165	166
TF max (tep/min)	186	186	187	179	183	182
TF po 1 minutě (tep/min)	154	149	149	164	147	144

V tabulce 4 jsou zobrazeny hodnoty SF a výsledky probanda 1 z jednotlivých měření.

Pokud se podíváme na hodnoty maximální SF a porovnáme je s hodnotou maximální SF z funkčního vyšetření, která je zobrazena v tabulce 5, lze vidět, že proband 1 nedosahuje při testu na trenažéru své maximální SF. Dosažená maximální SF během testů se pohybovala v rozmezí 8 tepů/min, nicméně průměrná SF z jednotlivých měření měla větší rozpětí a to 14 tepů/min. Můžeme říci, že hodnoty maximální SF i průměrné SF během sledovaného období klesly. Hodnoty SF po jedné minutě uklidnění byly vzhledem k maximální SF ve sledovaném období velmi podobné. Jedinou výjimkou bylo 2. měření po zátěži. Proband 1 se v daný termín uklidňoval velmi pomalu, což mohlo být dáno únavou nebo i jinými vlivy. Ve zmiňovaném termínu podal proband 1 nejhorší výkon ze všech testů. Z tabulky 4 je vidět, že v prvním a třetím měření měl proband 1 lepší výkon po zátěži. Ve druhém měření to bylo naopak a proband 1 v něm podal nejhorší výkony ze všech testů. Pokud porovnáme výkony

prvního a třetího měření, tak proband jedna podal lepší výkony po odpočinku ve třetím měření o 93 m a po zátěži o 116 m. Nejlepšího výkonu proband 1 dosáhl při posledním testu a jeho hodnota byla 1210 m.

Proband 1 se během sledované doby v testu zlepšil. Dále z výsledků vyvozujeme, že mu více vyhovuje den před soutěží absolvovat tréninkovou jednotku.

**Tabulka 5** Antropomotorické a fyziologické parametry probanda 1 ze zátěžového testu na běhacím koberci - září 2017 (převzato z trenérské dokumentace)

Hmotnost:[kg]	73,2
Výška [cm]	189
% tuku	9,1
Doba zatížení při testu [min]	7:35
Max. rychlost běhátka [km/hod]	20
Max. sklon běhátka [%]	5
ATH [kg]	66,5
FEV1 [l]	5,61
ANP [tepy/min]	181
SF max [tepy/min]	201
VO <sub>2max</sub> [l/min]	5,68
VO <sub>2max</sub> /kg [ml/kg/min]	77,53
VO <sub>2max</sub> /TF [ml/tepy/min]	28,23
RQ	1,11
Laktát po rozběhu [mmol/l]	1,4
Laktát max. [mmol/l]	10,4

## 5.2 Proband 2

**Tabulka 6** Výsledky probanda 2 z jednotlivých měření

	1. měření po odpočinku	1. měření po zátěži	2. měření po odpočinku	2. měření po zátěži	3. měření po odpočinku	3. měření po zátěži
Datum	8.10. 2016	9.10. 2016	22.10. 2016	23.10. 2016	4.11. 2016	5.11. 2016
Čas	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10	9:10
Místo	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL
Vzdálenost (m)	1100	1068	1190	1126	1339	1231
TF avg (tep/min)	167	160	167	164	165	164
TF max (tep/min)	174	171	176	172	173	174
TF po 1 minutě (tep/min)	139	138	143	137	141	138

V tabulce 6 jsou zobrazeny hodnoty SF a výsledky probanda 2 z jednotlivých měření.

Během všech měření se maximální SF nevyšplhala na hodnotu, kterou má proband 2 naměřenou z funkčního vyšetření, které je zobrazeno v tabulce 7. Při pohledu na všechna měření je vidět, že maximální SF měla rozpětí pouze 5 tepů/min a průměrná SF měla o něco více a to 7 tepů/min. Jak u maximální, tak u průměrné SF nemůžeme u probanda 2 hledat žádné propojení s výkony v jednotlivých testech. Hodnoty SF po jedné minutě uklidnění byly vzhledem k maximální SF ve sledovaném období velmi podobné. Proband 2 dosáhl vždy v testech po odpočinku vyšší průměrné SF.

Po celou dobu testování se proband 2 v testech zlepšoval a to po odpočinku i po zátěži. Po odpočinku podal vždy lepší výkon. Proband 2 se po odpočinku dostal z hodnoty 1100 m (1. měření), na hodnotu 1336 m (3. měření), což je zlepšení o 236 m. Ve 3. měření po odpočinku podal proband 2 nejlepší výkon ze všech testů. Po zátěži bylo zlepšení o něco nižší a to o 163 m.

Ze zjištěných výsledků lze uvést, že probandovi 2 více vyhovuje den před soutěží neabsolvovat tréninkovou jednotku.

**Tabulka 7** Antropomotorické a fyziologické parametry probanda 2 ze zátěžového testu na běhacím koberci - září 2017 (převzato z trenérské dokumentace)

Hmotnost:[kg]	82,6
Výška [cm]	193
% tuku	7,4
Doba zatížení při testu [min]	7:00
Max. rychlost běhátka [km/hod]	19
Max. sklon běhátka [%]	5
ATH [kg]	76,5
FEV1 [l]	5,90
ANP [tepy/min]	170
SF max [tepy/min]	187
VO <sub>2max</sub> [l/min]	5,79
VO <sub>2max</sub> /kg [ml/kg/min]	70,08
VO <sub>2max</sub> /TF [ml/tepy/min]	31,81
RQ	1,13
Laktát po rozběhu [mmol/l]	1,4
Laktát max. [mmol/l]	11,7

### 5.3 Proband 3

**Tabulka 8** Výsledky probanda 3 z jednotlivých měření

	1. měření po odpočinku	1. měření po zátěži	2. měření po odpočinku	2. měření po zátěži	3. měření po odpočinku	3. měření po zátěži
Datum	8.10. 2016	9.10. 2016	22.10. 2016	23.10. 2016	4.11. 2016	5.11. 2016
Čas	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30	9:30
Místo	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL
Vzdálenost (m)	1255	1212	1250	1222	1305	1239
TF avg (tep/min)	171	167	178	178	175	171
TF max (tep/min)	181	179	189	189	182	184
TF po 1 minutě (tep/min)	141	131	163	160	140	144

V tabulce 8 jsou zobrazeny hodnoty SF a výsledky probanda 3 z jednotlivých měření.

Z tabulek 8 a 9 je vidět, že hodnota maximální SF se ani v jednom z testů nevyšplhala na maximální SF naměřenou při funkčním vyšetření. Nicméně hodnota maximální SF při 2. měření po odpočinku i po zátěži byla pouze o 4 tepy/min pod maximální SF naměřenou z funkčního vyšetření, což je nejmenší rozdíl ze všech probandů. Ve zmiňovaných měřeních sice proband 3 dosáhl nevyšší maximální SF, ale uklidnění po 1. minutě bylo nejmenší, protože hodnota SF klesla pouze o 26 tepů/min v testu po odpočinku a o 29 tepů/min v testu po zátěži. V ostatních testech klesla hodnota SF po 1. minutě uklidnění vždy o 40 a více tepů/min. Dynamika průměrné SF byla shodná s dynamikou maximální SF.

Proband 3 své výkony v jednotlivých testech během sledovaného období zlepšoval. K jedinému zhoršení došlo při druhém měření po odpočinku, kde se proband 3 zhoršil ve srovnání s prvním měřením po odpočinku o 5 m. V testu po odpočinku se zlepšil během sledované doby z hodnoty 1255 na hodnotu 1305. Po zátěži se proband 3 také zlepšil a to z hodnoty 1212 na 1239. Lepší výkony podával proband 3 v testech po odpočinku.

Ze zjištěných výsledků můžeme usoudit, že probandovi 3 bude více vyhovovat den před soutěží neabsolvovat tréninkovou jednotku.

**Tabulka 9** Antropomotorické a fyziologické parametry probanda 3 ze zátěžového testu na běhacím koberci - září 2017 (převzato z trenérské dokumentace)

Hmotnost:[kg]	78,7
Výška [cm]	182
% tuku	8,7
Doba zatížení při testu [min]	6:00
Max. rychlost běhátka [km/hod]	18
Max. sklon běhátka [%]	5
ATH [kg]	71,9
FEV1 [l]	4,90
ANP [tepy/min]	174
SF max [tepy/min]	193
VO <sub>2max</sub> [l/min]	6,13
VO <sub>2max</sub> /kg [ml/kg/min]	78,97
VO <sub>2max</sub> /TF [ml/tepy/min]	32,42
RQ	1,08
Laktát po rozběhu [mmol/l]	1,5
Laktát max. [mmol/l]	11,4

## 5.4 Proband 4

**Tabulka 10** Výsledky probanda 4 z jednotlivých měření

	1. měření po odpočinku	1. měření po zátěži	2. měření po odpočinku	2. měření po zátěži	3. měření po odpočinku	3. měření po zátěži
Datum	8.10. 2016	9.10. 2016	22.10. 2016	23.10. 2016	4.11. 2016	5.11. 2016
Čas	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40	9:40
Místo	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL
Vzdálenost (m)	735	785	765	820	770	833
TF avg (tep/min)	172	166	161	163	168	172
TF max (tep/min)	182	180	172	173	178	178
TF po 1 minutě (tep/min)	135	132	127	126	130	130

V tabulce 10 jsou zobrazeny hodnoty SF a výsledky probanda 4 z jednotlivých měření.

Ani proband 4 nedosahoval v testech své maximální SF, která byla naměřena z funkčního vyšetření, což lze vidět v tabulce 11. Nejvíce se k maximální SF přiblížil při prvním měření po odpočinku, kde hodnota byla 9 tepů/min pod jeho maximální SF. Nejnižší maximální SF měl proband 4 ve 2. měření po odpočinku i po zátěži. Hodnoty průměrné SF byly v tento termín také nejnižší. SF po minutě uklidnění klesala nebo stoupala podle velikosti hodnot maximální a průměrné SF.

Proband 4 se během sledovaného období zlepšoval v testech jak po odpočinku, tak po zátěži. Po odpočinku došlo v testu ke zlepšení o 35 m. Po zátěži bylo zlepšení větší o 48 m. Nejlepšího výkonu dosáhl proband 4 v posledním měření po zátěži a jeho hodnota byla 833 m a nejhorší výkon podal v prvním měření po odpočinku, kdy byla jeho hodnota 735 m.

Z výsledků probanda 4 můžeme uvést, že den před soutěží mu bude více vyhovovat absolvovat tréninkovou jednotku.

**Tabulka 11** Antropomotorické a fyziologické parametry probanda 4 ze zátěžového testu na běhacím koberci - září 2017 (převzato z trenérské dokumentace)

Hmotnost:[kg]	66,8
Výška [cm]	176
% tuku	7,9
Doba zatížení při testu [min]	6:31
Max. rychlost běhátka [km/hod]	19
Max. sklon běhátka [%]	5
ATH [kg]	61,5
FEV1 [l]	4,43
ANP [tepy/min]	173
SF max [tepy/min]	191
VO <sub>2max</sub> [l/min]	4,95
VO <sub>2max</sub> /kg [ml/kg/min]	74,04
VO <sub>2max</sub> /TF [ml/tepy/min]	26,32
RQ	1,10
Laktát po rozběhu [mmol/l]	1,3
Laktát max. [mmol/l]	12,1



## 5.5 Proband 5

**Tabulka 12** Výsledky probanda 5 z jednotlivých měření

	1. měření po odpočinku	1. měření po zátěži	2. měření po odpočinku	2. měření po zátěži	3. měření po odpočinku	3. měření po zátěži
Datum	8.10. 2016	9.10. 2016	22.10. 2016	23.10. 2016	4.11. 2016	5.11. 2016
Čas	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20	9:20
Místo	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL	TUL
Vzdálenost (m)	1067	1018	1090	980	1131	1089
TF avg (tep/min)	168	158	151	153	164	155
TF max (tep/min)	175	170	171	167	173	169
TF po 1 minutě (tep/min)	122	118	117	120	119	123

V tabulce 12 jsou zobrazeny hodnoty SF a výsledky probanda 5 z jednotlivých měření.

Ani proband 5 se výrazněji nepřiblížil ke své maximální SF. Nejnižší maximální SF dosáhl proband 5 při druhém měření po zátěži, kdy byla SF o 17 tepů/min za maximální SF. Také uklidnění ve druhém měření po zátěži bylo nejmenší ze všech měření. Z hodnot SF, kterých dosahoval proband 5 po minutě uklidnění lze tvrdit, že se po testu uklidňuje nejrychleji ze všech probandů. Rozdíl mezi maximální SF a SF po minutě uklidnění se pohyboval mezi 50 – 56 tepy/min, výjimkou bylo pouze již zmiňované druhé měření po zátěži. Průměrná SF vždy stoupla nebo klesla podle maximální SF.

Proband 5 se ve sledované době v testech jak po odpočinku, tak po zátěži zlepšoval. Jediný pokles nastal ve druhém měření po zátěži, kde hodnota klesla z 1018 m na 980 m. Tento pokles je možné připisovat zvýšené únavě, což nám mohou doložit nízké hodnoty SF v tento termín, jak je již zmíněno výše. Nejlepší výkony proband 5 podal při třetích měřeních, kdy nejlepší výkon ze všech byl po odpočinku a jeho hodnota byla 1131 m. V testech po odpočinku se proband zlepšil během sledované doby o 64 m a po zátěži o 71 m.

Z výsledků lze usoudit, že probandovi 5 více vyhovuje před soutěží den odpočinku.

**Tabulka 13** Antropomotorické a fyziologické parametry probanda 5 ze zátěžového testu na běhacím koberci - září 2017 (převzato z trenérské dokumentace)

Hmotnost:[kg]	72,4
Výška [cm]	184
% tuku	7,9
Doba zatížení při testu [min]	6:30
Max. rychlost běhátka [km/hod]	19
Max. sklon běhátka [%]	5
ATH [kg]	66,7
FEV1 [l]	5,00
ANP [tepy/min]	167
SF max [tepy/min]	184
VO <sub>2max</sub> [l/min]	5,55
VO <sub>2max</sub> /kg [ml/kg/min]	76,60
VO <sub>2max</sub> /TF [ml/tepy/min]	30,64
RQ	1,04
Laktát po rozběhu [mmol/l]	0,8
Laktát max. [mmol/l]	8,6

## 5.6 Celkové zhodnocení výsledků

Výkony všech probandů se během sledované doby zlepšovaly. U dvou probandů, konkrétně probanda 1 a 4, se potvrdila lepší výkonnost po zátěži, proto bychom u nich doporučovali den před soutěží zvolit trénink, který se vyznačuje vysokou intenzitou. Zbylí probandi podávali lepší výkon po odpočinku, tím pádem jim den před soutěží více vyhovuje tréninkové volno.

Lze tvrdit, že dosahované hodnoty SF během jednotlivých testů nehrají vzhledem k podaným výkonům výraznější roli. Žádný z probandů nedosahoval během testů své maximální SF, ale nejvyšší hodnoty SF během jednotlivých testů byly větší než úroveň anaerobního prahu. Anaerobní práh je nejvyšší intenzita konstantního zatížení, při níž k úhradě energetických požadavků nestačí pouze aerobní procesy, výrazněji se uplatňují už také procesy anaerobní, avšak celý systém laktátové výměny zůstává ještě v dynamické rovnováze tvorby a utilizace laktátu. Anaerobní práh se pohybuje kolem 90 %  $TF_{max}$ . Nižší SF může být způsobena menším zapojením dolních končetin u soupažného běhu prostého oproti ostatním způsobům běhu na lyžích. Stejně tomu je na trenažéru Ercoline Upper Body Power, který soupažný běh prostý imituje.

Nejlepší výkony z hlediska ujetých metrů podával proband 3 a nejhorší výkony byly zaznamenány u probanda 4. Nicméně nejlepší výkon ze všech testů podal proband 2 při třetím měření po odpočinku a jeho hodnota byla 1339 m.

Výsledky jednotlivých probandů nelze zobecňovat a můžeme je hodnotit pouze vzhledem k jejich individuálním výkonům. Nicméně je nezpochybnitelné, že hmotnost každého z probandů měla velký vliv na výkon v testu. Hmotnostně těžší probandi v testech opakovaně podávali lepší výkony než ti hmotnostně lehčí.

## 6 Diskuze

Z našich výsledků vyplývá, že individualizace v tréninkovém procesu je velmi důležitá, a to především na vrcholové úrovni. Podle Lehnerta (2014) musí zatížení a manipulace se zatížením, tréninková variabilita, stavba a obsah jednotlivých cyklů v průběhu sportovní přípravy postupně stále citlivěji respektovat individualitu sportovce. Naše výsledky tvrzení Lehnerta (2014) potvrzují, a proto s názorem autora souhlasíme. Z našich výsledků lze také usoudit, že každý sportovec reaguje na stejné zatížení odlišně, neboť jednotliví probandi prokazovali rozdílné výsledky v testech po odpočinku a po zátěži.

Před letní přípravou proběhla konzultace s trenéry, po které jsme došli k závěru, že je nezbytné zefektivnit rychlostní trénink v závislosti na sprintu a skupinových dojezdech u závěrů hromadných závodů, které jsou v současnosti nedílnou součástí výkonu běžce na lyžích. Dle Nyomena (2008) zavedením hromadného a sprinterského závodu se zvýšily požadavky na rychlostní schopnosti. Dále by podle autora mělo být cílem závodníků zlepšit sílu a rychlost, protože díky zlepšení těchto schopností budou závodníci schopni rychleji a razantněji provádět nástupy a cílové finiše. Také tvrdí, že síla a rychlost jsou schopnosti, které se vzájemně doplňují, a jejich zlepšení vede k lepší efektivitě pohybu na lyžích.

Trenéři probandů dále uvedli, že je potřeba zapracovat na specifickém tréninku techniky soupažného odpichu, protože tento způsob běhu je v posledních letech velmi důležitou složkou ve výkonu běžců na lyžích a to konkrétně v závodech klasickou technikou. Dle Soumara a Bolka (2012) v posledních letech výrazně stoupl význam soupažného odpichu. Zlepšující se materiální vybavení vedoucí k vyšší skluznosti lyží, tvrdé a rychlé tratě a zvyšující se úroveň silových schopností mají za následek zvětšující se podíl soupažného běhu prostého na klasické technice.

S tvrzením Soumara a Bolka (2012) se ztotožňujeme, protože změna v technickém provedení soupažného odpichu a zlepšení silových schopností u běžců na lyžích je oproti minulosti vidět na první pohled. Hromadné dojezdy a sprinty zaujímají více jak 50 % všech závodů Světového poháru, zde s Nyomenem (2008) také souhlasíme. Právě z výše uvedených důvodů byl zvolen typ testu, který je popsán ve výsledkové části.

Probandi v letní přípravě absolvovali několik intervalových tréninků na profilu závodních tratí, kde využívali pouze soupažný běh prostý. Trenéři probandů uvedli, že tento typ tréninku začali využívat z toho důvodu, aby závodníci byli jak fyzicky, tak psychicky

přípravě na variantu, že půjdou do závodu klasickou technikou s lyžemi bez odrazového vosku.

Varianta jít do závodu klasickou technikou bez odrazového vosku připadá v úvahu v důsledku špatných sněhových podmínek v posledních letech, které vedou organizátory závodů k přípravě krátkých a profilově lehčích okruhů. Navíc technický sníh, který je tvrdý a rychlý mnohdy nahrává v závodech klasickou technikou ke zvolení varianty bez odrazového vosku. Nejčastěji se tato varianta používá v profilově lehčích městských sprinterských závodech klasickou technikou. Trenéři nejčastěji pro zlepšení a adaptaci na soupažný odpich využívali v přípravném období tuto podobu tréninkové jednotky:

- Rozjetí 30 minut,
- 8 – 10x 3 minuty za využití pouze soupažného běhu prostého ve III. intenzitě (TF nad 90 %  $TF_{max}$ ),
- interval odpočinku mezi úseky byl 3 minuty,
- vyjetí 30 minut.

Po konzultaci s testovanými probandy jsme došli k závěru, že nejvhodnějším trenažérem pro vytvořený test bude Ercolina Upper Body Power a to z toho důvodu, že probandí se s trenažérem už ve své přípravě setkali a test nebyl ovlivněn neznalostí s jeho využíváním.

Ercolina Upper Body Power používají běžci na lyžích především ke zlepšení úrovně speciální síly. Trenažér imituje soupažný odpich, a díky zvyšujícímu se podílu soupažného odpichu na výkonu v závodech klasickou technikou, jak zmiňujeme výše, se využívání trenažérů v tréninkovém procesu běžců na lyžích zvýšilo. Podle Gnada (2015) u běžců na lyžích zlepšujeme speciální sílu, pokud posilujeme svaly a svalové skupiny, které jsou nejvíce zatěžovány při běhu na lyžích. Nicméně uvádí, že rozvoj speciální síly je možný až v době, kdy má lyžař za sebou období rozvoje síly obecné. Ta je základním kamenem pro další specifický rozvoj, směřující k co nejlepší výkonnosti v běhu na lyžích. Nilsson, Holmberg, Tveit a Hallén (2004) ve svém výzkumu zjišťovali efekt intervalového tréninku na speciálním ergometru, který imituje soupažný odpich. Autoři uvedli, že u skupiny co využívala speciální ergometr, se zlepšil výkon v testu soupažným odpichem. Horyna, Bačáková, Chrástková, Sedlák, Čmejla a Kračmar (2016) ve své studii porovnávali zapojení svalů mezi trenažérem SkiErg, který imituje soupažný odpich a soupažným odpichem na lyžích. Uvedli, že trenažér

doporučují na rozvoj speciální síly, ale dlouhodobější užívání trenažéru může způsobit narušení techniky soupažného odpichu.

V hypotéze jsme předpokládali, že u probandů dojde ke zvýšení výkonnosti v závodech v důsledku lepší fyzické a psychické připravenosti. Vycházeli jsme z faktu, že se probandi díky většímu zaměření na soupažný odpich v tréninkovém procesu, ke kterému přispělo i samotné testování, zlepšili po fyzické stránce výkonu. Po psychické stránce jsme předpokládali zlepšení díky větší individualizaci předzávodního mikrocyklu, které bylo docíleno v závodním období díky zjištěným výsledkům.

Testování probíhalo v období, kdy se probandi věnovali v silovém tréninku především rozvoji speciální síly, která navazovala na předchozí zaměření na sílu obecnou. Očekávali jsme zlepšování výkonů v testech v důsledku adaptace na námi zvolený test. Probandi v týdnech mezi měřeními podstupovali dvoudenní bloky na rozvoj již zmiňované speciální síly, které probíhaly na kolečkových lyžích. K rozvoji speciální síly ve velké míře přispělo i samotné testování.

V druhé polovině závodního období proběhl rozhovor s trenéry a probandy, konkrétně 26.2.2017, při kterém došlo ke shodě probandů, kteří uvedli, že pociťují zlepšení jak v soupažném odpichu, tak ve sprinterských závodech. Zároveň společně potvrdili, že se v soupažném odpichu cítí mnohem lépe i po stránce technické. Také uvedli, že pozitivně vnímají individualizaci tréninku před závody. Všichni probandi si výsledkově polepšili oproti minulému roku.

Z našich výsledků vyplývá, že trenažér Ercolina Upper Body Power do určité míry zlepšuje soupažný odpich. Z toho důvodu bychom doporučovali zařadit trenažéry do tréninku běžců na lyžích a to především v období, kdy se v silovém tréninku závodníci zaměřují na rozvoj speciální síly. Z našeho pohledu je při tréninku na trenažéru velmi důležité, aby byla kontrolována správná technika provedení. Závodníci by se měli snažit, aby se technika provedení na trenažérech co nejvíce podobala technice soupažného odpichu na lyžích. Proto si myslíme, že je důležité, aby i těmto tréninkům byl přítomný trenér sportovců a kontroloval jejich provedení.

Výhodu trenažérů vidíme v jejich využití ve špatném počasí, kdy není běžcům umožněn trénink na lyžích nebo kolečkových lyžích. Určitě bychom však nedoporučovali nahrazovat lyžařský trénink trenažéry. Nicméně si myslíme, že v současnosti jsou trenažéry důležitým prostředkem pro rozvoj speciální síly u běžců na lyžích.

## 7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zjištění vhodného zatížení před soutěží u vybraných vrcholových běžců na lyžích.

Prostřednictvím české i zahraniční literatury, neformálního rozhovoru s trenéry i probandy, výsledků zátěžových testů jednotlivých probandů a také díky nahlédnutí do tréninkové evidence probandů jsme měli dostatek informací k uskutečnění našeho výzkumu. Vhodné zatížení před soutěží u vybraných probandů jsme zjišťovali pomocí trenažéru Ercolina Upper Body Power.

Úkoly práce, které jsme si stanovili, byly splněny. Předpokládaná hypotéza se nám potvrdila. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že cíl diplomové práce byl splněn. Výsledky nám zároveň ukázaly, že je individualizace v tréninkovém procesu na vrcholové úrovni nezbytná. Jak trenéři, tak samotní probandi po testování uvedli, že tento výzkum považují za přínosný do budoucí kariéry.

Trenérům bychom do budoucna doporučili, aby se v tréninkovém procesu zaměřili na individuální přístup ke svým svěřencům. Nicméně si myslíme, že skupinový trénink je důležitý a z našeho pohledu nenahraditelný. Silná a soudržná skupina je to nejdůležitější a to jak v kolektivním, tak individuálním sportu. Toto tvrzení nám sami probandi i trenéři potvrdili.

Doporučovali bychom zařazovat trenažér Ercolina Upper Body Power do tréninkového procesu běžců na lyžích pouze jako prostředek pro rozvoj speciální síly nebo jako náhradní variantu, když zrovna není možné z nějakého důvodu absolvovat trénink na lyžích nebo kolečkových lyžích. Zásadní je, aby nedošlo díky trenažéru k narušení techniky na běžeckých lyžích.

Výjimečnost diplomové práce spočívá v proniknutí do tréninkového procesu reprezentačního výběru mužů „B“ a jsme rádi, že jsme mohli svým výzkumem pomoci ke zkvalitnění tréninkového procesu. Doufáme, že získané poznatky pomohou ke zlepšení výkonnosti nejen testovaných probandů.

Myslíme si, že by na tuto diplomovou práci mohl navazovat výzkum, který by porovnával dvě skupiny běžců na lyžích. Obě skupiny by trénovaly podle stejného plánu, ale pouze jedna by v tréninkovém procesu využívala navíc trenažér. Před a po sledovaném

období by proběhlo testování obou skupin. Tím by bylo možné zjistit, nakolik je trenažér přínosný v přípravě běžců na lyžích.



## 8 Použitá literatura

1. BARTUŇKOVÁ, S. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: učební texty pro studenty Fyzioterapie a studia Tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum, 2006, 285 s. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. ISBN 80-246-1171-6.
2. BARTUŇKOVÁ, S. *Krevní oběh*. In HAVLÍČKOVÁ A KOL., L. *Fyziologie tělesné zátěže I: Obecná část*. 2. vydání. Praha: Karolinum, 2008
3. BOLEK, E., ILAVSKÝ, J., SOUMAR, L. *Běh na lyžích: trénujeme s Kateřinou Neumanovou*. Praha: Grada, 2001, 176 s. ISBN 978-80-247-1371-7
4. BOUDÍKOVÁ, A. *Soupaž: Ošklivé káčátko? – Proč zrovna soupaž a jak na ni*. Nordicmag, 2016, č. 39, s. 28-30.
5. BUNC, V. *Výsledky výzkumu sportovního výkonu a tréninku III*. Praha: Univerzita Karlova, 2001, 160 s., ISBN 80-246-0233-4, Kapitola 4, Kinetika srdeční frekvence a její využití pro řízení pohybového tréninku s. 25-28
6. CINGLOVÁ, L. *Vybrané kapitoly z tělovýchovného lékařství pro studenty FTVS*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2002. 199 s.
7. Concept2 [online]. c2004, [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://www.concept2.com>
8. DOVALIL, J. *Lexikon sportovního tréninku*. 2. upr. vyd. Praha: Karolinum, 2008, 313 s. ISBN 978-802-4614-045.
9. GANONG, W. *Review of Medical Physiology*. 23rd edition. Singapore: The McGrawHill Companies, 2010. s. 714. ISBN 978-007-127066-3
10. GNAD, T. *Základy teorie lyžování a snowboardingu*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2008, 239 s. ISBN 978-80-246-1587-5.
11. GNAD, T., PSOTOVÁ D. *Běh na lyžích*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2005, 151 s. ISBN 80-246-0995-9.
12. GNAD, T. *Tréninková příprava lyžaře (3. část): Podzimní příprava – speciální síla* [online]. 2005, [cit. 2017-02-09]. Dostupné z: <http://bezky.net/clanek/721-treninkova-priprava-lyzare-3-cast-podzimni-priprava-specialni-sila>
13. HAVLÍČKOVÁ, L. aj. *Fyziologie tělesné zátěže II. Speciální část - 1. díl*. Praha, 1993, s. 100-127, ISBN 80-7066-815-6
14. HENDL, J. (2005). *Kvalitativní výzkum. Základní metody a aplikace*. Praha: Portál.

15. HINDMAN, S. *Cross-Country Skiing: Building Skills for Fun and Fitness*. Seattle: The Mountaineers Books, 2005.
16. HOLMBERG, H. CH. a kol. *Biomechanical Analysis of Double Poling in Elite Cross-Country Skiers*. [online]. 2005 [cit. 28. 02. 2012]. Dostupné na: [http://journals.lww.com/acsmmsse/Abstract/2005/05000/Biomechanical\\_Analysis\\_of\\_Double\\_Poling\\_in\\_Elite.15.asp](http://journals.lww.com/acsmmsse/Abstract/2005/05000/Biomechanical_Analysis_of_Double_Poling_in_Elite.15.asp) x
17. HOLMBERG, H. CH., LINDINGER S., STÖGGL T., EITZLMAIR, E., MÜLLER E. *Biomechanical analysis of double poling in elite cross-country skiers. Medicine And Science In Sports And Exercise* [online]. 2005, roč. 37, č. 5, s. 807–818 [cit. 2017-02-20].
18. HORYNA, R., BAČÁKOVÁ, R., CHRÁSTKOVÁ, M., SEDLÁK, J., ČMEJLA, R., KRAČMAR, B. *Activity of upper body muscles in double poling and skierg workout. Baltic Journal of Sport* [online]. 2016, roč. 101, č. 2, s. 31–3 [cit. 2017-02-20].
19. HOTTENROTT, K., URBAN, V. *Das grosse Buch vom Skilanglauf*. Aachen: Meyer&Meyer, 2004. ISBN 3-89124-992-6.
20. CHOVANEC, F. a kol. *Běh na lyžích*. Praha: Olympia, 1983.
21. ILAVSKÝ, J. a kol. *Běh na lyžích. Metodický dopis*. Praha: ČSTV, 2005.
22. ILAVSKÝ, J., SUK, A. *Abeceda běhu na lyžích. Metodický dopis*. Praha: ČSTV, 2005, 209 s.
23. JAKL, P. *Speciální lyžařská síla – Vystačíme si s „gumami“? Trénink a výživa* [online]. c2010, [cit. 2017-22-04]. Dostupné z: <http://bezky.net/clanek/66-specialni-lyzarska-sila-vystacime-si-s-gumami>
24. JAKL, P. *Soupaž v tréninku mládeže 1. díl – Je soupaž vhodná pro děti?* Nordicmag, 2017a, č. 41, s. 22-24.
25. JAKL, P. *Co možná (ne)víte o nových trendech soupaže*. Nordicmag, 2017b, č. 41, s.
26. KOVAŘÍK, V. a kol.: *Teorie a didaktika lyžování*. Masarykova univerzita, Brno, 1991, 215 s. ISBN 80-210-0312-X.
27. LEHNERT. M., *Teorie a didaktika sportovního tréninku - specifické zásady (principy) sportovního tréninku* [online]. 2012, [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/148/02.html>

28. LINDINGER, S. STOEGL, T. MUELLER, E. *Biomechanical characteristics of further developed classical and skating techniques in cross-country skiing sprint competitions. Journal of Biomechanics* [online]. 2006, roč. 39, č. 1 [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: [http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290\(06\)83669-9/abstract](http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290(06)83669-9/abstract)
29. LINDINGER, S., STEFAN J. *How do elite skiers adapt to different double poling frequencies at low to high speeds?* *European journal of applied physiology* [online]. 2011, roč. 111, č. 6, s. 1103-1119 [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21113613>
30. MacDOUGAL, J., D., WENGER, H., A., GREN, H., J. *Physiological Testing of the High-Performance Athlete*. Champaign, Illinois: Human Kinetic, 1991, s. 116 - 117, ISBN 0-87322-300-4
31. MAŇÁK, J., ŠVEC, Š., ŠVEC V., 2005. *Slovník pedagogické metodologie*. Vydavatelství Masarykovy univerzity v Brně, Brno.
32. MCARDLE, D. W., KATCH, I. F., KATCH, L. V. *Exercise physiology – energy, nutrition and human performance (6th edition)*. USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
33. MIHÁL, V. (2003). Proč a jak psát kazuistiku? *Pediatric pro praxi*, 3, 149–151.
34. MYSLIVEČEK, J. *Základní fyziologické principy*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2002. 159 s. ISBN: 80-01-02449-0
35. NEUMANN, G., PFÜTZNER A., HOTTENROTT K. *Trénink pod kontrolou: metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 181 s. ISBN 80-247-0947-3.
36. NILSSON, J. E., HOLMBERG, H. C., TVEIT, P., HALLÉN, J. *Effects of 20-s and 180-s double poling interval training in cross-country skiers. European journal of applied physiology* [online]. 2004, roč. 92, č. 1 – 2, s. 121 – 127 [cit. 2017-02-20].
37. NYMOEN, P. *Langrenn „Ski gøy“ Trening av barn, 8-13 år*. Oslo: Norges Skiforbund, 2008
38. PETRÁSEK, M. „Kupředu soupaž“. *Nordicmag*, 2016, č.38, s.12-14.
39. REISS, M. *Steigerung der Kraftausdauerfähigkeiten durch wirkungsvolles Kraftausdauertraining*. *Leistungssport*, 1992, č. 5, s. 15–20. SPORTIS P–100/95.
40. ROBERTS, K., S. *Double pole. Hints for racers* [online]. c2001-2005, [cit.2017-22-04]. Dostupné z: [http://roberts-1.com/xcski/classic/motion/double\\_pole/index.htm](http://roberts-1.com/xcski/classic/motion/double_pole/index.htm)
41. ROKYTA, R. a kol. *Fyziologie*. Praha: ISV, 2000. ISBN 80-85866-45-5.

42. SOUMAR, L., BOLEK E. *Běh na lyžích: výbava, technická příprava, klasika, bruslení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001, 130 s. ISBN80-247-0015-8.
43. SOUMAR, L., BOLEK, E. *Běh na lyžích*. 2. upr. vyd. Praha: Grada, 2012, 124 s. ISBN 978-80-247-3966-3
44. SOUMAR, L., SOULEK, I., KUČERA, V. *Laktát a tepová frekvence jako význam pomocníci při řízení tréninku*. Praha: Casri, 2010, 31 s.
45. SPERLICH, B., BORN, D. P., ZINNER C., HAUSER A., HOLMBERG H. C. *Does Upper-Body Compression Improve 3x 3-min Double-Poling Sprint Performance?* International journal of sports physiology and performance [online]. 2014, roč. 9, č. 1, s 48–57 [cit. 2017-02-20].
46. SUUNTOCZ [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.suunto.cz>
47. ŠIROKÝ, Jan. *Tvoříme a publikujeme odborné texty*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 208 s. ISBN 978-80-251-3510-5.
48. THORAXTRAINER [online]. c2008, [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.thoraxtrainer.com>
49. *Velký lékařský slovník* [online]. c2008, poslední revize 5. 2. 2017 [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/invazivni>
50. WENGER, U.: *Klassische Technik wohin?* Läufer, 1993, č. 12, s. 24 – 26. SPORTIS P - 75/94.
51. XC-ELITESPORTS [online]. c2007, [cit. 2017-02-06]. Dostupné z: <http://www.xc-elitesports.com>
52. ZOPPIROLI, C., PELLEGRINI, B., BORTOLAN, L., SCHENA, F. *Energetics and biomechanics of double poling in regional and high-level cross-country skiers*. European Journal of Applied Physiology [online]. 2015, roč. 115, č. 5, s. 969 – 979 [cit. 2017-02-20].
53. ŽÁK, J. *Technika, technika, technika...* Nordicmag, 2012, č. 21, s. 23.

# Přílohy

## Seznam příloh:

### **Příloha č. 1: Informovaný souhlas**

- informovaný souhlas byl předložen probandům a každý z nich ho podepsal

### **Příloha č. 2: Grafy probandů s průběhem srdeční frekvence z jednotlivých měření**

- **Graf 1** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během prvního měření po odpočinku
- **Graf 2** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během prvního měření po zátěži
- **Graf 3** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během druhého měření po odpočinku
- **Graf 4** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během druhého měření po zátěži
- **Graf 5** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během třetího měření po odpočinku
- **Graf 6** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během třetího měření po zátěži
- **Graf 7** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během prvního měření po odpočinku
- **Graf 8** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během prvního měření po zátěži
- **Graf 9** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během druhého měření po odpočinku
- **Graf 10** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během druhého měření po zátěži
- **Graf 11** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během třetího měření po odpočinku
- **Graf 12** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během třetího měření po zátěži
- **Graf 13** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během prvního měření po odpočinku
- **Graf 14** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během prvního měření po zátěži
- **Graf 15** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během druhého měření po odpočinku
- **Graf 16** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během druhého měření po zátěži
- **Graf 17** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během třetího měření po odpočinku
- **Graf 18** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během třetího měření po zátěži
- **Graf 19** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během prvního měření po odpočinku
- **Graf 20** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během prvního měření po zátěži

- **Graf 21** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během druhého měření po odpočinku
- **Graf 22** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během druhého měření po zátěži
- **Graf 23** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během třetího měření po odpočinku
- **Graf 24** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během třetího měření po zátěži
- **Graf 25** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během prvního měření po odpočinku
- **Graf 26** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během prvního měření po zátěži
- **Graf 27** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během druhého měření po odpočinku
- **Graf 28** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během druhého měření po zátěži
- **Graf 29** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během třetího měření po odpočinku
- **Graf 30** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během třetího měření po zátěži

## **Příloha č. 1.: Informovaný souhlas**

### **INFORMOVANÝ SOUHLAS**

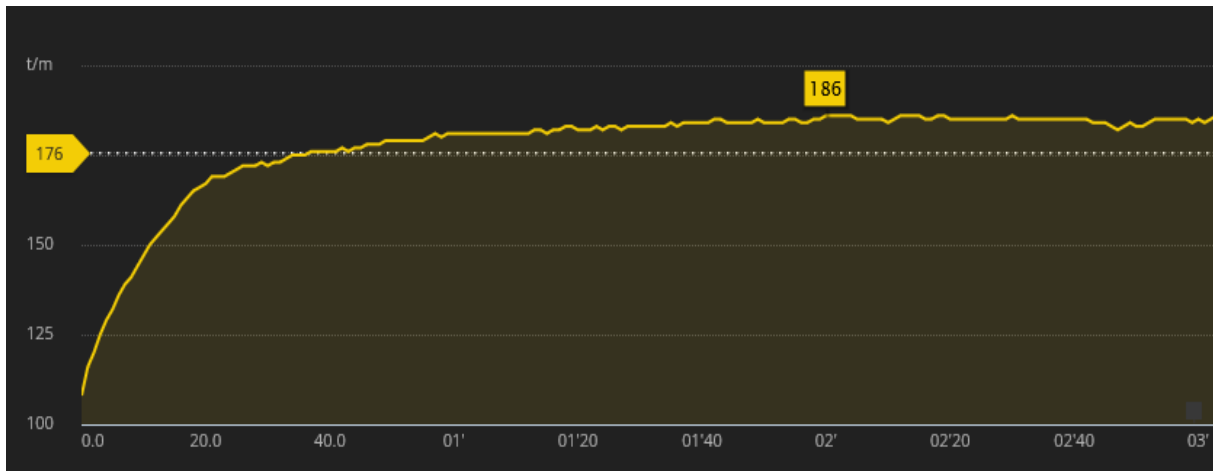
Vážený pane,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce s názvem Individualizace předzávodního mikrocyklu u běžců na lyžích na školícím pracovišti UK FTVS na Katedře sportů v přírodě.

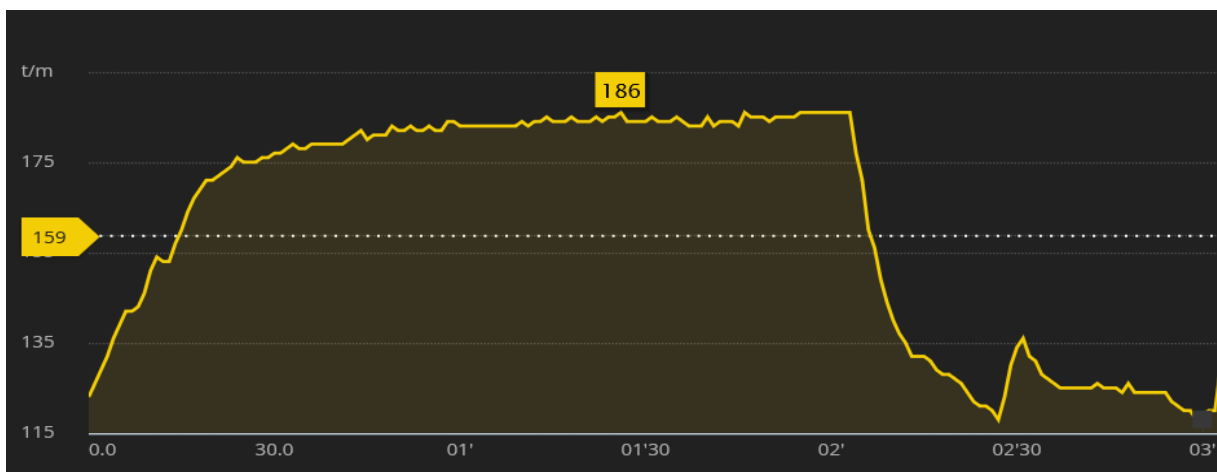
Cílem výzkumného projektu je zjištění vhodného zatížení před závody. Celková doba sledování bude pět týdnů a délka jednoho měření trvá cca 30 minut (3 minuty měření + rozcvičení a uklidnění). Měření bude probíhat šestkrát ve třech fázích, kdy jedna fáze zahrnuje dvě měření. Jako metoda měření bude pro zjišťování vhodného zatížení využita neinvazivní metoda. Měřit se bude tepová frekvence a ujetá vzdálenost. Měření bude probíhat v laboratorních podmínkách na Technické univerzitě v Liberci. Budete podstupovat maximální zatížení, tím pádem může během měření nastat pocit únavy, vyčerpání, bolest svalů související se zakyslením organismu. Na měření bude dohlížet hlavní řešitel, dva kvalifikovaní trenéři a fyzioterapeut. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Zjištěné údaje by měly zabránit tomu, aby Váš předzávodní mikrocyklus byl totožný s dalšími závodníky. Chceme docílit jeho individualizace, což by mělo vést nejen k lepší fyzické, ale také psychické připravenosti. Získaná data budou zpracovávána a uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci a v odborných časopisech a na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Data budou využita k sepsání diplomové práce. Zároveň budou sloužit pro Vaši vlastní potřebu.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

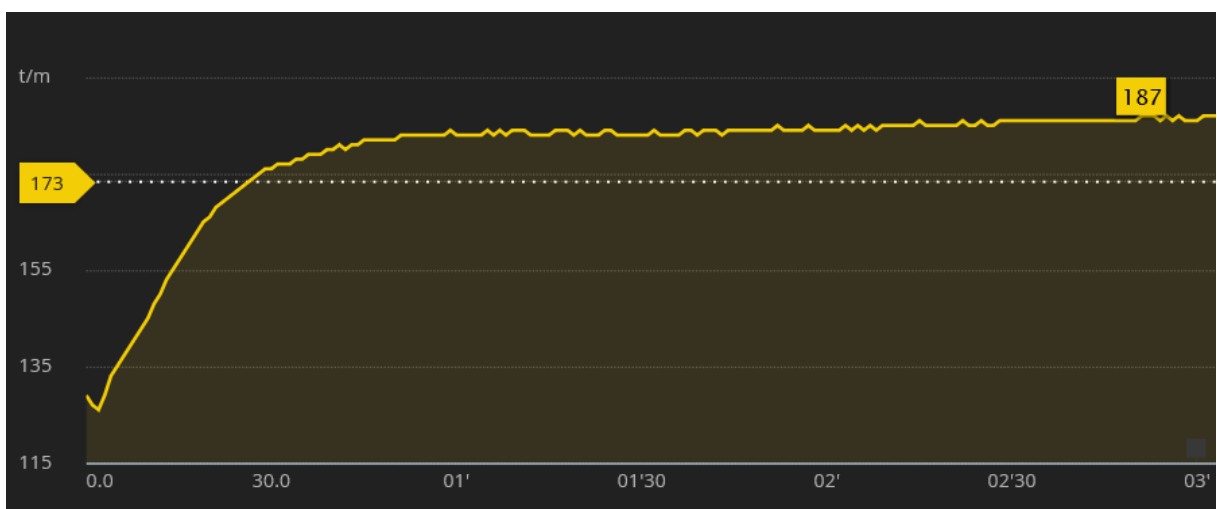
## Příloha č. 2: Grafy probandů s průběhem srdeční frekvence z jednotlivých měření



**Graf 1** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během prvního měření po odpočinku

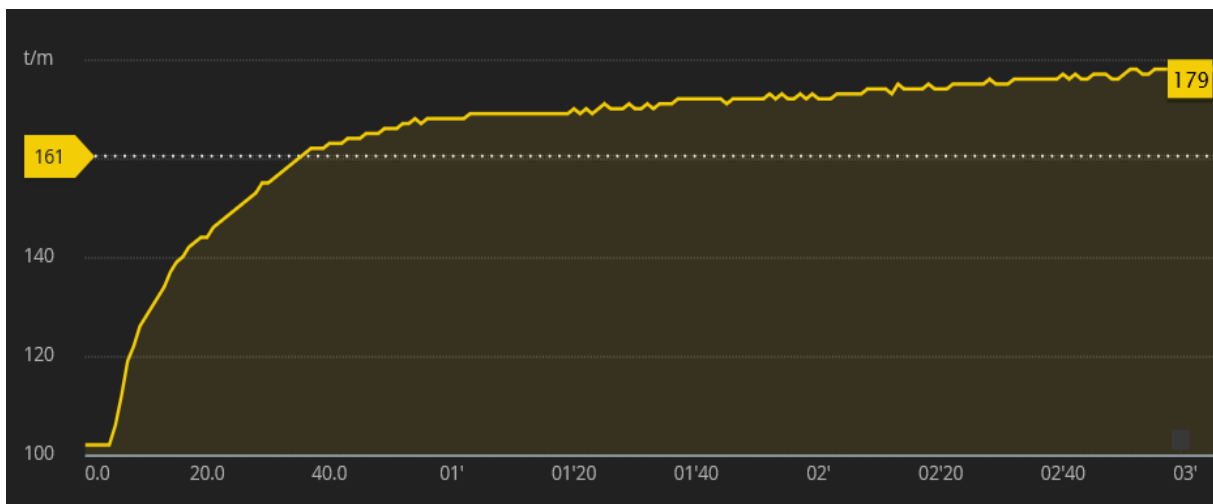


**Graf 2** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během prvního měření po zátěži

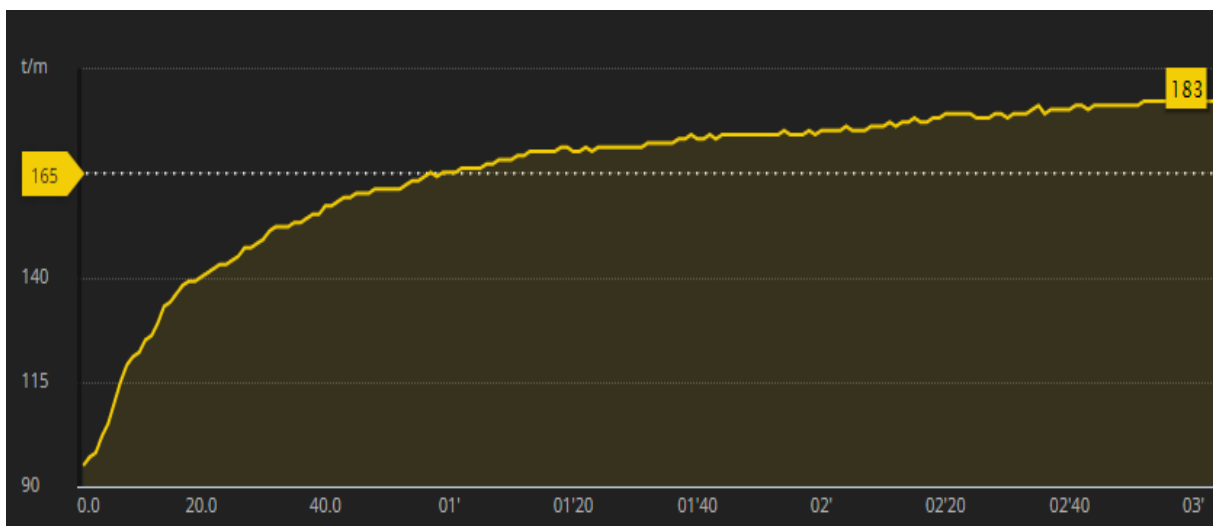


**Graf 3** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během druhého měření po odpočinku

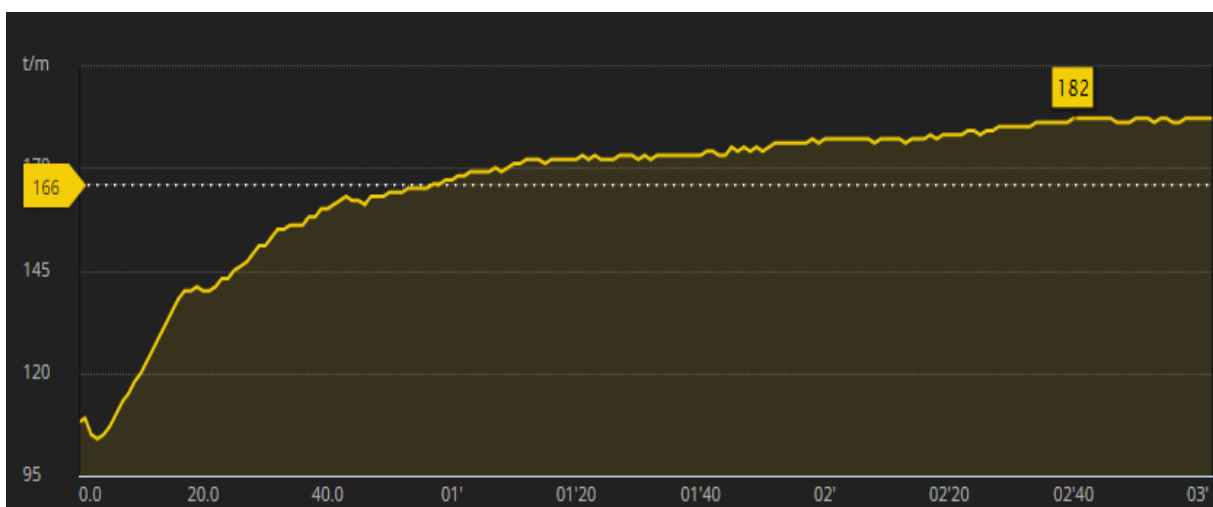




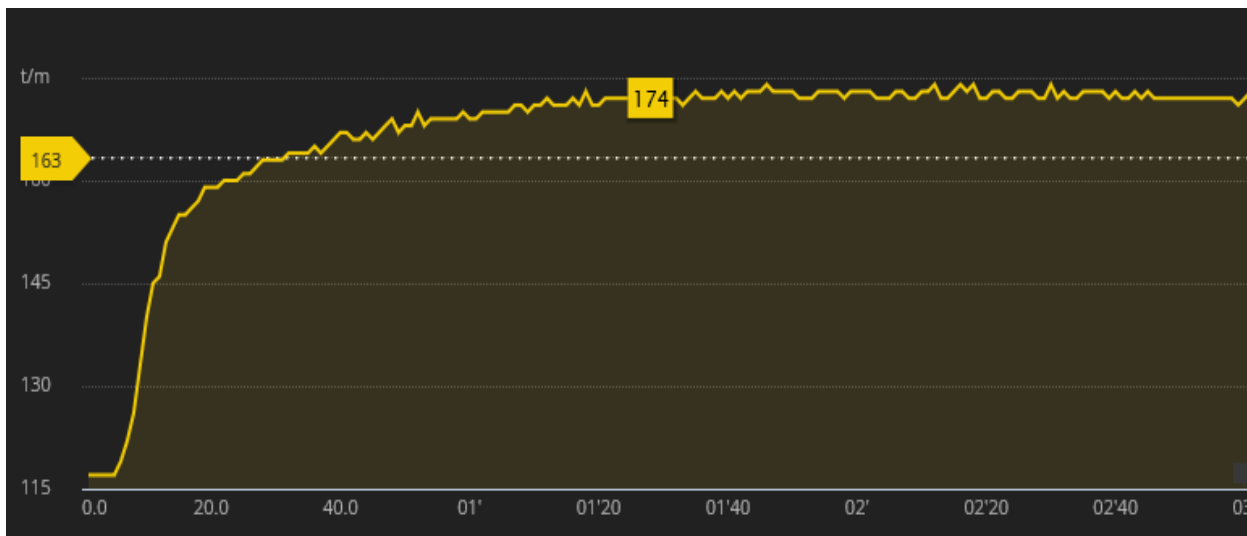
**Graf 4** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během druhého měření po zátěži



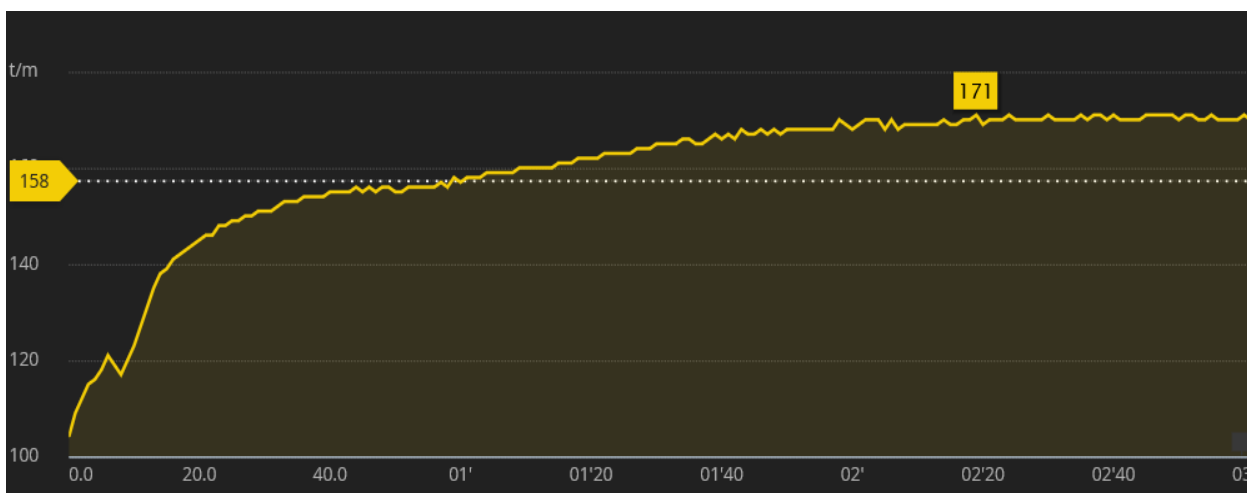
**Graf 5** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během třetího měření po odpočinku



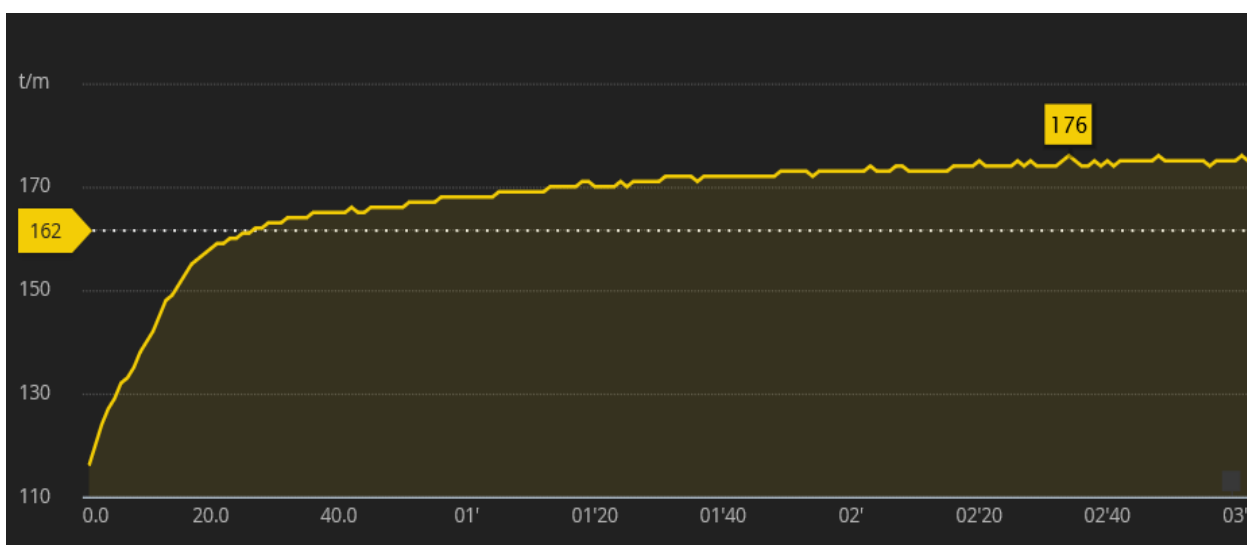
**Graf 6** Průběh srdeční frekvence probanda 1 během třetího měření po zátěži



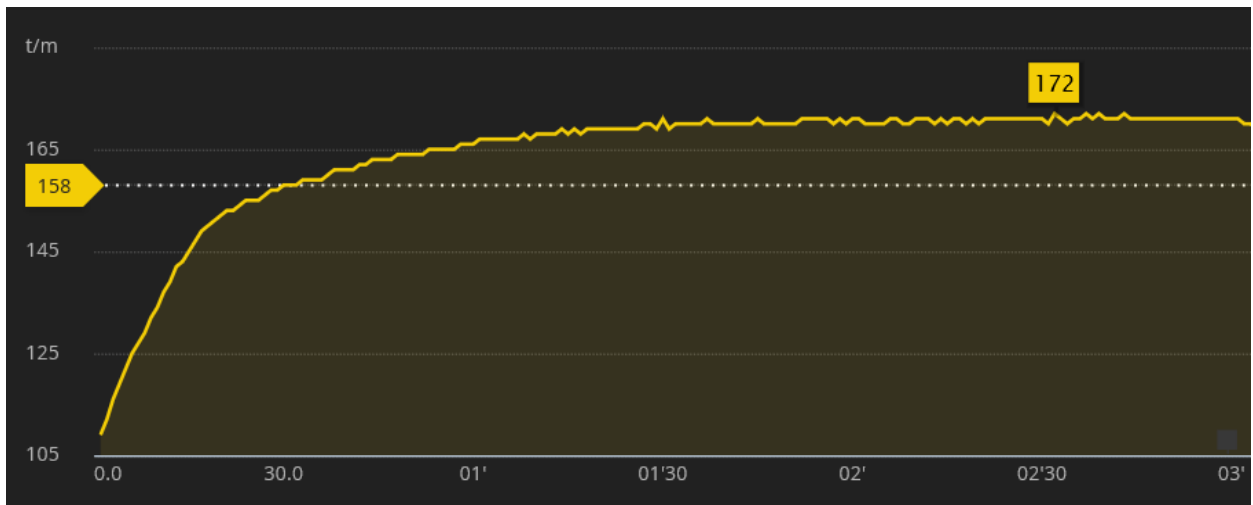
**Graf 7** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během prvního měření po odpočinku



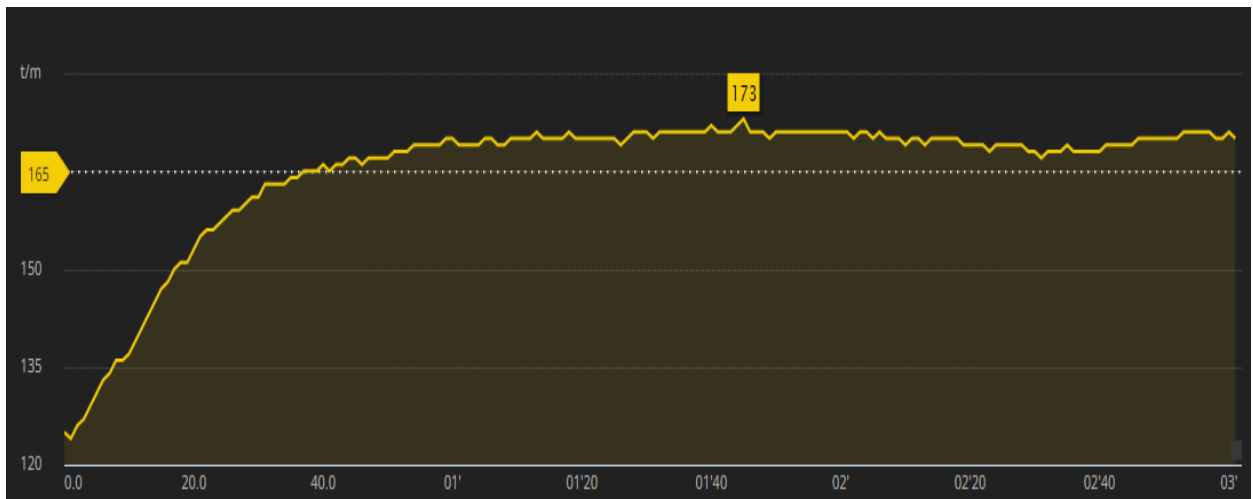
**Graf 8** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během prvního měření po zátěži



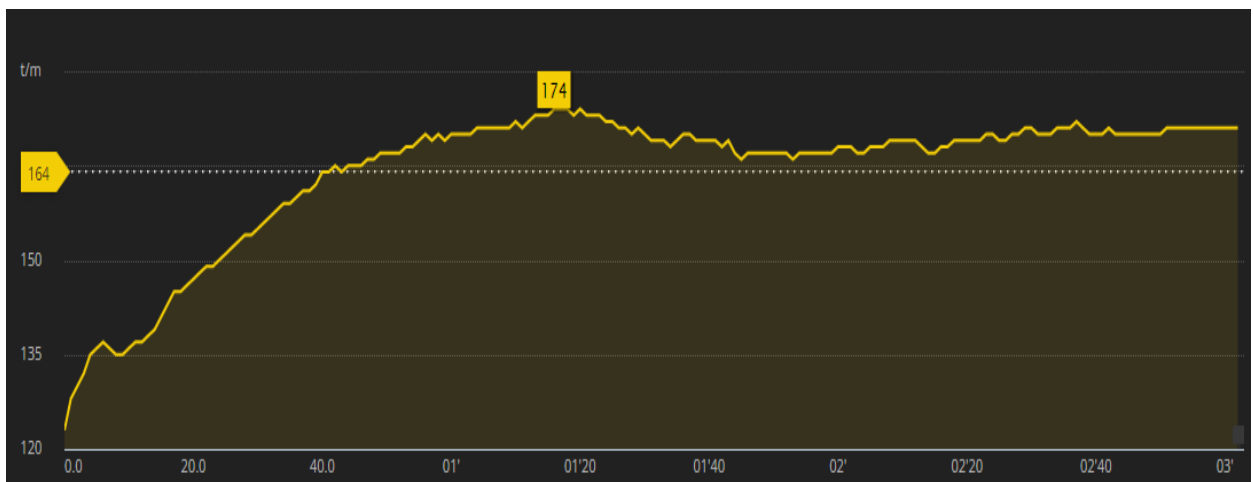
**Graf 9** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během druhého měření po odpočinku



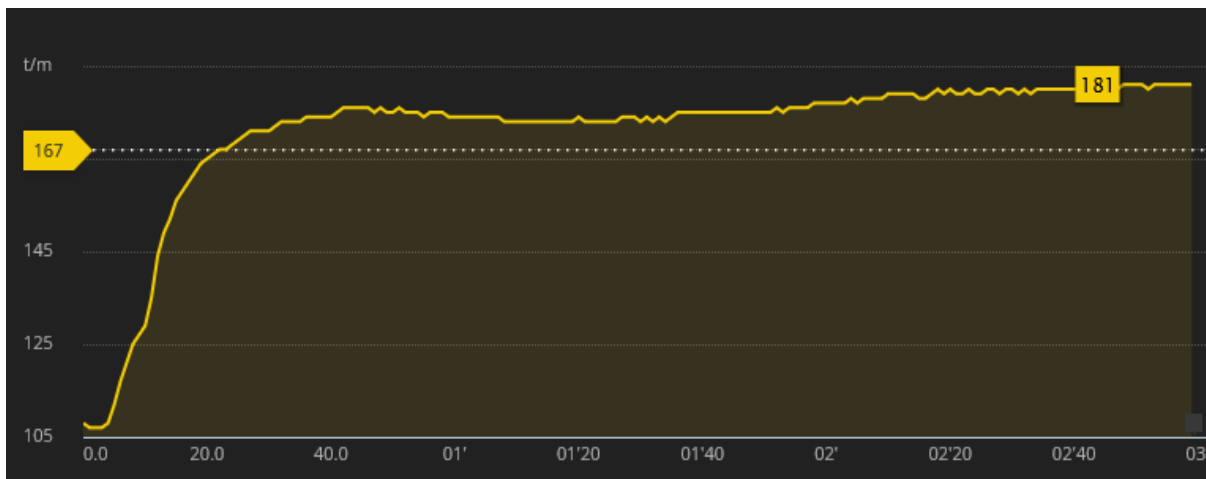
**Graf 10** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během druhého měření po zátěži



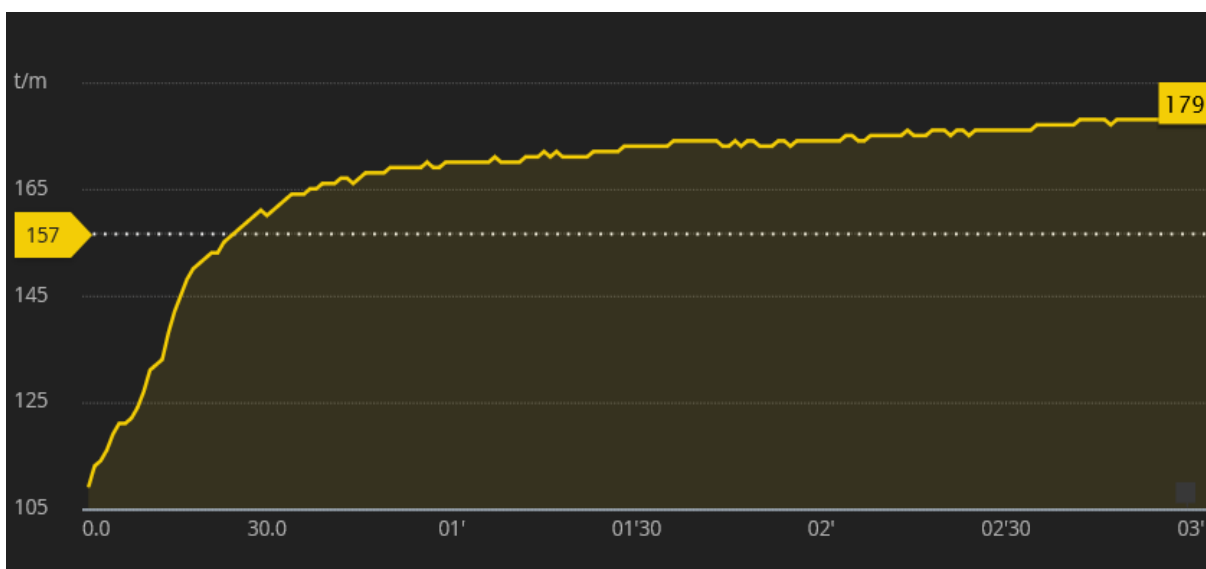
**Graf 11** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během třetího měření po odpočinku



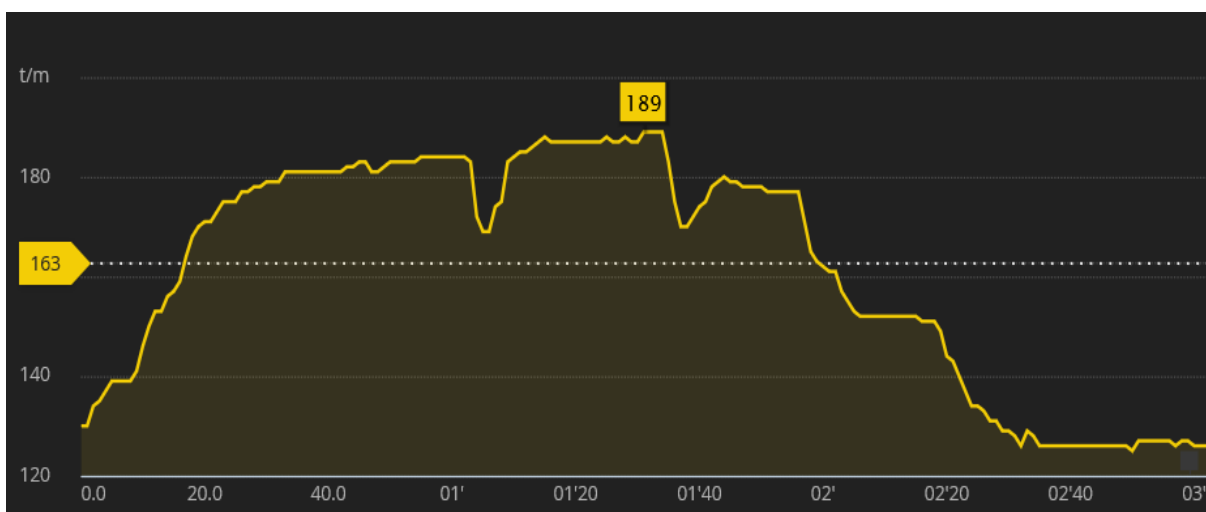
**Graf 12** Průběh srdeční frekvence probanda 2 během třetího měření po zátěži



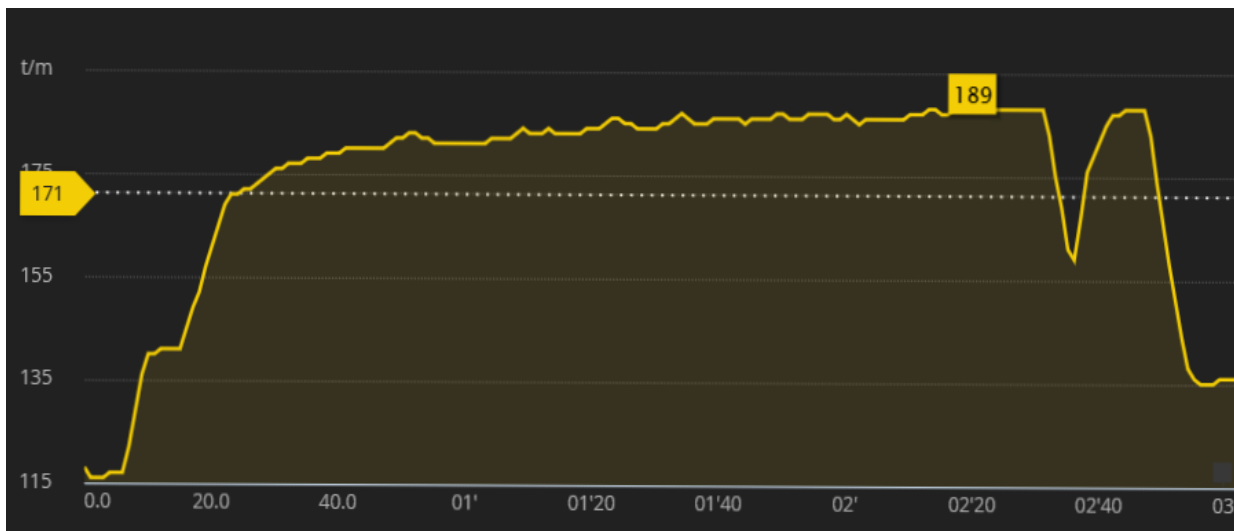
**Graf 13** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během prvního měření po odpočinku



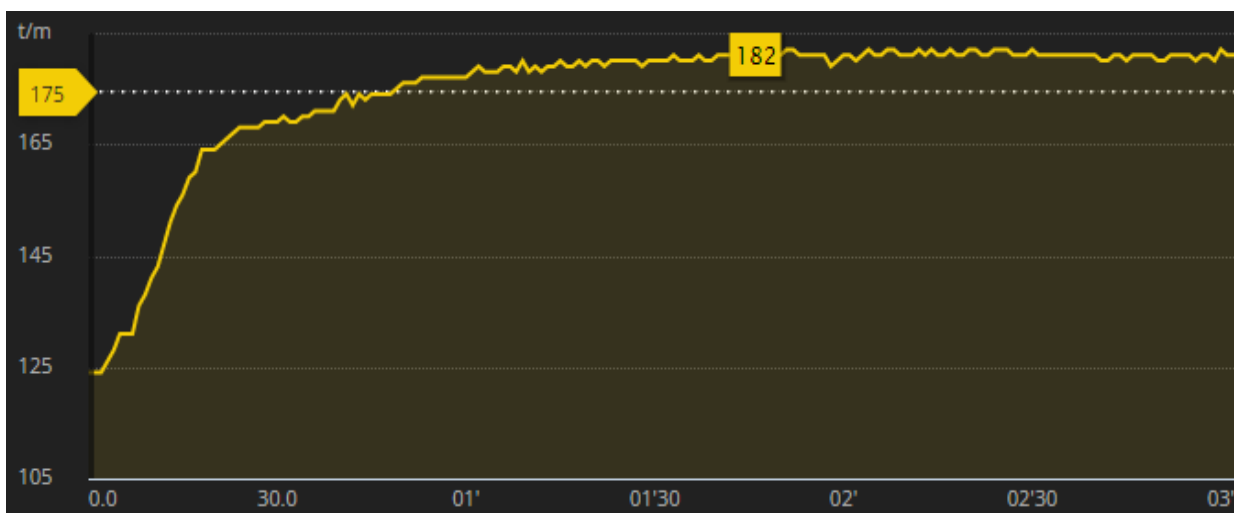
**Graf 14** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během prvního měření po zátěži



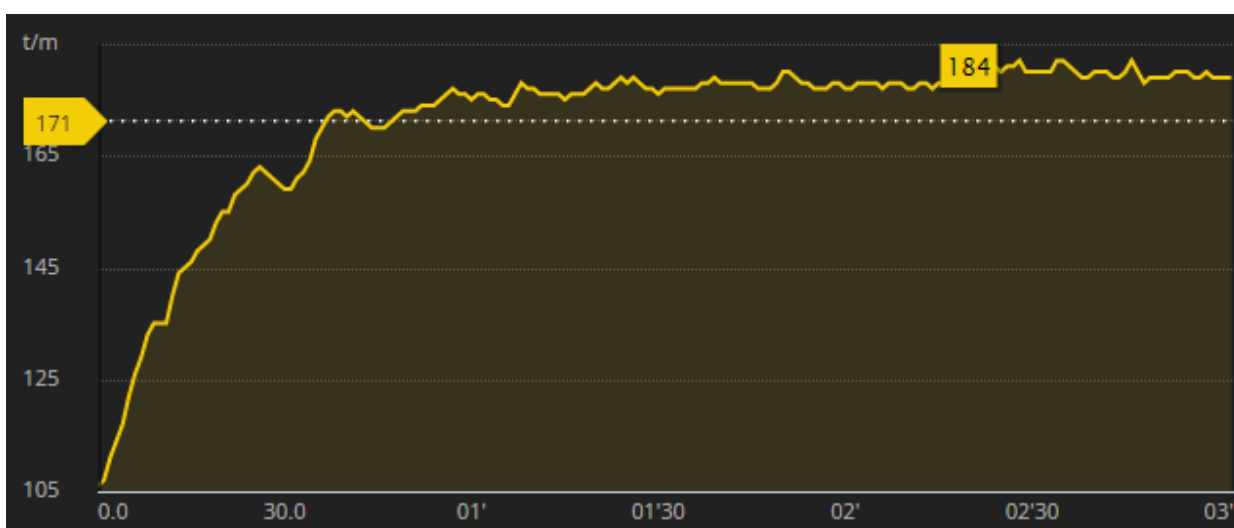
**Graf 15** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během druhého měření po odpočinku



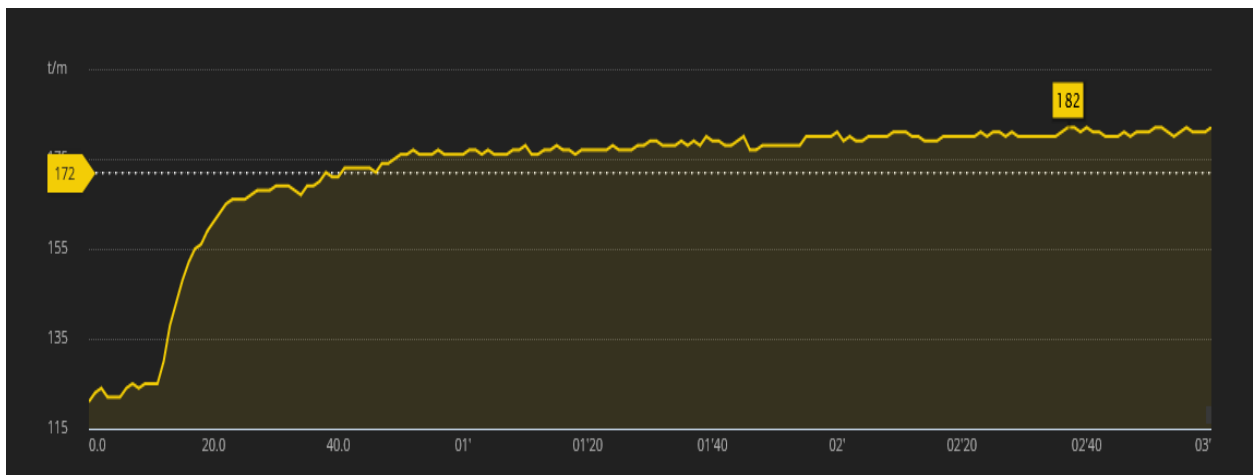
**Graf 16** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během druhého měření po zátěži



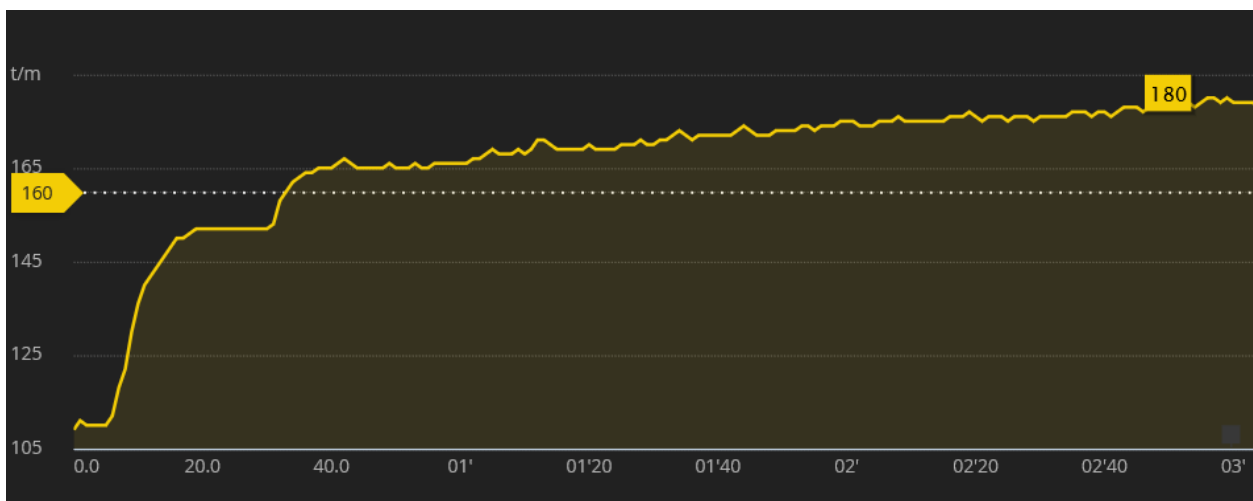
**Graf 17** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během třetího měření po odpočinku



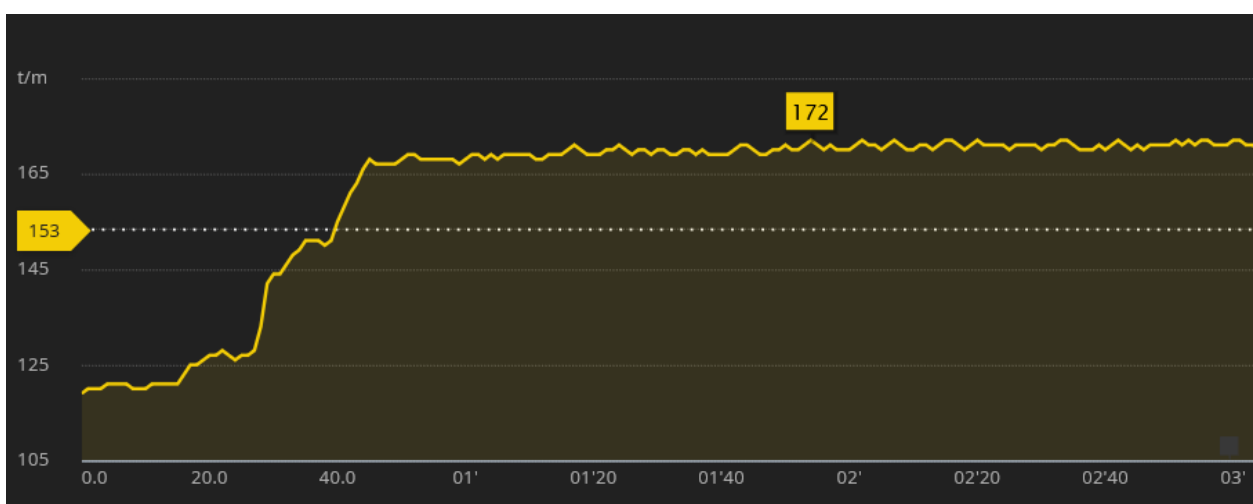
**Graf 18** Průběh srdeční frekvence probanda 3 během třetího měření po zátěži



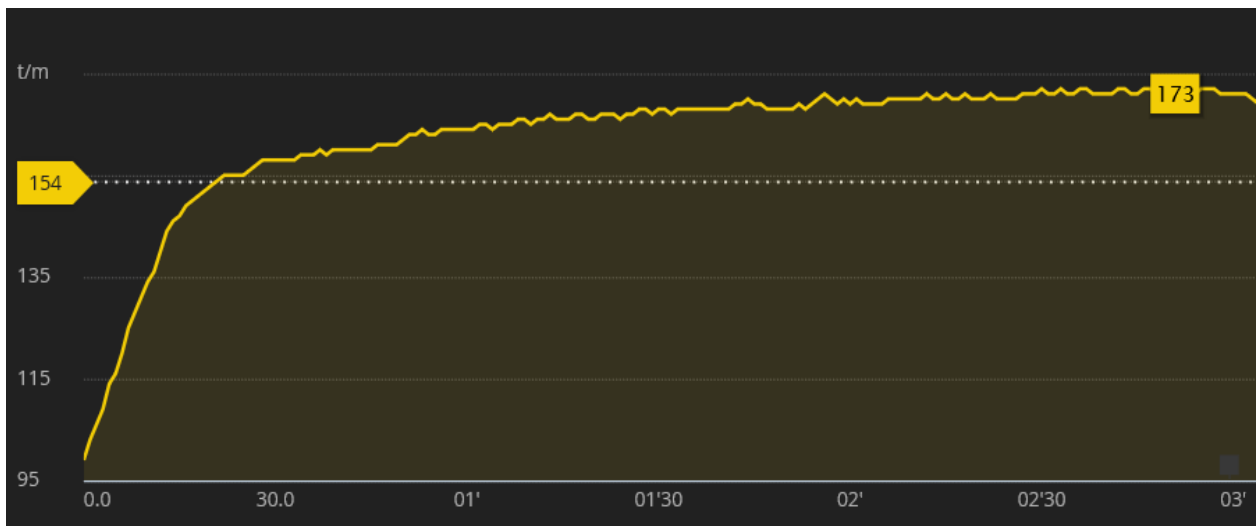
**Graf 19** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během prvního měření po odpočinku



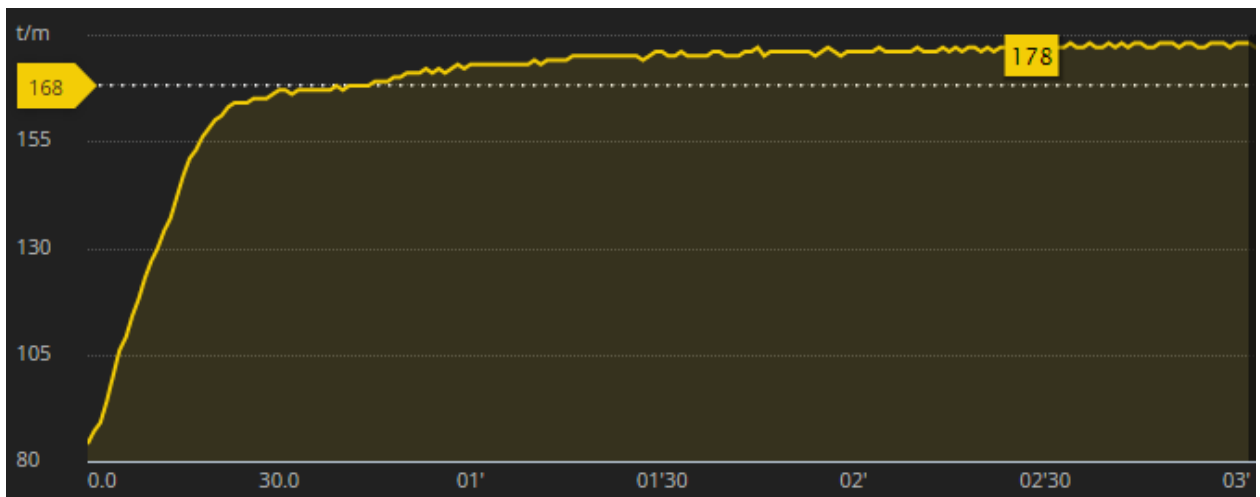
**Graf 20** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během prvního měření po zátěži



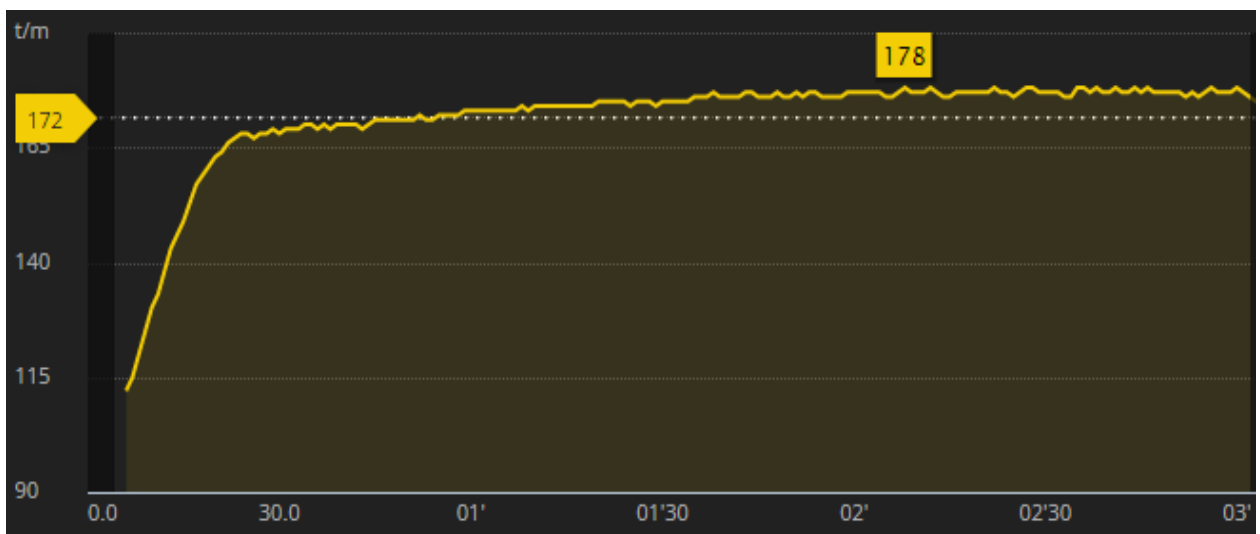
**Graf 21** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během druhého měření po odpočinku



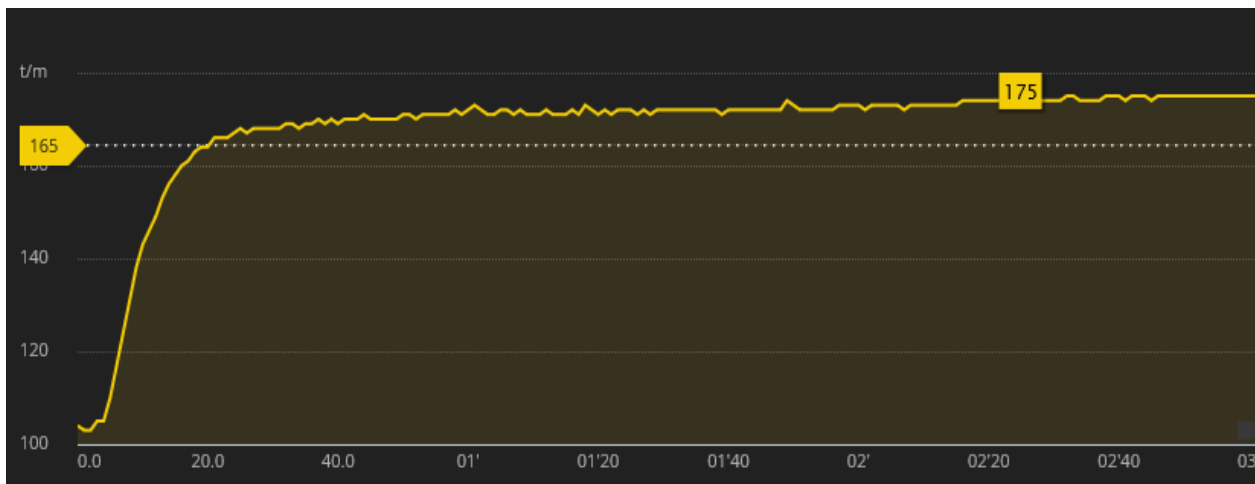
**Graf 22** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během druhého měření po zátěži



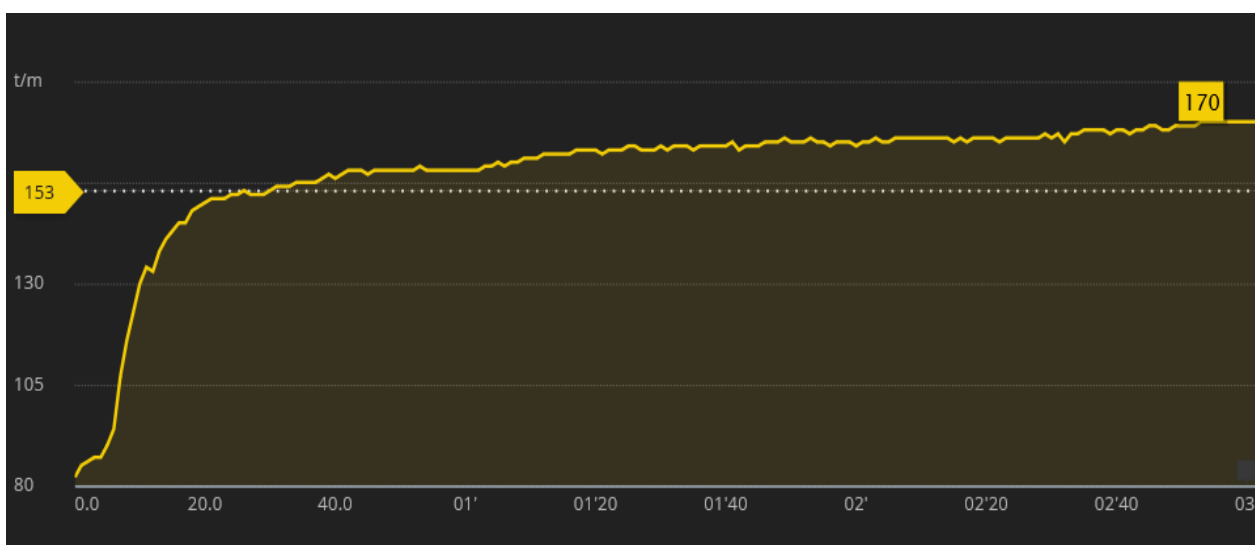
**Graf 23** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během třetího měření po odpočinku



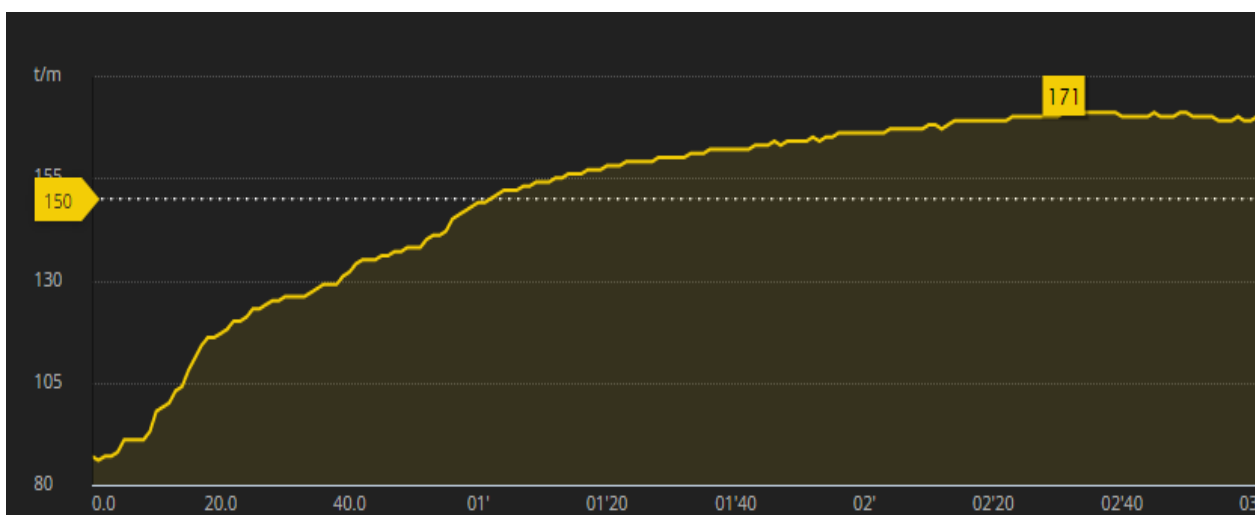
**Graf 24** Průběh srdeční frekvence probanda 4 během třetího měření po zátěži



**Graf 25** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během prvního měření po odpočinku

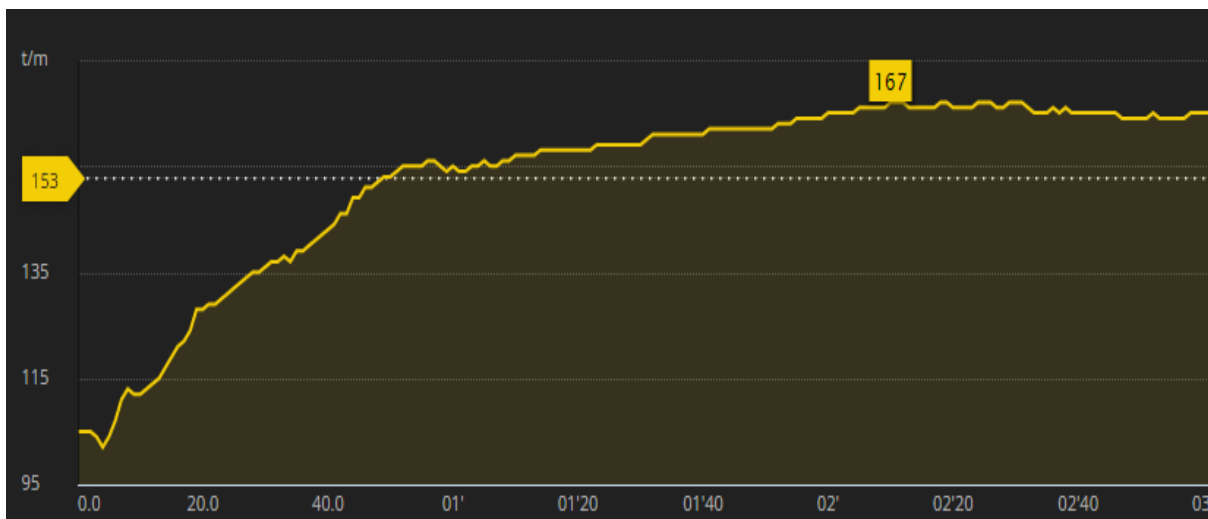


**Graf 26** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během prvního měření po zátěži



**Graf 27** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během druhého měření po odpočinku

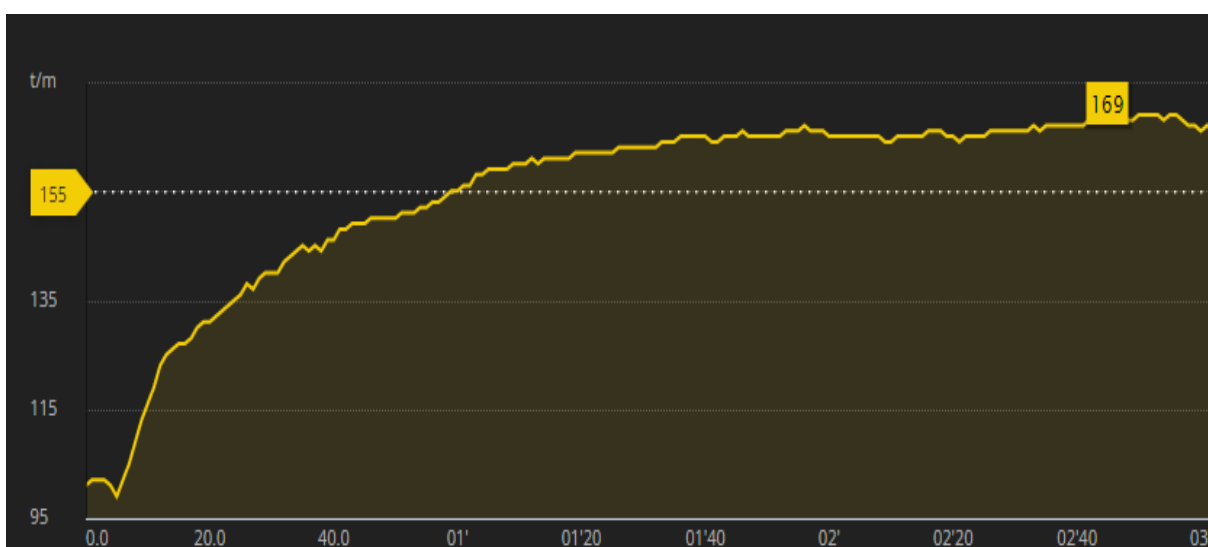




**Graf 28** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během druhého měření po zátěži



**Graf 29** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během třetího měření po odpočinku



**Graf 30** Průběh srdeční frekvence probanda 5 během třetího měření po zátěži