

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**2019**

**Marek Gintner**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

Porovnání vytrvalostních testů výročního přezkoušení vojáků  
AČR z tělesné přípravy

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

**Mgr. Karel SÝKORA, Ph.D.**

Vypracoval:

**Marek Gintner**

Praha, květen 2019

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

podpis studenta:

### Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## Poděkování

Děkuji za trpělivé vedení a odbornou instrukci svému vedoucímu bakalářské práce mjr. Mgr. Karlu Sýkorovi, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat doc. Mgr. Michalu Štefflovi, Ph.D. za ochotu a pomoc při statistické části. A v neposlední řadě Mgr. Liboru Sovákovi za pomoc při organizaci praktického měření.

## **Abstrakt**

### **Název:**

Porovnání vytrvalostních testů výročního přezkoušení vojáků AČR z tělesné přípravy

### **Cíle:**

Hlavním cílem této práce bylo porovnání hodnot tepových frekvencí v čase při provedení testů v běhu na 12 minut a 300 metrů plavání. Klíčové byly výsledky probandů, kteří test splnili dle norem AČR.

### **Metody:**

Komparační párová studie byla provedena na 14 probandech Vojenského oboru Univerzity Karlovy pomocí studentova t-testu. Ten je použit na změny tepových frekvencí a energetického výdeje. Každý dobrovolník, který se zúčastnil testování, provedl dva zátěžové testy: 3000 metrů běhu a 300 metrů plavání s týdenním odstupem mezi nimi. Během testů byly snímány změny tepové frekvence.

### **Výsledky:**

Bylo vyvráceno, že mezi oběma testy jsou signifikantní statistické rozdíly vzhledem k naměřené tepové frekvenci ve srovnávaném čase.

**Klíčová slova:** armáda, testování, tepová frekvence, měření zdatnosti, plavání, běh

## **Abstract**

### **Title:**

Comparison of tests endurance of the annual examination of czech soldiers in physical training

### **Goals:**

The main goal of this work is to compare the values of heart rates during the running test for 12 minutes and 300 metres swimming test. We are mostly interested in the results of subjects, who will accomplish the tests according to standards of the Czech army.

### **Methods:**

Comparative pair study was realised, using student's pairing t-test, with 14 subjects students of Military physical education at Charles University. T-test was used on changes of the heart rate and energetic changes. Every volunteer, who participated in the testing, accomplished two physical tests: 3000 metres of running and 300 metres of swimming with a week-long distance between them. Heart rate changes were recorded during the tests.

### **Results:**

It was denied that there were significant statistical differences between the two tests considering the measured heart rate in compared time.

**Key words:** army, testing, heart rate, fitness measurement, swimming, running

# Obsah

Obsah .....	1
Seznam zkratek .....	3
Seznam symbolů .....	3
1 Úvod.....	4
Teoretická východiska .....	6
2 Rešerše literatury .....	6
2.1 Vytrvalostní schopnosti.....	8
2.1.1 Energetické pokrytí vytrvalostních schopností.....	8
2.1.2 Rozdělení vytrvalostních schopností .....	9
2.2 Vytrvalostní testy .....	11
2.2.1 Výroční přezkoušení tělesné výkonnosti v AČR.....	11
2.2.2 Plavecký test .....	15
2.2.3 Běžecký test .....	15
2.2.4 Speciální tělesná příprava .....	16
2.3 Tepová frekvence .....	17
2.3.1 Aerobní práh .....	18
2.3.2 Tepová frekvence při běhu a plavání .....	20
2.3.3 Vliv okolního prostředí na tepovou frekvenci .....	21
Praktická část .....	22
3 Cíle, úkoly, otázky a hypotézy.....	22
3.1 Cíl práce .....	22
3.2 Úkoly práce .....	22
3.3 Výzkumné otázky.....	22
3.4 Hypotéza .....	22
4 Metodika .....	23
4.1 Design .....	24
4.2 Metody měření .....	26
4.4 Charakteristika výzkumného souboru.....	29
4.5 Vzorce pro výpočet .....	30
5 Výsledky .....	32
5.1 Běžecký test .....	32
5.2 Plavecký test.....	34
5.3 T-test .....	36
5.4 Energetický výdej.....	39



6	Diskuze .....	41
6.1	Běžecový test .....	42
6.2	Plavecký test.....	43
6.3	Porovnání získaných hodnot prostřednictvím t-testu.....	44
6.4	Porovnání energetického výdeje .....	45
6.5	Porovnání pocitu zátěže na jedince .....	45
6.6	Porovnání s jinými studii.....	46
6.7	Limitace studie .....	47
6.7.1	Acykličnost plavání .....	48
6.7.2	Rozdílnost prostředí.....	48
7	Závěr .....	49
	Seznam použité literatury .....	50
	Seznam tabulek .....	54
	Seznam obrázků.....	54
	Seznam příloh .....	54

## Seznam zkratek

Zkratka	Význam
ATP	adenosintrifosfát
AČR	Armáda České republiky
°C	stupně Celsia
CP	kreatinfosfát
FINA	Mezinárodní plavecká federace
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy
kcal	kilokalorie
LA	laktát
NATO	Severo atlantická aliance (North Atlantic Treaty Organization)
NV MO	Normativní výnos Ministerstva obrany
O <sub>2</sub>	kyslík
p	statistická významnost
STP	speciální tělesná příprava
t/min	tepy za minutu
TF	tepová frekvence
TF max	maximální tepová frekvence
UK	Univerzita Karlova
VO FTVS	Vojenský obor Fakulty tělesné výchovy a sportu

## Seznam symbolů

Symbol	Jednotka	Význam
VO <sub>2</sub>	ml/kg.min	objem spotřeby kyslíku
VO <sub>2</sub> max	ml/kg.min	maximální objem spotřebovaného kyslíku

# 1 Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na porovnání vytrvalostních testů výročního přezkoušení v Armádě České republiky (dále jen AČR). Jelikož jsem příslušníkem armády a s těmito testy jako tělovýchovný specialista budu v budoucnu pracovat, došel jsem k myšlence tyto testy popsat a porovnat ve své práci.

Výroční přezkoušení je nedílnou součástí života vojáka. Povinností vojáka je rozvíjet svoji fyzickou zdatnost a dbát na ni. Prací a posláním tělovýchovného pracovníka v AČR je nastavit podmínky pro vojáky tak, aby měli, pokud možno co nejsnazší cestu k dosažení potřebné tělesné připravenosti. K tomu, aby tento proces mohl fungovat, musíme znát účinky testů na tělo vojáka. Vojáci mají týdně čtyři až osm hodin povinné tělovýchovy, která se skládá ze speciální a základní tělesné přípravy.

U výcviku vojáka je zapotřebí dbát na jeho všeobecnou připravenost a schopnost zvládat jakékoliv situace, které mohou vzniknout jeho působením, ať už v boji nebo mimo něj. Konkrétně vytrvalostní testy nám mohou prozradit nedostatky ve vytrvalostních schopnostech jedince. Při jejich absenci může voják selhat při nasazení do bojové situace, a to jako osoba neschopna bojovat nebo jako člen jednotky, která na jeho nedostatečnou činnost může doplatit. Toto samozřejmě neplatí pouze v armádě, proto se obdobné testy aplikují i u příslušníků jednotek integrovaného záchranného systému nebo vězeňské služby. Samotné testování napomáhá testovaným ověřit si svůj fyzický stav a případně vynaložit jisté kroky pro jeho nápravu. Opětovné nesplnění tělesných norem může negativně ovlivnit pracovní uplatnění těchto lidí.

V této práci jsou nejprve popsány testy výročního přezkoušení dle platných norem. Vychází především z vojenských dokumentů, jelikož se Armáda České republiky řídí vlastními stanovami, které prošly a stále procházejí vývojem podle potřeb ozbrojených složek. Testy se pak hodnotí známkami 1–4, kdy čtyři už znamená nesplnění. Tyto známky budou také brány v potaz při určování rozdílů v testech. Dále jsou sepsány základní předpoklady potřebné k úspěšnému splnění daných testů.

Jako hlavní ukazatel při porovnání testů byla zvolena tepová frekvence. Je lehce měřitelná v čase a jasně nám ukazuje reakci těla na prováděnou zátěž. Je stále nejjednodušším a nejrozšířenějším ukazatelem trénovanosti pro celou populaci, sloužící k individuální přípravě pro závodní i rekreační sport. V praxi nás budou zajímat tyto položky: průměrná tepová frekvence, maximální tepová frekvence a klidová tepová frekvence před a po výkonu. S těmito údaji bude nadále pracováno a budou zohledněny při výpočtech.

Praktická část se skládala z výpočtu hodnot energetického výdeje a samotného porovnání těchto údajů s výsledky jednotlivců. Jako vzorek pro tuto studii byli zvoleni moji spolužáci z Vojenského oboru při FTVS UK. Reprezentují nadprůměrně zdatné vojáky, kteří jsou díky svým schopnostem a dovednostem způsobilí ke splnění obou testů.

Z velké části bylo prioritou simulovat podmínky průběhu testů jako na vojenských útvech. Testy byly provedeny v ranních hodinách. Probandům byla dána omezení, která pomohla zabránit negativním vlivům na výsledek měření. Všichni zúčastnění měli stejné podmínky pro výkon testu. Náročnost testování se projevila především u plaveckého testu, kdy nebylo lehké zajistit pracoviště a organizaci na něm. Celé měření bylo spojeno s absolvováním a uznáním výročního přezkoušení pro zúčastněné dobrovolníky.

## Teoretická východiska

### 2 Rešerše literatury

Tvorba bakalářské práce, a především její teoretické části, se opírá o literaturu domácí i zahraniční. Většina výzkumů, u kterých byly prováděny srovnávací testy plavání a běhu, vychází z potřeb vrcholných sportovců a jejich trenérů lépe rozumět vykonávanému pohybu při sportu. Byla také využita bohatá vědecká databáze zabývající se obecným pohledem na tepovou frekvenci. Témata týkající se vojenské odbornosti se odkazují především na publikace a předpisy vycházející z tohoto prostředí.

Pro zpracování vojenských dat je zásadní *Věstník ministerstva obrany č. 12* z roku 2011. Týká se vojenské tělovýchovy a uvádí jak právní náležitosti této profese, tak i základní rozdělení a poznatky o strukturách v příslušném odvětví armády. Pro tuto práci je zde hlavně popis zkoumaných testů a jejich hodnocení. Dalšími použitými vojenskými publikacemi jsou *Speciální tělesná příprava – zkušební řády, programy instruktorských kurzů a profesní minimum* od Vágnera (2008) a od Sýkory *K teorii vojenského plavání* (2018). Tyto publikace představují velký vhled do praktické problematiky tělesné přípravy v armádě. K náhledu do fyzických testů sloužily studie provedené u konkrétních armád. V případě americké armády se jedná o článek *The Army Physical Fitness Test (APFT): A Review of the Literature* od Knapika (1989), shrnující baterii fyzických testů v této armádě. Další armádou je britská, jejichž testy jsou popsány ve studii *Discourses of Gender in the Contemporary British Army* od Woodwarda a Wintera (2004), zabývající se genderovou odlišností příslušníků britské armády. Švýcarské armádní testy nalezneme v článku o předcházení zranění díky fyzickému testování u nováčků v armádě od Wyse, Von Vigiera, Freye a Mädera *The Swiss Army physical fitness test battery predicts risk of overuse injuries among recruits* (2012).

Analýzu a popis samotných dovedností a schopností potřebných ke splnění testů doplňuje Dovalil a kol. v díle *Výkon a trénink ve sportu* (2009). Zde je primárně zacíleno na vytrvalostní schopnosti. Další poznatky pocházejí z díla *Antropomotorika* od Čelikovského a kol. (1979), ve kterém se autor vyjadřuje k problematice motorických testů a jejich vlivu na člověka.

K osvětlení tématiky tepové frekvence je využita hlavně zahraniční literatura. Výzkum F. A. Rodrigueze (2000) se zaměřuje na vliv testů plavání, běhu a jízdy na kole na maximální kardiorespirační odpověď organismu na zátěž u závodních plavců. Jeho zjištění poukazují na nižší hodnoty fyziologických odpovědí (TF,  $VO_{2MAX}$ , dechová frekvence) u testovaných. Stejnou studii pak nabízí M. Millard-Stafford (1991), ale zkoumá neprofesionální sportovce. Při zkoumání neprofesionálních sportovců dochází ještě k větším rozdílům než F.A. Rodriguez (2000).

Další studie pak popisují problematiku stanovení tepové frekvence při zátěži. Lazar (2013) shrnuje vliv vodního prostředí na fyziologii člověka, zaobírá se kardiorespiračními ukazateli při pohybu ve vodě, a shrnuje literární rešerši řešící problematiku výzkumu pohybu ve vodním prostředí. Mimo jiné vychází ze studie Towna (1990) o dýchání při plavecké aktivitě. Jejím výsledkem je potvrzení vztahu mezi změnou TF a dechovou frekvencí u plavání. Také bere v potaz celkovou fyziologii lidského těla ve vodě dle Lavoie (1986). Ten mimo jiné zmiňuje správné technické nastavení těla a jeho polohy k energeticky nejúspěšnějšímu pohybu ve vodě.

V práci se setkáváme i se stanovením maximální tepové frekvence. Toto téma je dobře zpracováno Robergsem (2002), v jehož práci se zaměřuje na zpracování literatury týkající se tepové frekvence za posledních 30 let. Udává příklady výpočtů této hodnoty a konfrontuje je s reálným měřením.

V práci se potýkáme s tématem vlivu prostředí na tepovou frekvenci, obzvláště jednalo se o vodní prostředí. Touto problematikou se zaobírá více prací. Nejvýznamnější prací, na kterou je odkazováno, je srovnávací studie od Sýkory a Thiela *Porovnání tepové frekvence ve vodním prostředí a na suchu* (2016). V této studii dochází k porovnávání vlivu vodního prostředí na ponořené tělo oproti tělu ležícímu v klidu na zemi. Dochází k závěru, že mezi těmito měřeními není signifikantní rozdíl. Další obdobné studie jsou bakalářská práce od Suchomelové (2009) *Vliv vodního prostředí na změny tepové frekvence*, kde je zkoumán rozdíl tepové frekvence při různých polohách ve vodním prostředí. Zde stejně jako Thiel (2016) nenachází důkazy pro rozdílnost TF u klidových poloh. Nicméně její výsledky, kde porovnává TF mezi tažením člověka ve vodě a TF na suchu dokazují přítomnost významných rozdílů. Dále bakalářská práce od Bělohávkova (2014) *Vliv okolní teploty na zátěžové parametry a jejich dynamiku*, ve které je srovnáván vliv chladného a teplého prostředí při aktivní činnosti i v klidu.

## 2.1 Vytrvalostní schopnosti

Každý člověk má do jisté míry rozvinuty vytrvalostní schopnosti, které se u každého jedince liší. Jako vytrvalostní schopnost je označován soubor předpokladů vykonávat činnost co nejdéle nebo s nejvyšší intenzitou v určitém čase. S časem zatížení klesá podíl ostatních schopností (síla, rychlost, obratnost), u dlouhodobé zátěže můžeme tedy pozorovat téměř dokonalý projev vytrvalostní schopnosti (Čelíkovský, 1979). Nedílnou součástí vytrvalostních schopností je psychika jedince, velký vliv má především vůle a psychická koncentrace.

Čím je provedení pohybu dokonalejší, tím nižší je spotřeba energie potřebná k činnosti jedince. Úroveň vytrvalostních schopností se zlepšuje s délkou vykonávání sportovních úkonů. Při vyšší úrovni vytrvalostních schopností jedinec méně pociťuje únavu, lépe se soustředí a podává lepší výkon. Rychlejší regenerace je také podmíněna stavem rozvoje vytrvalostních schopností. Naopak nižší úroveň představuje brzký pocit únavy, menší soustředěnost a větší počet chyb v pohybovém projevu. Na vytrvalost má také vliv schopnost koordinovat a regulovat pohyb (Dovalil, 2009).

### 2.1.1 Energetické pokrytí vytrvalostních schopností

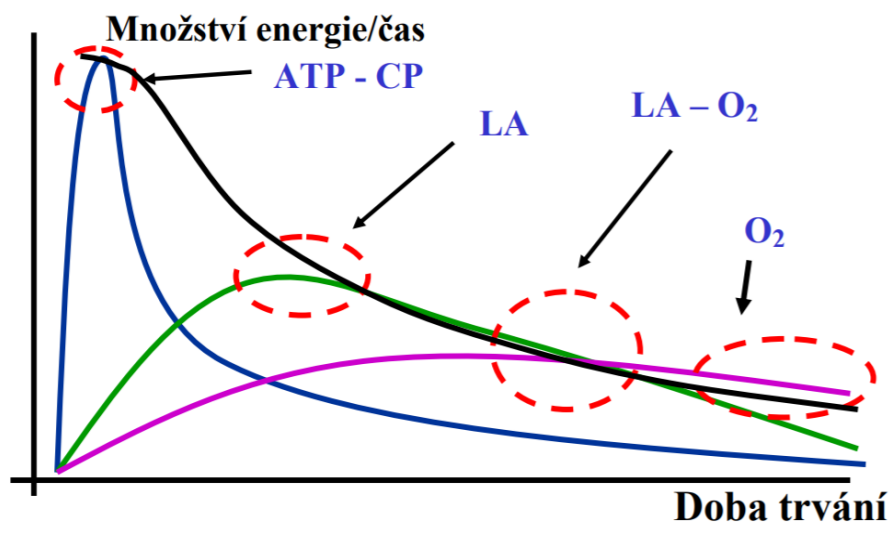
Vytrvalostní schopnosti jsou z biochemického hlediska dány množstvím energetických zásob a činností oxidativních a neoxidativních biokatalyzátorů.

Adenosintrifosfát (ATP) je základní látkou pro svalovou práci. Je to velmi bohatý zdroj energie, ale samotné ATP spolu s kreatinfosfátem (CP), pomocí něhož dochází k resyntéze ATP, nám postačí jen na krátkou chvíli.

Laktátový systém, v němž dochází k anaerobní glykolýze, zprostředkovává resyntézu ATP ze svalového glykogenu. Finálním produktem tohoto procesu je kyselina mléčná neboli laktát. Laktát v těle narušuje acidobazickou rovnováhu, schopnost jeho odbourávání závisí na věku, pohlaví a stavu trénovanosti jedince.

O<sub>2</sub> systém začíná pracovat při čtyřicáté až padesáté sekundě zatížení, kdy dochází k nárůstu průchodu kyslíku do tkání. Resyntéza ATP probíhá oxidativním štěpením cukrů a po desáté minutě zatížení začíná probíhat štěpení tuků. Jedná se o neekonomičtější metabolický systém a dovoluje organismu vykonávat dlouhodobou práci s nižší intenzitou (Dovalil, 2009).

### Průběh získávání energie



Obrázek 1: Graf znázorňující průběh získávání energie v čase (Perič, 2010)

### 2.1.2 Rozdělení vytrvalostních schopností

Na základě energetického pokrytí se vytrvalostní schopnosti dělí na dlouhodobou, střednědobou, krátkodobou a rychlostní vytrvalost. Toto rozdělení je podrobněji popsáno v tabulce 1, která poukazuje na to, jaký druh energie je spotřebováván a jak přibližně dlouhá je vykonávaná pohybová činnost.

Vytrvalost	Převážná aktivace energetického systému	Doba trvání pohybové činnosti
Dlouhodobá	O <sub>2</sub>	Více než 10 min
Střednědobá	LA – O <sub>2</sub>	8-10 min
Krátkodobá	LA	2-3 min
Rychlostní	ATP-CP	20-30 s

Tabulka 1: Rozdělení vytrvalostních schopností dle zóny energetické aktivace (Dovalil, 2009)



Vytrvalost také dělíme na speciální a obecnou. Obecná vytrvalost je závislá především na úrovni rozvoje kardiorepirační soustavy. Speciální vytrvalost se opírá o rychlost a sílu v rámci vytrvalostních schopností. Řadíme sem tedy silovou a rychlostní vytrvalost.

Dále rozdělujeme vytrvalostní schopnosti z hlediska počtu zapojovaných svalů při pohybové aktivitě na lokální a globální vytrvalostní schopnost. Projev těchto schopností může mít charakter dynamické nebo statické zátěže. Dle podílu silové a rychlostní složky v průběhu vykonávání motorické činnosti můžeme ještě rozlišit globální a lokální vytrvalostní schopnost silovou a rychlostní. Při lokální vytrvalostní schopnosti se zapojuje pouze některá část svalstva a převažuje silový charakter pohybové aktivity. Naopak při globální vytrvalostní schopnosti se zapojuje majoritní část svalové hmoty a uplatňuje se obzvláště při dynamických motorických činnostech cyklické povahy, například běhy, plavání, veslování aj. Dlouhodobost globální vytrvalosti dává příčinu k jejímu označování za pravou vytrvalost (Čelikovský, 1979).

## 2.2 Vytrvalostní testy

V české armádě se používají testy 12minutového běhu a plavání na 300 m. Další testy, které se využívají pro určení úrovně vytrvalostní schopnosti, jsou běžecké testy na 1000 m, 1500 m nebo 6minutový test.

Test vytrvalostní schopností je jednou z hlavních a zároveň povinných částí výročního přezkoušení v AČR. Voják má právo výběru, zda chce test vykonat formou běhu nebo plavecky. Testy se vykonávají před silovou částí, jelikož se jedná o nejdější a nejnáročnější z testů. Testy slouží k posouzení stavu vytrvalostní výkonnosti vojáka a stanovují, do jaké míry je jeho organismus schopen zásobit svaly kyslíkem při dlouhodobé zátěži. Při testech je požadována maximální snaha o co nejlepší výsledek. Testy by měly být prováděny pod dohledem odborných osob a měly by je provádět jen osoby zdravotně způsobilé.

### 2.2.1 Výroční přezkoušení tělesné výkonnosti v AČR

Testování tělesné výkonnosti vojáků je základním nástrojem pro posouzení jejich připravenosti a schopnosti vykonávat danou profesi. „*V armádním prostředí se rozlišují tři skupiny testů: testy základní tělesné výkonnosti, testy speciální výkonnosti a testy pohybového nadání*“ (Přívětivý, 2004). Do první kategorie, tedy testů základní tělesné výkonnosti, se řadí zkoumané testy vytrvalostního charakteru v této práci.

#### 2.2.1.1 Historie

Pro pochopení významu a důležitosti armádního přezkušování lze nahlédnout do historického vývoje vojenské tělovýchovné činnosti. Toto období dělíme na dobu první republiky, poválečné období a období po roce 1990.

#### 2.2.1.2 První republika

Vojáci se povinně museli zúčastnit čtyř závodů ročně. Od roku 1924 byla norma snížena na jeden závod povinný a jeden dobrovolný. V rámci závodů jednotlivců probíhaly i soutěže družstev. Toto nastavení do jisté míry zabezpečovalo kontrolu tělovýchovného procesu i připravenosti vojska (Š-1-1 1935).

- a) „1. března: prostná cvičení, skok vysoký, skok daleký, běh na 200 m, vrh granátem a přesun se zátěží na 10 km
- b) 1. května: prostná, cvičení na koni na šíř, běh na 100 m, skok vysoký, vrh granátem, šplh na laně

- c) 14. července: cvičení prostná, kůň na dýl, bradla, skok daleký, běh na 180 m překážek, vrh granátem, zvedání břemen
- d) 28. října: přespolní běh na 10 km, běh na 500 a 5000 m, běh na 100 i 200 m překážek, vrh granátem, vrh koulí, vrh diskem, zápas a různé skoky do výšky.“  
(Š-1-1 1935).

### 2.2.1.3 Období po 2. sv. válce

V tomto období docházelo poprvé k pravidelnému zdravotnímu a výkonnostnímu testování, zpravidla jednou za rok. Testy se skládaly z běhu na 100 m, hodů granátem, skoku dalekého z místa, shybů na hrazdě a běhu na 1000 m.

Bylo zavedeno čtyřstupňové hodnocení 1–4. 1 odpovídá nejlepšímu výsledku a 4 znamená neúspěch. Došlo také k rozdělení na věkové skupiny: do 36 let, 36–42, starší 42 let (Tě1-1-1, 1989).

### 2.2.1.4 Současnost

Normy vznikaly ve spolupráci armády a vojenské části FTVS UK. Zvolené disciplíny byly srovnatelné s obdobnými testy používanými ve spojeneckých armádách NATO. Byly ověřeny vědecky a porovnány s běžnou populací v rámci studie Eurofit (Přivětivý, 2004).

Jednalo se o tyto testy: 12minutový běžecký test nebo plavání na 300 m, hod granátem nebo alternativně člunkový běh na 10x10 metrů, test silových předpokladů – leh-sedy za 1 minutu, kliky za 30 s.

Normy a hodnocení kontrolních testů výročního přezkoušení vojáků z tělesné přípravy

Číslo testu	1/2			3			18			19		
Název cvičení	Souborné sílové cvičení (leh – sed/klík – vzpor)			Shyb na hrazdě			Běh na 12 minut			Plavání na 300 m		
Hodnocení	Výtečné	Dobré	Vyhovující	Výtečné	Dobré	Vyhovující	Výtečné	Dobré	Vyhovující	Výtečné	Dobré	Vyhovující
Měřicí jednotka	Počet			Počet			Metry			Minuty		
I. do 30 let	52/32	46/28	42/22	12	10	8	3 000	2 800	2 600	4:20	5:20	6:00
II. 31 – 35 let	51/30	45/27	39/22	11	9	7	2 950	2 700	2 500	4:30	5:30	6:20
III. 36 – 40 let	44/27	40/24	34/19	10	8	6	2 850	2 600	2 400	4:40	5:50	6:40
IV. 41 – 45 let	41/25	39/22	32/16	9	7	5	2 750	2 500	2 200	4:55	6:10	7:20
V. 46 – 50 let	38/23	34/19	29/13	8	6	4	2 650	2 300	2 000	5:10	6:30	7:50
VI. 51 let a starší							2 400	2 100	1 800	5:20	6:50	9:00

Poznámka: Souborné sílové cvičení se hodnotí podle testu, ve kterém dosáhl voják horšího výsledku.

Obrázek 2: Současné výroční normy v AČR (NV MO č 12/2011)

### **2.2.1.5 Přezkoušení v jiných armádách**

Testování schopností vojáků není výjimkou ani v jiných armádách. Byly vybrány tři příklady armád, u kterých se vyskytuje, obdobně jako v české armádě, testování vytrvalostních schopností.

S výjimkou speciálních překážkových drah a terénních testů je pro americkou armádu nejdůležitější test přezkoušení vytrvalosti v běhu na dvě míle, který svojí specifikací odpovídá našemu 12minutovému přezkoušení z běhu. Další testy mají za úkol zjistit silové schopnosti vojáků. Jedná se především o cviky jako jsou shyby, kliky, zdvihy a přesuny zátěže (Knapik, 1989).

Základní testová baterie britské armády se skládá z běhu na dva a půl kilometru, maximální síly, testované za pomoci zdvihu činky, dále přenášení břemene, sed-lehy a pochod se zátěží. Další testy se poté provádějí podle zařazení vojáka a jeho úkolů a specializace (Woodward, 2004).

V současnosti se ve švýcarské armádě používají NATO testy jako je 12minutový běh, sed-lehy, kliky, a také test rovnováhy. Cooperův test bývá někdy nahrazován za PER test–test progresivní vytrvalosti, který ukazuje podobnou validitu i reliabilitu jako Cooperův test (Wyss, 2012).

### **2.2.2 Plavecký test**

Test probíhá v plaveckém bazénu dlouhém 25 m nebo 50 m. Cílem je uplavat 300 m co nejrychleji. Výsledek je posouzen dle tabulek (obr.č.1) a technika není objektem hodnocení. Každý voják si sám určí způsob plavání a může ho během testu měnit. Test končí po absolvování předepsané vzdálenosti. Čechovská (2012) uvádí další plavecké testy. Mezi ty se řadí Cooperův plavecký test a testy prokazující ovládnutí základní plavecké techniky a dovedností (potopení hlavy, splývání, vydechování do vody). Při testování je vždy potřeba přihlédnout k úrovni testovaného jedince. Cooperův plavecký test je určen pro dospělou populaci a měří se uplavaná vzdálenost v metrech po dvanácti minutách souvislého plavání. Pomocí tohoto testu je stanovena plavecká úroveň jednotlivců a jejich aerobní zdatnost ve vodě. Jednotlivci si vybírají libovolný plavecký styl a v průběhu testu odpočívají dle individuální potřeby (Čechovská, 2006).

### **2.2.3 Běžecový test**

Jedná se o 12minutový Cooperův test. Probíhat může na atletickém ovále i v terénu na měkkém povrchu. Cílem je uběhnout co nejdelší vzdálenost za daný čas. Výsledky jsou ohodnoceny dle tabulek (obr.č.1). Už od svého vzniku v 70. letech 20. století byl zařazen do testovací palety armád po celém světě. Pro úspěšné splnění je doporučeno udržovat konstantní tempo běhu. Test končí zvukovým signálem, poté jsou účastníci povinni zastavit a následně dochází k přeměření jejich dosaženého výsledku (Neumann, 2005). Dle Maksuda (2013) je prokazatelná validita Cooperova testu již od mladého věku testovaných subjektů. Významnou kontraindikací mohou být zdravotní problémy typu astma a jiné.

#### 2.2.4 Speciální tělesná příprava

Součástí vojenské tělovýchovy je speciální tělesná příprava (STP). Ta má za úkol připravit vojáky na specializované a nebezpečné činnosti, které mohou vzniknout v rámci plnění jejich úkolů.

Obsahem STP jsou tyto části:

- *překonávání překážek*
- *házení*
- *přesuny (všeobecné základy, pěší přesuny, přesuny na sněhu a ledu, přesuny na vodě a v bažinách)*
- *boj zblízka*
- *vojenské plavání*
- *vojenské lezení*
- *základy přežití*
- *vojenský víceboj (NV MO č.12/2011)*

Vytrvalostní testy a testy výročního přezkoušení obecně se využívají v rámci STP jako vstupní požadavky do některých kurzů. Ke vstupu do základního kurzu vojenského plavání je zapotřebí zvládnout uplavat 300 metrů libovolně, překonat 20 m pod vodou a skočit minimálně z 1 m do vody (Sýkora, 2017). Dalším příkladem je nutnost uběhnout 3000 metrů za 16 minut k získání instruktorské licence v boji zblízka (Vágner, 2004).

## 2.3 Tepová frekvence

Tepová frekvence udává počet srdečních tepů za minutu, což je hodnota vypovídající o počtu kontrakce a relaxace srdce. Důležitým faktorem je pravidelnost tepové frekvence, která by neměla nepravidelně kolísat. Nepravidelný srdeční rytmus by mohl vypovídat o vážném srdečním onemocnění. Při zvýšené fyzické aktivitě tepová frekvence roste, běžná tepová frekvence je podmíněna věkem a uvádí se v tabulkách (každému věku je přiřazena „ideální“ tepová frekvence). Normální klidová tepová frekvence se pohybuje v rozmezí 60–100 tepů/min. Trénovaní sportovci mohou mít klidovou tepovou frekvenci v oblasti 40–60 tepů/min., je to však velice individuální (Vilímovský, 2019).

Při fyzické námaze má tělo zvýšenou potřebu kyslíku a dochází zpravidla ke zvýšení tepové frekvence. Při pravidelném tréninku je srdeční sval jedince posílen a dokáže tak při jednom stahu vypravit do oběhu větší množství živin a kyslíku, tudíž tepová frekvence není tolik vysoká, jako u netrénovaného jedince.

Tepová frekvence je užitečný nástroj k diagnostice jevů spojených s odpovědí organismu na vnější i vnitřní změny těla, vlivem ať už přirozených či nepřirozených událostí. Podle van Ravenswaaije (1993) je možno tepovou frekvenci, konkrétně analýzu její proměnitelnosti, využít ke sledování zdravotního stavu pacientů s problémy nervové soustavy, srdečního oběhu, různých onemocnění metabolismu a také poruch autonomní nervové soustavy.

Jak uvádí Robergs (2002), nelze dokonale vyjádřit maximální tepovou frekvenci pomocí vzorce. V minulosti se o to jako první pokusil Fox roku 1971 známou rovnicí:  $TF_{\max} = 220 - \text{věk}$ . V současnosti nejpřesnější rovnice Inbara z roku 1992 je ale stále vědecky natolik nepřesná (statistická chyba: 6,4 t/min), že nelze být využita pro získávání přesných dat. Ke stanovení  $VO_{2\max}$  pomocí  $TF_{\max}$  je tolerována chyba do 3 t/min.



### **2.3.1 Aerobní práh**

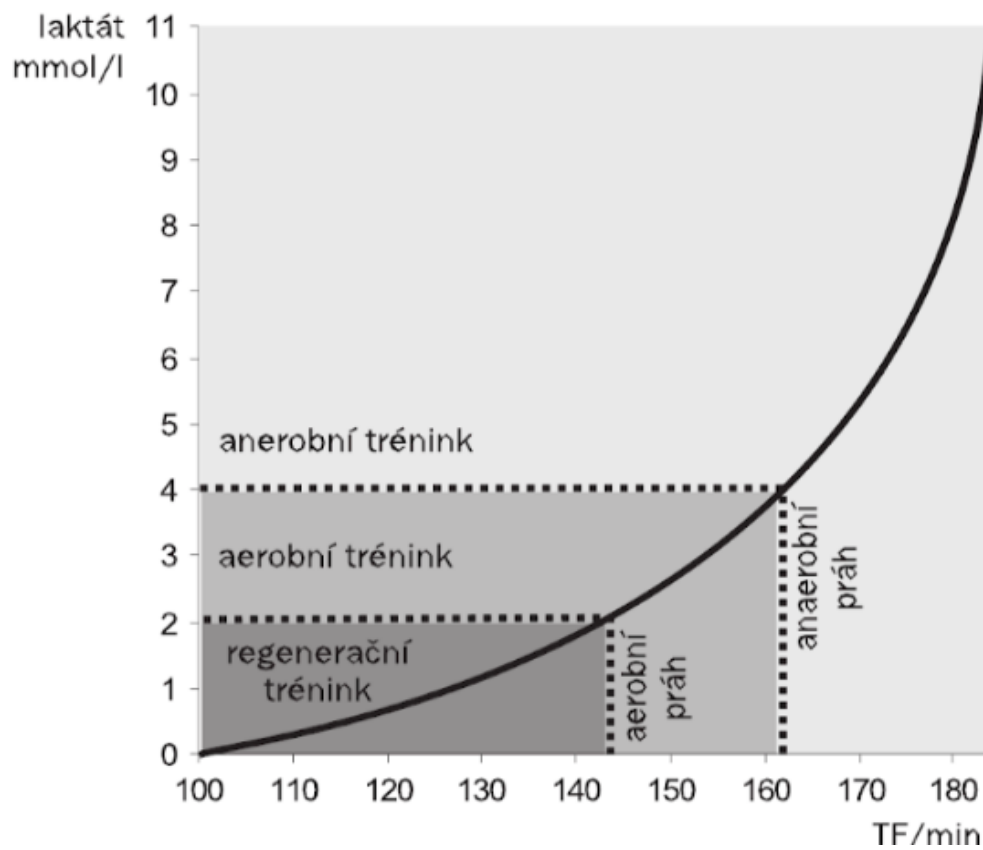
Aerobní práh je pojem, kterým je uvedena hranice, při níž se poprvé začíná zvyšovat hladina laktátu v krvi. Aerobní kondice se dále stanovuje dle tepové frekvence, kterou dosáhl jedinec při překročení této hranice, k poměru k té maximální. Méně zdatní jedinci mohou mít tuto úroveň na 65 % svého maxima. Oproti tomu sportovci mohou dosáhnout až 85 %. Pro zvyšování aerobního prahu je důležité řadit tréninky s nízkou intenzitou. Následně dochází ke schopnosti zvládat tréninky s vyšší intenzitou po delší dobu (Polar.com).

Hlavním metabolickým zdrojem v aerobní zóně jsou tuky a sacharidy, laktátový zdroj je zde zastoupen méně. Elitní sportovci jsou schopni využít v aerobním zatížení až 80 % energie z tuků (Sportvital.cz).

#### **2.3.1.1 Anaerobní práh**

Při vykonávání zátěžové činnosti je část energie tvořena kvůli nedostatku kyslíku pomocí anaerobní glykolýzy, při které dochází k přeměně pyruvátu na laktát. Anaerobní práh je pojem, který vyjadřuje největší intenzitu zátěže, kterou jsme schopni udržet bez rostoucího překyselení (Pažicky.cz, 2002). Anaerobní práh tvoří hranici mezi aerobní a anaerobní oblastí tepové frekvence. Jakákoliv zátěžová aktivita (např. běh) prováděna na tomto prahu je považována za nejvhodnější, jelikož nezpůsobuje příliš rychlé vyčerpání. Na anaerobním prahu je využíván jako zdroj energie tuk, což je pro tělo energeticky výhodné. Přechodem do anaerobní oblasti tepové frekvence se svaly rychle „překyselí“ a organismus se unaví, protože je místo tuku jako zdroj energie pro svaly spotřebováván glykogen, jehož zásoby nejsou mnohdy dostačující. Oproti tomu činnost vykonávaná v aerobní oblasti tepové frekvence napomáhá v rozvoji vytrvalosti jedince (Sportigo.cz, 2019).

Je to tedy síla zátěže, při níž se začne používat z největší části anaerobní glykolýza oproti glykolýze aerobní, která probíhá při dostatku kyslíku ve svalech a tkáních. Anaerobní práh bývá stanoven jako počátek vzrůstu koncentrace laktátu v krvi. Při procesu laktátové výměny musí být v rovnováze jeho tvorba společně s využitím (Novotný, 2008).



Obrázek 3: Graf změn tepové frekvence a laktátu s intenzitou zatížení (Tvrzník, 2004)

### 2.3.2 Tepová frekvence při běhu a plavání

Tepová frekvence u trénovaného běžce je zpravidla nižší než u běžce, který se tréninku nevěnuje pravidelně. Důsledkem tohoto jevu je větší objem srdečního svalu u běžce, jehož srdce je na pravidelnou fyzickou zátěž zvyklé. Čím více je jedinec trénovaný, tím efektivněji pracuje jeho organismus při stejně velké zátěži.

U vytrvalostního běžce stoupá tepová frekvence plynule, bez výrazného kolísání a s rychlejším zklidněním. Podle tepové frekvence při vytrvalostním běhu lze dohlížet na správnou intenzitu podle předběžně určené metodiky. Touto metodou se také potvrzuje, zda-li trénink probíhá v kompetentní metabolické oblasti. Návrat tepové frekvence po tréninku do klidové oblasti probíhá individuálně, jedná se o poměrně delší čas (Tvrzník, 2004).

Lazar (2013) uvádí nižší  $TF_{max}$  a  $VO_{2max}$  v průměru o 8-10 % při plavání oproti jiným cvičením. Dle jeho zjištění jsou i závodní plavci mnohem ekonomičtější s výdejem energie při plavání oproti neplavcům až o 30 %. Prokazatelně byla nalezena spojitost s teplotou vody a výkonem v plavání. Při vyšší teplotě vody je hladina laktátu i tepové frekvence vyšší, s tímto se však také pojí lepší pozorované výkony. Town (1990) měřil rozdíly dechové frekvence při plavání ve vztahu k fyziologickým proměnným. Zjistil, že záleží na individuální technice a způsobu provedení záběrů. Ty však neměly vliv na tepovou frekvenci, ale spíše na spotřebu kyslíku.

K otázce porovnání tepové frekvence v plavání a běhu se odkazuje Rodriguez (2000). Dokládá, že  $VO_{2max}$  se při porovnání významně neliší. Liší se však maximální tepová frekvence a dechová frekvence jedince. Také uvádí, že validita testu 400 m plavání pro zjištění maximální zátěže u závodních plavců byla srovnatelná s testem maximální zátěže na běžeckém pásu a ergometru.

Millard-Stafford (1991) zaznamenal podobné výsledky jako Rodriguez (2000), ale s tím rozdílem, že zkoumal amatérské sportovce. Rozdíl v jeho testování mezi plaváním a během byl rozdílný ve všech parametrech, včetně  $VO_{2max}$ . Tato hodnota byla nižší až o 13 % při plavání oproti testu na běžeckém trenažeru. Podstatně nižší hodnoty se týkaly i naměřené  $TF_{max}$ , zde došlo k nižšímu výsledku u plavání o 23 tepů za minutu. Lavoie (1986) vidí příčiny těchto výsledků v chování lidského těla, obzvláště u plavců schopných provádět správnou splývavou polohu. Projevují se jiné fyzikální vlastnosti vody než vzduchu, příkladem může být hydrostatický vztlak. Mezi další faktory se mohou řadit kupříkladu teplota vody a schopnost jedince uvolnit tělo ve vodě.

### **2.3.3 Vliv okolního prostředí na tepovou frekvenci**

Tepová frekvence bývá velmi často ovlivňována nejrůznějšími vlivy, a to jak vnitřními, tak i vnějšími. Vnitřní ovlivnění tepové frekvence bývá způsobeno měřenou osobou. Důvodů může být několik, od záměrného ovlivnění, například nepravidelnou dechovou frekvencí, až po nezáměrné zásahy do tepové frekvence špatným psychickým rozpoložením.

V této práci je nejvýznamnější ovlivnění vnější. Konkrétně se jedná o ovlivnění prostředím. Voda je známá pro své zklidňující a blahodárné účinky, proto byl a stále je správný předpoklad, že voda ovlivňuje do určité míry i tepovou frekvenci.

#### **2.3.3.1 Vliv vodního prostředí na TF**

Je prokázáno, že během pobytu ve vodě se tepová frekvence i výdej  $VO_2$  snižuje. Je to ovlivněno především teplotou vody, ale taktéž zapojením méně svalů než například při běhu. Z energetického hlediska mají ženy až o 30 % ekonomičtější pohyb ve vodě, jelikož mají více tělesného tuku, který je lépe rozmístěn pro plavání (Lazar, 2013).

Rozdílnost ve statické poloze ve vodě i na suchu není u některých výzkumných souborů významná. Více významný je rozdíl až při samotném pohybu. Poloha plavce není pro tepovou frekvenci příliš významná, důležité je pouze ponoření většiny těla do vody (Thiel, 2016), (Suchomelová, 2009).

#### **2.3.3.2 Vliv okolní teploty na TF**

Z hlediska teploty jsou změny tepové frekvence jasně dané. Při teplotě kolem 30 °C se při zátěži tepová frekvenci zvyšuje díky vazodilataci, která je právě zapříčiněna okolní teplotou. Naopak ve studeném prostředí okolo 20 °C se tepová frekvence navyšuje mírněji (Lazar, 2013).

Teplé prostředí zvyšuje tepovou frekvenci bez ohledu na zátěž. Teplé vodní prostředí není výjimkou, proto je nejvhodnější teplota vody k činnosti ve vodě mezi 28 až 34 °C. Při teplejším prostředí může docházet k přílišnému zahřívání organismu a následné energetické zátěži. Příliš studené prostředí pak může působit nedostatečné prohřátí svalů a tělesný diskomfort (Bělohávek, 2014).

Mezinárodní plavecká federace (FINA) reguluje teploty soutěžních bazénů v rozmezí 25–28 °C (livestrong.com).

## **Praktická část**

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

#### **3.1 Cíl práce**

Provést komparaci vybraných testů pomocí naměřené tepové frekvence a energetického výdeje za využití vhodné statistické metody.

#### **3.2 Úkoly práce**

- 1) Provedení rešerše odborné literatury
- 2) Výběr výzkumného souboru
- 3) Pilotní měření
- 4) Provedení zkoumaných vytrvalostních testů
- 5) Zaznamenání naměřených dat a jejich zpracování do elektronické podoby
- 6) Vyhodnocení měření a porovnání výsledků
- 7) Zodpovězení otázek a vyvození závěrů práce

#### **3.3 Výzkumné otázky**

- Jak se bude lišit tepová frekvence u jednotlivců při provádění těchto testů?
- Jak rozdílný bude energetický výdej a vnímání zátěže u testovaných osob?

#### **3.4 Hypotéza**

Dojde v průběhu testů ke statisticky významným rozdílům ve změnách tepové frekvence?

## 4 Metodika

Na základě vojenských norem bylo provedeno testování vytrvalostní výkonnosti v běhu a plavání. Testová skladba obsahovala Cooperův 12minutový test a test na 300 metrů plavání.

Před samotným měřením proběhl pre-test, kde byla zkoumána proveditelnost a funkčnost měření. Objektem pre-testu byl muž, triatlonista ve věku 20 let. Ten provedl oba dva testy, při kterých byly zjištěny rozdíly v tepové frekvenci. Před každým testem došlo k rozběhání nebo rozplavání a základnímu rozcvičení. Pro určení maximální tepové frekvence byly použity výsledky zátěžového testu, který proběhl ve výzkumném centru CASRI a jeho předmětem byl zátěžový test na běžeckém páse do úplného vyčerpání.

Záznam tepové frekvence byl prováděn sport testerem Garmin Forerunner 310XT a hrudním pásem stejné značky. Měřeny byly hodnoty klidové tepové frekvence ráno v den testu, tepové frekvence před výkonem a během aktivity byla měřena průměrná a maximální tepová frekvence. Nakonec se měřila TF po 1 minutě od ukončení testu. Před a ihned po skončení testu byl dotazem zjištěn pocit míry zátěže dle Borgovy stupnice (1998) v rozsahu 6–20.

V prvním týdnu testování byl proveden běžecký test pro všechny probandy. Cílem probandů bylo zaběhnout 3000 metrů na atletickém ovále za 12 minut. Před samotným měřením byla provedena rozcvička včetně rozběhání a přípravy dolních končetin na zvýšenou pohybovou aktivitu. Následující týden proběhlo testování z plavání na 300 metrů. Cílem probandů bylo uplavat tuto vzdálenost za 4 minuty a 20 sekund.

Z naměřené tepové frekvence v čase byly následně zhotoveny grafy, které zaznamenávají tepovou frekvenci každých 20 sekund u plaveckého i běžeckého testu. Toto rozvržení bylo nastaveno z důvodu porovnávání testů ve stejném čase, ale pouze do skončení prvního probanda v plaveckém testu, tedy do 256. sekundy. Tyto záznamy jsou poté porovnány pomocí párového t-testu s hladinou významnosti 0,05. Dále jsou mezi sebou porovnávány výsledné známky z těchto testů a energetický výdej vypočítaný ze zjištěné tělesné hmotnosti. Kvůli rozdílnému trvání testů je subjektivní hodnocení zátěže pouze zmíněno v závěru práce.

Protokol studie byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze č. 073/2019, vydané dne 21. června 2019 (příloha č. 1). Součástí schváleného výzkumu Etické komise byl i informovaný souhlas (příloha č. 2), se kterým byli dobrovolníci seznámeni před samotným měřením, a který byl jimi podepsán.

#### 4.1 Design

Před samotným testováním proběhl zátěžový test ke zjištění maximální tepové frekvence. Tento test proběhl v rámci osobní kontroly zdatnosti u každého probanda při jejich nástupu ke studiu na UK FTVS a byl proveden v laboratorních podmínkách na výzkumném pracovišti CASRI. Testování obsahovalo běh na běžícím pásu, při kterém byla snímána tepová frekvence a hladina laktátu v krvi. Rychlost běhu byla zvyšována každé 4 minuty až do úplného vyčerpání jedince.

Došlo ke dvěma testům vytrvalostní výkonnosti. Jeden test byl běžecký, druhý plavecký. Běžecký test proběhl na venkovním běžeckém oválu s délkou okruhu 400 metrů. Plavecký test proběhl v krytém bazénu o délce drah 25 metrů. Probandi dostali pokyny k dodržování předepsaného režimu před testy (viz. příloha č.3). Testy se konaly mezi 8:00 a 9:00 ráno a byl mezi nimi týdenní odstup.

Před prvním testem byli probandi zváženi a změřeni. Ráno po probuzení v den měření byla probandům změřena klidová tepová frekvence. Před testem bylo provedeno rozcvičení (viz. příloha č.5). Probandovi byl následně připevněn hrudní pás okolo jeho hrudi s měřičem tepové frekvence, umístěným uprostřed hrudního koše. U plaveckého testu bylo kvůli nedostatečné přilnavosti pásu zapotřebí pás upevnit izolační páskou. Tento postup nezpůsobil snížení pohyblivosti ve vodě. Dále mu byl na zápěstí připnut sport tester, u kterého byla nastavena požadovaná rychlost pohybu i vzdálenost. Sport tester byl spuštěn 1 minutu před počátkem samotného testu.

Test z běhu trval 12 minut a cílem bylo uběhnout vzdálenost 3000 metrů. Test z plavání trval v rozmezí 256–340 sekund a byla uplavána vzdálenost 300 metrů kraulem. Test byl iniciován na povel *Připravte se – Start*. Po dokončení byl každý proband uveden do klidové polohy (sedu), kde strávil další minutu. Naměřené hodnoty byly poté přeneseny ze záznamové databáze sport testeru do protokolu (viz. příloha č. 4.).

S daty bylo pracováno následovně: byla zanesena do elektronické podoby (excelových tabulek). Poté byla data přiřazena konkrétním časovým bodům během testu. Jednalo se o tepové frekvence v časech 0-256 sekund, po 20sekundových mezerách. Toto rozvržení bylo dáno časem ukončení plaveckého testu prvního probanda tak, aby mohly být výsledky vypočítány pro všechny probandy. Po tomto rozvržení byly časy běžeckého testu poníženy 15% koeficientem z důvodu rozdílnosti prostředí. Tento koeficient vychází jako průměrný z námi šetřených studií.



## 4.2 Metody měření

Pro změření maximální tepové frekvence (TF<sub>max</sub>) byl použit zátěžový test do úplného vyčerpání. Test zátěže byl proveden na běžecím pásu značky Cosmos v laboratoři CASRI. Trenažér je schopen rychlosti 0–25 km/h a sklonu roviny od 0 do 28 stupňů.



*Obrázek 4: běžecí trenažér hp Cosmos (zdroj: healthmanagement.org)*

Plavecký test byl měřen pomocí sport testeru Garmin Forerunner 310XT a hrudního pásu Garmin. Při tomto měření byl hrudní pás upevněn izolační páskou na těle měřeného jedince. Měření probíhalo v plaveckém bazénu na stadionu Juliska.

Běžecí test proběhl na běžecím ovále FTVS UK. Rovněž při něm byl použit sport tester Garmin Forerunner 310XT a hrudní pás Garmin.



*Obrázek 5: Umístění sport testeru a hrudního pásu na těle probanda (zdroj: vlastní fotografie)*

Měření tělesné hmotnosti bylo provedeno pomocí elektronické osobní váhy SENCOR SBS 5051WH. Přesnost tohoto vážení byla 0,01 kg.



Obrázek 6: Osobní váha SENCOR SBS 5051WH (zdroj: onlineshop.cz)

Pro zjištění subjektivních odpovědí probandů na prováděnou zátěž byla použita Borgova stupnice (1998).

<b>Bodové hodnocení (RPE)</b>	<b>Subjektivní vyjádření</b>
6	
7	velmi velmi lehká
8	
9	velmi lehká
10	
11	lehká
12	
13	poněkud namáhavá
14	
15	namáhavá
16	
17	velmi namáhavá
18	
19	velmi velmi namáhavá
20	

Tabulka 2: Borgova stupnice (zdroj: Borg 1998)

#### 4.4 Charakteristika výzkumného souboru

Studie se účastnili studenti VO FTVS. Výzkumný soubor čítal 14 probandů. Jednalo se o jedince nadprůměrně zdatné, stále aktivně provozující různorodé sportovní aktivity. Výběr jedinců nebyl náhodný, muselo dojít ke zvolenému výběru dle následujících kritérií:

1. schopnost úspěšně zvládnout obě testování
2. příslušnost k AČR
3. věk mezi 18–30 lety
4. mužské pohlaví

Kritérium č. 3 a 4 je zařazeno z důvodu specifikace měřené skupiny vzhledem k věkovému ohraničení první skupiny dle norem AČR.

Proband	Věk	Výška	Váha	Sport	Ročník	TF <sub>min</sub> (t/min)	TF <sub>max</sub> (t/min)
1	21	179	78	fotbal, běh	první	63	206
2	19	179	74	plavání, běh	první	58	196
3	20	180	75	florbal	první	61	216
4	20	179	69	gymnastika, wrestling	první	61	198
5	21	192	82	atletika	první	59	199
6	22	184	84	atletika	první	56	205
7	20	180	76	cyklistika, karate	první	57	201
8	21	185	83	fitness, lezení	druhý	62	197
9	22	173	72	běh, fitness	druhý	58	203
10	23	175	70	lezení	druhý	56	198
11	21	185	82	surfing, běh	druhý	57	195
12	22	189	92	box	třetí	59	202
průměr	<b>21±1</b> (19-23)	<b>181,7±5,3</b> (173-192)	<b>78,1±6,4</b> (69-92)			<b>58,9±2,3</b> (56-63)	<b>201,3±5,5</b> (195-216)

Tabulka 3: Údaje o probandech

V tabulce jsou uvedeny základní údaje o probandech. Hodnoty věku a váhy jsou nezbytné pro provedení dalších výpočtů, především energetického výdeje. Tabulka obsahuje rovněž informace o sportovním kontextu měřených jedinců.

#### 4.5 Vzorce pro výpočet

Studentův t-test je statistická metoda využívaná k vyhodnocení naměřených dat dvěma metodami a jejich následnému porovnání. Využitím této metody se testuje, zdali mají soubory dat shodnou střední hodnotu  $\mu$  nebo aritmetický průměr  $\bar{x}$ . U Studentova testu je ověřována nulová hypotéza, tedy stav vyjadřující nulový statistický rozdíl mezi dvěma testovanými skupinami. Tato hypotéza je následně buď potvrzena, to znamená, že testované soubory se shodují, nebo naopak vyvrácena, což znamená, že mezi dvěma testovanými soubory je významný statistický rozdíl.

Při výpočtu byla zvolena hladina významnosti 0,05. Pomocí statistického programu IBM SPSS Statistics 23 byla vypočtena hodnota kritéria  $t$ .

Vypočtené kritérium  $t$  je poté porovnáváno s kritickou hodnotou uvedenou v tabulce kritických hodnot vytvořené dle zvolené hladiny významnosti a počtu stupňů volnosti. Při využití této statistické metody je požadován přibližně stejný rozptyl naměřených hodnot (Chráska, 2007).

Pro výpočet stupně volnosti se používá následující vzorec:

$$v = n - 1$$

kde  $n$  je počet jednotek testovaného souboru.

V této práci se jednalo o tzv. párový t-test, tedy test, při kterém byla porovnána data jednoho stejného celku, ale prováděna byla dvě měření. Nulová hypotéza tedy představovala následující kritérium:  $H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2$  a hypotéza samotné studie byla:  $H_1: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$ .

K výpočtu spotřebované energie při měřených aktivitách se využila rovnice podle Cunninghama.

Pro běh rychlostí 14 km/h:

$$E = 0,248 \times \text{váha (kg)} \times \text{délka zatížení (min)} \text{ [kcal]}$$

Pro plavání rychlostí 3 km/h:

$$E = 0,226 \times \text{váha (kg)} \times \text{délka zatížení (min)} \text{ [kcal]}$$

Pro výpočty při jednotlivých aktivitách byly použity příslušné koeficienty pro danou zátěž. Koeficient pro výpočet energetického výdeje u plavání závisí na zdatnosti plavce, a tak byla zvolena střední hodnota. Byla zjištěna váha jednotlivých probandů a společně s délkou zatížení dosazena do vzorce. Výsledný energetický výdej je udáván v jednotkách kcal.

Při počítání energetického výdeje u plavání byla každému probandovi změřena jeho rychlost, na základě které byl změněn koeficient energetického výdeje.

## 5 Výsledky

### 5.1 Běžecový test

V tabulce č. 3 jsou uvedeny zkoumané parametry pro porovnání mezi testy. Jedná se především o tepové frekvence naměřené při prováděných testech, subjektivní posouzení zátěže a výsledná známka dle tabulek AČR. Tabulka č. 4 poukazuje na průběh tepových frekvencí všech probandů v úsecích testu. Úseků bylo celkem 15 po 200metrových intervalech, první hodnota byla naměřena při začátku běhu.

Proband	TF <sub>klid</sub> (t/min)	TF <sub>průměr</sub> (t/min)	TF <sub>max</sub> (t/min)	TF <sub>zotav.</sub> (t/min)	Borg	Známka
1	65	190	203	150	16	1
2	58	178	187	128	13	1
3	64	198	211	162	14	1
4	61	174	193	135	14	1
5	58	159	178	105	13	1
6	56	170	201	167	15	1
7	59	169	185	135	12	1
8	63	179	186	141	15	1
9	62	172	194	150	14	1
10	60	138	183	129	12	1
11	57	167	180	125	13	1
12	62	171	194	149	15	1
průměr	<b>60±2,8</b> (56–65)	<b>172±14,3</b> (138–198)	<b>191±9,6</b> (180–211)	<b>140±16,4</b> (105–167)	<b>13,83±1,2</b> (12-16)	1

Tabulka 4: Naměřené hodnoty při běžecovém testu

proband č.	0 m	200 m	400 m	600 m	800 m	1000 m	1200 m	1400 m
1	75	147	168	178	184	185	186	190
2	78	149	163	169	178	181	180	180
3	83	158	177	180	186	185	192	196
4	89	154	170	179	183	183	187	189
5	65	144	158	165	172	174	176	175
6	85	150	168	173	179	184	188	190
7	67	154	164	169	177	181	180	179
8	77	159	167	172	175	177	179	178
9	63	151	159	168	178	186	191	190
10	71	146	162	173	176	178	178	179
11	68	142	164	170	174	176	180	179
12	76	155	172	176	181	88	189	191
průměr	74,8 ± 8,2 (63–89)	150,8 ± 5,4 (142–159)	166,0 ± 5,5 (158–177)	172,7 ± 4,8 (165–180)	178,6 ± 4,2 (172–186)	181,5 ± 4,4 (88–186)	183,8 ± 5,6 (176–192)	184,7 ± 6,9 (175–196)

proband č.	1600 m	1800 m	2000 m	2200 m	2400 m	2600 m	2800 m	3000 m
1	192	194	196	197	198	199	197	203
2	183	182	181	184	186	185	187	187
3	201	199	203	205	208	208	209	211
4	191	192	191	190	192	192	192	193
5	177	177	178	178	176	178	178	178
6	191	195	196	199	198	200	201	201
7	180	180	183	179	182	184	185	184
8	179	179	182	180	181	183	186	186
9	191	191	192	193	193	192	194	192
10	179	181	180	182	182	183	184	184
11	179	180	180	178	180	179	180	180
12	191	192	190	189	190	191	194	194
průměr	186,2 ± 7,6 (177–201)	186,8 ± 7,7 (177–199)	187,7 ± 8,1 (178–203)	187,8 ± 9,1 (178–205)	188,8 ± 9,4 (176–208)	189,5 ± 9,2 (178–208)	190,6 ± 9,0 (178–209)	191,1 ± 9,9 (178–211)

Tabulka 5: Průběh tepové frekvence při běžeckém testu



## 5.2 Plavecký test

Naměřená data v průběhu plaveckého testu jsou zobrazena v tabulce č. 6. Byly sledovány tepové frekvence před výkonem, během výkonu a po výkonu. Tato data slouží k porovnání s údaji naměřenými při běžeckém testu. V tabulce č. 7 jsou uvedeny hodnoty tepových frekvencí registrované při jednotlivých úsecích testu. Stejně jako u běžeckého testu byl tento test rozdělen na 15 totožných úseků. Na rozdíl od běžeckého testu však byly úseky dlouhé 20 metrů.

<b>Proband</b>	<b>TF<sub>klid</sub> (t/min)</b>	<b>TF<sub>průměr</sub> (t/min)</b>	<b>TF<sub>max</sub> (t/min)</b>	<b>TF<sub>zotav.</sub> (t/min)</b>	<b>Borg</b>	<b>Známka</b>
1	63	139	158	109	12	2
2	60	133	163	101	8	1
3	61	116	141	96	10	2
4	64	113	137	99	10	2
5	55	140	153	112	11	2
6	59	120	146	103	9	2
7	57	112	124	100	12	2
8	62	135	154	110	11	2
9	58	123	154	108	12	3
10	63	113	139	111	13	3
11	61	156	180	129	10	2
12	59	149	177	120	11	2
<b>průměr</b>	<b>60,2±2,6</b> (55–64)	<b>129±14,4</b> (112–156)	<b>152±15,6</b> (124–180)	<b>108±9</b> (96–129)	<b>10,75±1,4</b> (8–13)	<b>2,1±0,49</b> (1–3)

*Tabulka 6: Naměřené hodnoty při plaveckém testu*

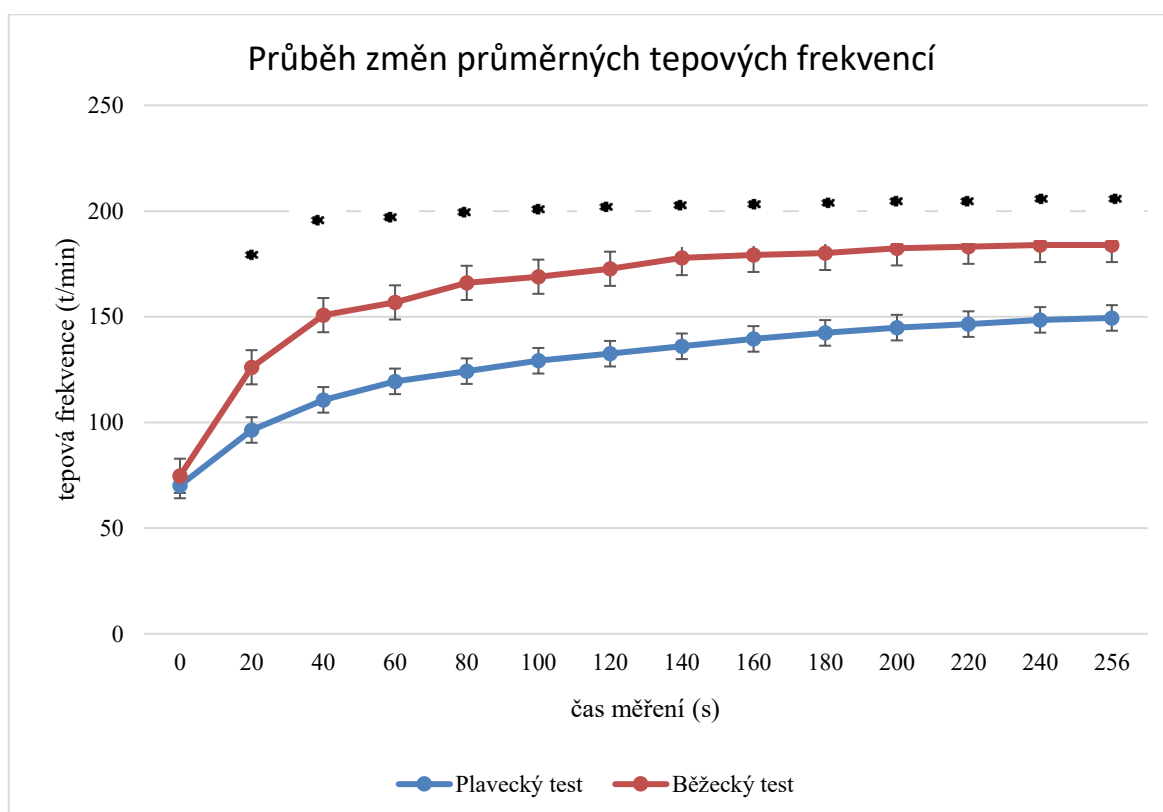
proband č.	0 m	20 m	40 m	60 m	80 m	100 m	120 m	140 m
1	68	94	122	133	138	142	148	153
2	72	97	125	131	135	140	139	141
3	69	88	105	113	116	121	123	125
4	85	95	99	108	112	117	116	120
5	68	102	120	131	139	142	146	148
6	76	93	108	117	119	121	120	128
7	64	86	95	102	111	110	115	116
8	70	104	109	118	125	133	135	139
9	65	92	103	109	121	127	129	133
10	66	83	96	105	109	113	123	128
11	68	115	122	131	128	141	149	153
12	71	108	124	135	138	143	147	148
průměr	70,2 ± 1,6 (64–85)	96,4 ± 9,8 (83–115)	110,7 ± 11,4 (95–125)	119,4 ± 12,2 (102–135)	124,3 ± 11,2 (109–139)	129,2 ± 12,5 (110–143)	132,5 ± 13,1 (115–149)	136,0 ± 12,8 (116–153)

proband č.	160 m	180 m	200 m	220 m	240 m	260 m	280 m	300 m
1	156	157	158	156	155	157	156	158
2	143	150	153	159	163	161	161	158
3	128	129	128	134	139	139	141	139
4	124	125	129	132	131	134	135	137
5	149	148	150	152	152	151	153	153
6	133	139	140	141	145	143	143	146
7	119	118	122	121	124	123	124	124
8	141	145	148	147	148	146	149	154
9	138	139	147	142	149	154	148	153
10	129	134	129	138	137	137	138	139
11	156	164	168	171	170	175	176	180
12	158	160	166	165	169	170	173	177
průměr	139,5 ± 13,3 (119–158)	142,3 ± 14,3 (118–164)	144,8 ± 15,4 (122–168)	146,5 ± 14,6 (121–171)	148,5 ± 14,4 (124–170)	149,2 ± 15,1 (123–175)	149,8 ± 15,2 (124–176)	151,5 ± 16,1 (124–180)

Tabulka 7: Tepová frekvence v průběhu plaveckého testu

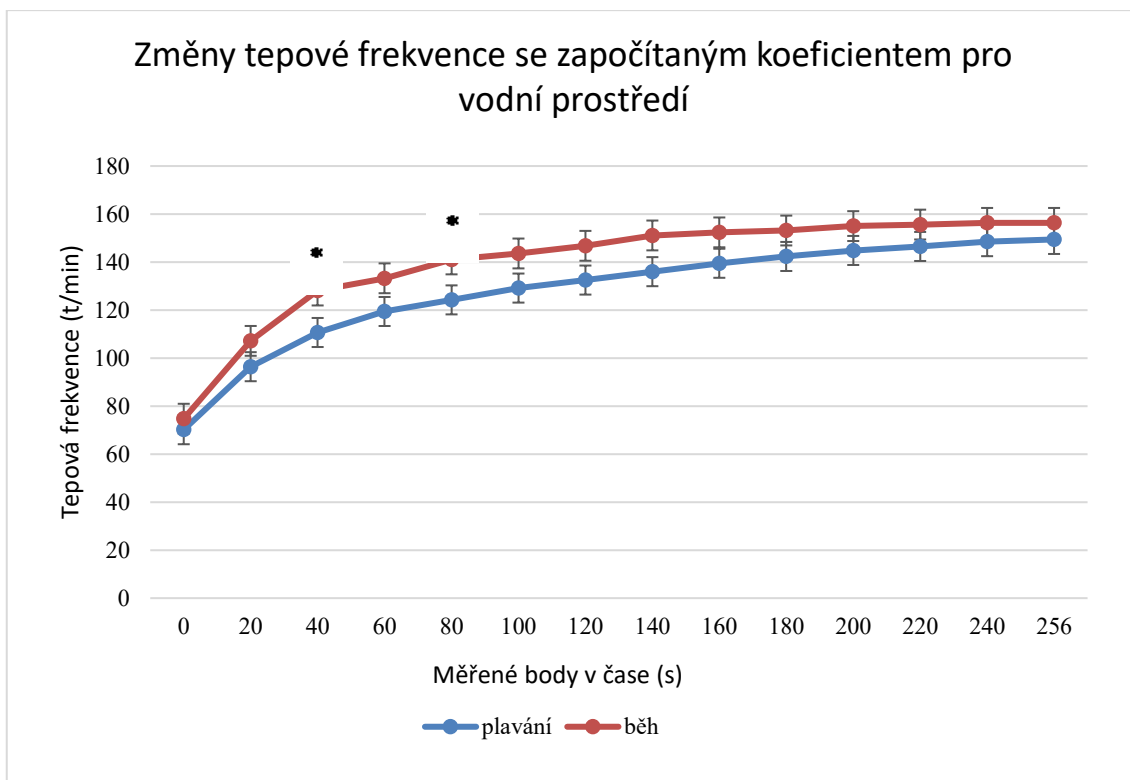
### 5.3 T-test

Obrázek č. 7, průběh změn tepových frekvencí naměřených u dvanácti probandů, nám označuje průběh tepové frekvence v závislosti na čtrnácti časových bodech během testů. V návaznosti na spočítané aritmetické průměry byl v tabulce č. 8 stanoven parametr  $t$ . Pomocí tohoto parametru byly oba testy porovnány z hlediska proměny tepových frekvencí a významnosti této změny. Obrázek č. 9 poukazuje na skončení plaveckého testu u všech probandů, určuje hranici t-testu od času 0 s do 256 s.



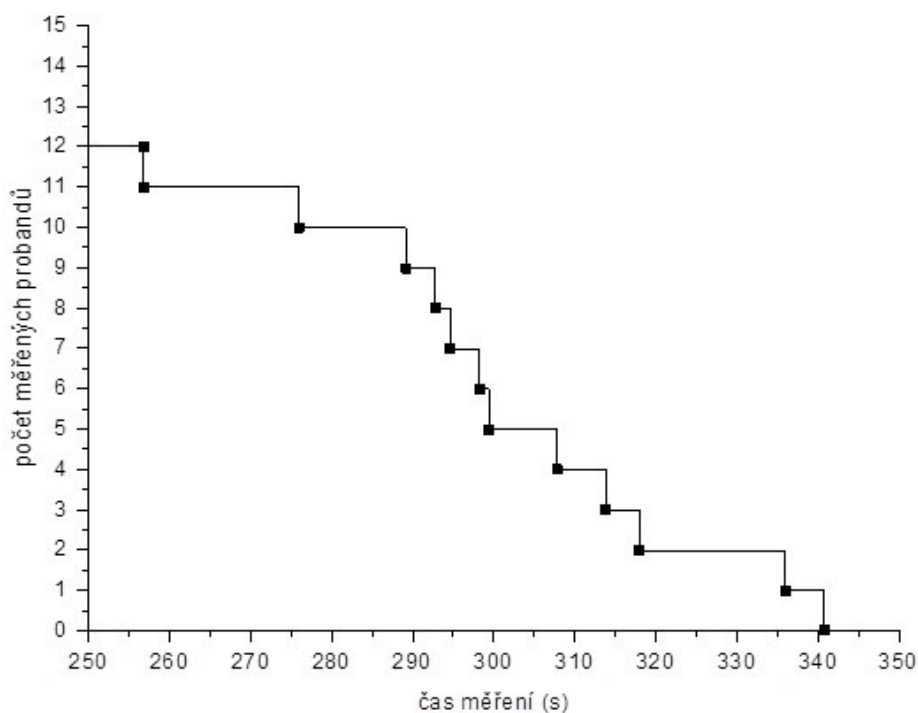
Obrázek 7: Graf průměrů tepových frekvencí v průběhu zkoumaných testů

Symbol \* označuje statistickou významnost rozdílu tepových frekvencí v konkrétním naměřeném čase.



Obrázek 8: Graf změn tepové frekvence s koeficientem vodního prostředí

Symbol \* označuje statistickou významnost rozdílu tepových frekvencí v konkrétním naměřeném čase.



Obrázek 9: Graf trvání plaveckého testu u jednotlivých probandů

Čas	t	Kritická hodnota (p=0,05)	Významnost	Standardní odchylka měření
1	1,59	2,131	0,127	2,89
2	3,53	2,131	0,005	3,13
3	4,40	2,131	<0,001	3,64
4	3,45	2,131	0,005	3,77
5	4,59	2,131	<0,001	3,47
6	3,68	2,131	0,003	3,82
7	3,42	2,131	0,006	4,1
8	3,85	2,131	0,003	4,21
9	3,36	2,131	0,006	4,41
10	2,53	2,131	0,014	4,69
11	2,26	2,131	0,045	5,01
12	1,99	2,131	0,071	4,98
13	1,80	2,131	0,100	4,97
14	1,52	2,131	0,156	5,13

*Tabulka 8: Výsledky párového t-testu na naměřených úsecích*

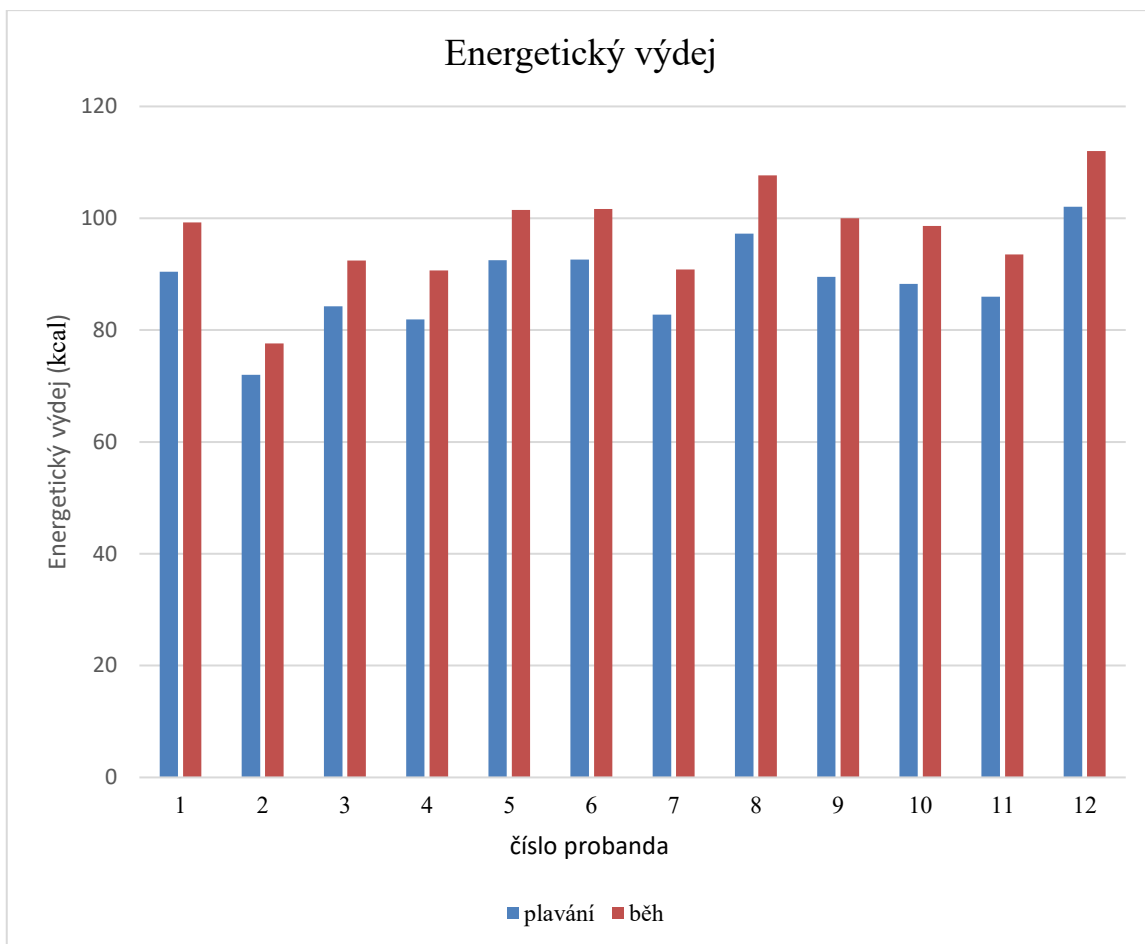
V tabulce je uvedena kritická hodnota tabelovaná pro hladinu významnosti 0,05, která byla vyhodnocena prostřednictvím tabulky s kvantily studentova t rozdělení na základě počtu měřených úseků. Tyto kritické hodnoty jsou porovnány s hodnotami vypočtenými pomocí párového t-testu. Dále jsou zde uvedeny hodnoty standardní směrodatné odchylky.

#### 5.4 Energetický výdej

V tabulce č. 9 jsou znázorněny vypočtené hodnoty energetického výdeje probandů při vykonávání plaveckých a běžeckých testů. Výsledky se odvíjely podle váhy probandů, časů testů a energetického koeficientu dle vykonávané fyzické aktivity. Jedná se o celkový výdej energie spotřebovaný v délce trvání zátěže v rámci měřeného časového úseku 256 sekund. Obrázek č. 10 představuje grafickou podobu těchto výpočtů.

Probandi	E výdej plavání (kcal)	E výdej běh (kcal)
1	90,4	99,2
2	73,6	77,6
3	84,2	92,4
4	81,2	90,7
5	92,5	101,5
6	92,6	101,7
7	82,8	90,8
8	96,4	107,7
9	89,5	99,9
10	88,3	98,6
11	86,8	93,5
12	102,1	112,0
<b>Průměr</b>	<b>88,4 ± 7,2</b> (73,6–102,1)	<b>97,1 ± 8,6</b> (77,6–112,0)

*Tabulka 9: Hodnoty spotřebované energie při testech u jednotlivých probandů*



Obrázek 10: Graf spotřeby energie

## 6 Diskuze

Hlavním výsledkem této práce byl důkaz, že mezi dvěma zkoumanými testy existuje z hlediska tepové frekvence statistická významnost. Tvrzení se odkazuje především na výsledky t–testu. Na základě výsledných známek bylo zřejmé, že běžecký test nám neudává jasnou informaci, jestli bude jedinec schopen splnit i plavecký test, toto je způsobeno velmi přísným hodnocením plaveckého testu vzhledem k naměřeným tepovým frekvencím. Při získání známky z plavání za 3 se testovaný dostane tepově na stejnou hodnotu jako u běhu se známkou 1. U obou testů docházelo se začátkem zatížení k nárůstu tepových frekvencí. Tento jev byl výraznější u běžeckého testu, kde při prvním zátěžovém úseku měli probandi v průměru tepovou frekvenci o 10–20 tepů vyšší, než tomu bylo u plavání. Tento rozdíl s trváním zátěže udržoval stále konstantní tendenci.

Jako další ukazatel porovnání byly zpracovány hodnoty energetických výdejmů při testech, kde větší výdej byl při běžeckém testu. Toto bylo dáno vyšším koeficientem spotřeby energie, jelikož čas zatížení byl pro probandy stejný. Jednalo se v průměru o rozdíl 8 kcal. Dalším ukazatelem rozdílnosti testů bylo porovnání subjektivní zátěže dle Borgovy škály. Toto srovnání se lišilo v průměru o pouhé 3 stupně, což u testu, který je časově poloviční až třetinový a co se týče vzdálenosti desetkrát menší, není mnoho.

Původně byla studie prováděna se 14 probandy. Z důvodu špatného snímání TF a přenosu dat u plaveckého testu musely být výsledky dvou probandů z práce odebrány. Této skutečnosti nešlo zabránit i přesto, že probandům byla manipulace s měřicími nástroji důkladně vysvětlena.

Při porovnání běhu a plavání bereme také v potaz velký rozdíl v samotném základu těchto pohybů pro člověka. Běhání je schopnost člověka překonat vzdálenost po zemi, je úzce spjata s chůzí a jejím vývojem u člověka a celkovým jeho projevem, jako je správné držení těla apod. Kdežto u plavání se jedná o dovednost, vychází z komplexnosti člověka zvládat pohyb ve vodě a není to přirozený pohyb, který by každý ovládal od narození. Plavání je také velmi technicky náročné v porovnání s během. Při plavání dochází k působení sil jako je hydrostatický vztlak a člověk se učí roky zmírňovat odpor svých sil vůči vodě. Při porovnání dovednosti a schopnosti musí být bráno na zřetel, aby jedinci byli schopni tyto pohyby vykonávat na jisté souhlasné úrovni.



## 6.1 Běžecový test

Jako první tedy proběhl 12minutový běh na 3000 metrů. Tempo bylo určováno přes digitálního vodiče na sport testeru a zároveň probíhaly ústní pokyny od měřící osoby, po každém kole docházelo k ohlašování mezičasu.

V tabulce jsou uvedeny hodnoty tepových frekvencí v klidovém stavu, při zátěži a po minutovém zotavení. Hodnoty klidové tepové frekvence se pohybovaly v rozmezí  $61 \pm 5$  tepů za minutu. Toto prokazuje vyšší zdatnost probandů, jelikož u sportovců je klidová tepová frekvence nižší oproti populačnímu průměru (70 tepů za minutu).

Výrazné rozdíly registrujeme u průměrné tepové frekvence, ty se objevují u probandů č. 1 a 3, kde došlo ke zdatně vyššímu nárůstu tepové frekvence v průběhu testu. Opačným pólem je v porovnání proband č. 10, jehož tepová frekvence je podstatně nižší oproti ostatním. U všech měřených, až na probanda č.6, došlo k zdatnému poklesu tepové frekvence po zátěži. Toto lze vysvětlit nedostatečnou trénovaností jedince nebo neschopností zklidnit jeho organismus po zátěži.

Tyto rozdíly pravděpodobně způsobila různá fyzická zdatnost jedinců, individuální projev tepové odezvy nebo aktuální zdravotní a psychický stav osob. Vnímání zátěže se u jednotlivců projevilo podobně a většina ji hodnotila jako těžkou. Probandi byli schopni vyhovět armádním normám a všichni získali nejlepší hodnocení, tedy 1.

Výsledné tepové frekvence z běžecového testu jsou sníženy o 15 %, jelikož tato hodnota je doporučována jako průměrná při počítání s daty tepové frekvence mimo vodní prostředí (Lazar 2013). Tento postup však není vždy nejpřesnější, studie se ve svých závěrech liší, některé uvádějí snížení tepové frekvence ve vodě až o 20 % z důvodu pohybu ve vodě, jiné naopak uvádějí zvýšení TF nebo její stálost (Thiel, 2016), a to z důvodu měření rozdílu klidových tepových frekvencí, kdežto studie potvrzující výsledky měřily tepové frekvence při pohybu. Většina rozdílů mezi těmito studii je pravděpodobně způsobena vybranou skupinou. Záleží na zdatnosti jedinců, jejich plaveckých schopnostech a také na jejich tělesném složení. Tyto skutečnosti potvrzuje Lavoie (1986).

Lees (2007) uvádí, že nelze vždy předpokládat snížení tepové frekvence ve vodě. Odkazuje se na testy prováděné ve vertikální poloze ve vysoké intenzitě, jako jsou například vodní jogging nebo akrobacie. Ty přímo korelovaly s testy prováděnými na

zemi. V této studii je ale porovnávána tepová frekvence v horizontální poloze ve vodě a vertikální poloze na zemi.

Ve studii Gergleye (1984) došlo při tomto srovnání u neprofesionálních plavců k výraznému snížení tepové frekvence i dalších parametrů jako například  $VO_{2max}$  až o 20 %.

## 6.2 Plavecký test

Maximální, průměrné a zotavovací tepové frekvence po plaveckém testu se lišily od tepových frekvencí naměřených při běhu. Po plavání byly tyto tepové frekvence podstatně nižší, jelikož testy trvaly rozdílnou dobu a tepovou frekvenci při plavání mohlo ovlivnit vodní prostředí a jeho teplota.

Klidové tepové frekvence byly u obou provedených testů podobné z důvodu naměření před vykonáním jakékoliv fyzické aktivity. Nepatrně se lišily kvůli provedení měření v jiné dny.

Po použití 15% koeficientu snížení TF na běžecký test dochází k přibližující se tendenci tepové frekvence u obou testů. Toto může být dáno správným zvolením tohoto koeficientu, neboť jak uvádí Lazar (2013) nebo Neibauer (1994), tepová frekvence má zpravidla tendenci se snižovat u plavání mezi 10–30 tepy za minutu při intenzivní zátěži. Potvrzení této tendence potvrzuje i Jackson (1979), který uvádí, že 12minutový plavecký test je dostatečně validní k měření vytrvalostních schopností jedince. Tento fakt by znamenal, že tendence tepové frekvence u plaveckého testu by byla dále spojována s tendencí TF u běžeckého testu.

U maximálních hodnot TF došlo k velkým rozdílům, především u probandů č. 11 a 12, kde se TF pohybovala ve vysokých hodnotách, které neodpovídají průměrným hodnotám skupiny. Tento fakt dokládají maximální TF ostatních probandů, které se pohybují v rozmezí 137–163 tepů/min. Důvodem mohla být nižší fyzická zdatnost a horší technika provedená těmito probandy v plavání, jelikož museli vynaložit větší energii k vykonání činnosti. Další příčinou mohl být také momentální zdravotní stav probandů, jako tomu bylo již u běžeckého testu. U probanda č. 7 byla naměřena výrazně nižší hodnota TF než u ostatních jednotlivců, a to hodnota 124 tepů/min. U všech testovaných osob se TF po skončení fyzické zátěže výrazně snížila oproti maximální TF.

Vnímání zátěže bylo individuální, někdo test posoudil jako velmi lehký, jiný zase jako poněkud těžký. Toto opět poukazuje na rozdíly ve fyzické kondici a v různých sportovních aktivitách, kterým se probandi věnují (viz. Tabulka 2).

Pouze proband č. 2 byl schopen splnit test za nejlepší hodnocení (hodnocení 1). Na to poukazuje také jeho vnímání zátěže dle Borga, kde tento test zhodnotil jako velmi lehký. Všichni ostatní probandi test splnili s horším hodnocením, ale stále byli schopni vyhovět armádním normám v rozmezí známek 2–3, tedy hodnocením „dobře“ nebo „vyhověl“.

### 6.3 Porovnání získaných hodnot prostřednictvím t-testu

K provedení t-testu byla zvolena hypotéza  $H_0$ , kde se předpokládalo, že u tepových frekvencí nenastane statisticky významný rozdíl. T-test byl použit na aritmetické průměry u naměřených hodnot ve stejné periodě. T-test prokázal souvislost mezi většinou naměřených hodnot během testů. Hodnota  $t$  se v čase 0 rovnala 1,586, a tudíž byla menší než kritická hodnota, což znamenalo nepotvrzení  $H_0$  hypotézy. Toto byl ovšem očekávaný výsledek, jelikož se jednalo o hodnoty naměřené při startu a ty nevycházely přímo z fyzické aktivity během testu.

U ostatních naměřených tepových frekvencí se hodnota  $t$  pohybovala mezi 1,52–4,59. Toto poukazuje na jejich nízkou statistickou rozdílnost. Pokud se podíváme na výsledky t-testu z časového hlediska, vidíme stále se snižující hodnotu  $t$ . Toto je zapříčiněno, jak je možné vypožorovat z grafu aritmetických průměrů těchto měření, větším rozdílem tepových frekvencí při začátku testu, kde se tento rozdíl snižoval až do skončení testu.

K těmto výsledkům došlo až po započítání snížení pro pohyb ve vodním prostředí. V této studii jsou k dispozici oba grafy této skutečnosti. Jeden bez snížení a druhý s ním. Toto snížení vychází ze studie Lazara (2013), ale i z dalších studií. Zde se lze odvolat na studie dokazující sníženou tepovou frekvenci při pohybu ve vodě o 10-30 tepů za minutu, například Millard-Stafford (1991) dokládá, že průměrné tepové frekvence mohou být vlivem vodního prostředí sníženy až o 25 tepů za minutu a maximální tepová frekvence se od té běžecké může lišit až o 18 %. Naopak některé studie toto nepotvrzují, v jejich výsledcích je vliv vodního prostředí na klidovou tepovou frekvenci zanedbatelný. Jedná se zejména o studii Suchomelové (2009) a Thiela (2016).

Ti výsledky této práce nepotvrzují, jelikož jejich měření probíhala za klidu, nikoliv při pohybu, jako je tomu v této práci. Také se jejich výsledky nevztahují k TF u plavání, tudíž na ně nemá vliv proudění vody a zátížení. Také má velký vliv úroveň plavce, jeho schopnost snížit odpor vody a celkově jeho projev při plavání, s čímž souhlasí práce Leese (2007) a Towna, (1990), kde významný vliv přikládá schopnostem správného plaveckého dýchání.

V této práci tato schopnost není posuzována, jelikož jsou zkoumáni jedinci s plaveckými zkušenostmi, nikoliv začátečníci.

#### **6.4 Porovnání energetického výdeje**

Hodnoty energetického výdeje u jednotlivců se na první pohled lišily, ovšem nikoliv signifikantně. Koeficient zatížení při běhu byl ve všech případech vyšší než při plavání. Plavecký koeficient energetické spotřeby se uvádí pro měřené rychlosti u zdatných plavců a neplavců jiný. Jelikož se nejednalo o závodní plavce ani o naprosté neplavce, byla zvolena střední hodnota tohoto koeficientu, který byl uzpůsoben pro danou rychlost probanda. U plaveckého testu vyšel průměrný energetický výdej probandů na 88,3 kcal a u běžeckého testu na 97,1 kcal. U obou testů byly proměnnými váha jednotlivých probandů a energetický koeficient pro danou aktivitu. Čas byl ve výpočtu konstantní, jelikož všichni vykonávali činnost ve stejně dlouhém čase.

Jak dokládá výzkum Lazara (2013), velký vliv na energetický výdej při plavání má tuková tkáň a také pohlaví. Vliv pohlaví je v této práci ošetřen zkoumáním pouze mužské populace. Co se týče množství tukové tkáně a jejího rozložení, přesné údaje nemáme. Víme pouze, že se jedná o jedince s nižším množstvím tukové tkáně.

#### **6.5 Porovnání pocitu zátěže na jedince**

S pomocí Borgovy škály bylo možné porovnat pocity probandů po testech. Díky týdennímu odstupu v měřeních lze tyto hodnoty vnímat jako nezkreslené předchozí zkušeností.

Všem probandům se zátěž a celkový vliv testu na ně zdála těžší u běžeckého testu. To odpovídá tepovým frekvencím, které byly opravdu vyšší při běhu. Na druhou stranu bylo trvání testu u plavání podstatně nižší a lze jen spekulovat, jak by byla těmito jedinci vnímána úroveň únavy během stejně dlouhého plaveckého testu.

Z důvodu rozdílnosti trvání obou testů se vnímání zátěže nedá považovat za validní. V této studii proto slouží pouze jako vedlejší ukazatel, který na závěr práce nebude mít žádný vliv a nebude brán v potaz.

## 6.6 Porovnání s jinými studiemi

Tato práce se opírá o mnoho literárních pramenů a výzkumů již uvedených v rešerši literatury. Objevují se další studie zabývající se problematikou různých vlivů, které při běhu a plavání působí na hodnoty tepových frekvencí.

Například Suchomelová (2009) se ve své práci zaměřila na vliv vodního prostředí na tepovou frekvenci a dokázala, že při plavání dochází ke snížení tepové frekvence, což může být zapříčiněno polohou těla ve vodě, teplotou vody a v neposlední řadě také hydrostatickým vztlakem. To poukazuje na fakt, že se tepové frekvence při běhu a plavání liší, jelikož běh ovlivňují jiné okolní faktory než plavání a jedná se o odlišný druh pohybové aktivity. Její zjištění je ale pouze vztaženo k pohybu ve vodě, nikoliv statické poloze, jelikož během ní se tepové frekvence neměnily. V této práci se takovýto rozdíl musel vyřešit použitím převodu k vyrovnání rozdílnosti tepových frekvencí na zemi. Stejnou problematikou se zabývá i Lazar (2013), který rovněž shrnuje vliv vodního prostředí na fyziologii člověka. Také udává hlavní rozdílnosti mezi prostředími a rozdílnost tepových frekvencí při plavání oproti normálnímu zatížení na suchu až o 30 tepů za minutu, což odpovídá i námi naměřeným hodnotám.

Ve studii Májkové (2015) se objevuje porovnání tepových frekvencí při běhu a plavání, stejně tak jako v této práci. Autorka se však zaměřila na porovnání maximálních tepových frekvencí při těchto aktivitách, na rozdíl od této bakalářské práce, kde byly porovnány hodnoty průměrných tepových frekvencí, nikoliv maximálních. Co mají výše zmíněné práce společného je skutečnost, že jak průměrné, tak i maximální tepové frekvence dosažené při plavání byly nižší než při běhu. Rozdílnost těchto prací spočívá i ve statistickém testování, kdy Májková (2015) použila pro vyhodnocení hypotéz své práce statistický ANOVA test, zatímco v této studii byly hypotézy ověřovány pomocí Studentova t-testu. Rozdílnost metodiky neměla na výsledky vliv, jelikož rozsah tepových frekvencí byl na podobné úrovni v obou pracích.

Tématikou tepové frekvence se též zabývají ve svých dílech F. A. Rodriguez (2000) a M. Millard-Stafford (1991), kde F. A. Rodriguez svou studii vymezuje pro závodní sportovce, takže jeho výsledky jsou hůře interpretovatelné na měřený soubor v této práci, zatímco M. Millard-Stafford se zabývá tepovou frekvencí neprofesionálních sportovců, stejně tak jako tato bakalářská práce, která je založena na testování sportovců nevěnujících se sportování vrcholově, ale pouze na výkonnostní úrovni. V obou studiích docházejí výzkumníci ke stejným závěrům, a těmi jsou snížení tepové frekvence u plaveckého testu oproti běžeckému testu, což odpovídá i výsledkům této práce.

## 6.7 Limitace studie

Práce byla limitována několika faktory, které se mohly do jisté míry promítnout ve výsledcích studie. Jedním z faktorů byl například výběr a počet probandů. Větší počet testovaných osob by se mohl podílet na odlišném výsledku statistického testování, ale stále se předpokládá, že by statistický rozdíl nebyl významný. Rovněž se jednalo o vymezenou věkovou skupinu. Výběr pohlaví byl uskutečněn z důvodu vyhovění armádním testovacím normám, nikoliv z důvodu ovlivnění hodnot tepových frekvencí, protože druh pohlaví na tyto hodnoty nemá vliv. Ovlivnění výsledků věkem i pohlavím je znemožněno použitím párového testování.

Dalším faktorem bylo například provádění testů v odlišném prostředí, neboť jedno měření proběhlo venku a druhé uvnitř budovy (v bazénu). Běh mohl být ovlivněn klimatickými podmínkami jako je horko, zima, déšť, vítr nebo vzhledem k ročnímu období, ve kterém testování proběhlo, také prudké slunce. Na plavání mohla mít vliv teplota vody v bazénu využitém k testování.

Tato studie byla rovněž limitována množstvím dostupné literatury, protože se neobjevuje příliš mnoho prací zabývajících se podobnými srovnávacími testy stanovených hledisek v armádním prostředí. Naopak literatura řešící otázku tepových frekvencí obecně nebo literatura obsahující informace o plaveckém a běžeckém testování z pohledu rozvoje vytrvalosti se zdála být dostačující pro vypracování této studie.

Další z limitačních okolností bylo zaměření studie na zkoumání pouze určitých faktorů, v tomto případě se jednalo o orientaci práce na měření tepové frekvence, nikoliv dalších aspektů, jako je například měření tlaku, výpočet  $VO_{2\text{ max}}$  nebo zjišťování hladiny cukru a laktátu v krvi po výkonu, což jsou aspekty, které by se taktéž daly při těchto testováních zkoumat.

### 6.7.1 Acykličnost plavání

Keskinen (2007) dokládá, že během plavání v 25m nebo 50m bazénu nedochází k rozdílu tepových frekvencí. Toto můžeme stáhnout na nevýznamnost provádění obrátek při plavání ke vztahu k tepové frekvenci, což by znamenalo nenarušení tepové frekvence při tomto měření. Pouze  $VO_{2max}$  a krevní laktát jsou vyšší u 50m bazénu. Toto potvrzuje Lowensteyn (1994), při jehož výzkumu se účastníkům zvýšil laktát v krvi až o 18 %, ale tepová frekvence zůstala nezměněná v rozsahu  $\pm 5$  tepů za minutu.

Naopak studie Telforda (1988) uvádí vyšší tepové frekvence při 50m bazénu z důvodu absence častějších obrátek. V této práci by to mohlo vést k částečnému ovlivnění výsledků, jelikož máme data pouze pro 25m bazén a nelze tedy říct, jak by se tyto výsledky lišily s námi naměřenými.

Wirtz (1992) ještě dodává, že plavci jsou schopni plavat rychleji na 25m bazénu z důvodu vyšší rychlosti při obrátkách než v klasickém záběrovém plavání. V porovnání s naší studií je tento rozdíl méně patrný, jelikož většina probandů při obrátkách nepoužívala zavodní obrátkovou techniku, ale pouze otočku, což má za následek neschopnost vyvinout větší rychlost na i po obrátce než při klasickém plavání.

### 6.7.2 Rozdílnost prostředí

Jak uvádí Lavoie (1986), a i tato práce na to odkazuje, má na tepovou frekvenci významný vliv vodní prostředí. Také dokládá, že snížená tepová frekvence je způsobena nižším počtem zapojených svalových skupin. Toto potvrzuje a rozšiřuje Lazar (2013), který udává, že tepová frekvence a další měřené fyziologické parametry organismu se mění v závislosti na teplotě vody. Dále popisuje, že pro plavce se nejneutrálnější teplota vody pohybuje mezi 26 až 30 °C, což odpovídá i situaci na většině plaveckých bazénů, včetně využitého k měření v této práci.

Stejně jako u práce Rodrigueze (2000) se během našeho měření zvyšovala tepová frekvence rychleji u běhu než u plavání. Důvody pro toto právě vztahuje mimo jiné i k rozdílnosti vodního a běžného prostředí. Zásadní pro tyto rozdíly je jak teplota vody, tak i míra tělesného ponoření. Jak uvádí Bělohávek (2014) ve své práci, je pohyb v teplejší vodě brán jako subjektivně lehčí, jelikož ve studenější vodě může dojít k nedostatečnému prokrvování svalů. V případě této práce je tento údaj zanedbatelný, jelikož délka testu nemohla mít takto negativní vliv na tělo probandů. Navíc došlo u probandů k dostatečnému rozcvičení před testem.

## 7 Závěr

Výsledky práce ukazují na statisticky nevýznamné rozdíly při porovnávání vytrvalostních testů výročního přezkoušení v AČR ve stejném čase měření. Z této skutečnosti vychází, že testy vykazují z hlediska tělesné odpovědi stejné parametry zatížení. Problematická je jejich rozdílná celková doba trvání. Měření poukázalo na jistou tendenci růstu tepové frekvence u plavání, která v závěru měřeného úseku byla blízko tepové frekvenci běhu.

Jako více náročný byl pomocí výpočtu energetického výdeje i subjektivního pocitu testovaných osob označen 12minutový běžecký test. U tohoto testu došlo k vyššímu i rychlejšímu nárůstu tepové frekvence, která v některých případech dosáhla i přes 200 tepů za minutu. Plavecký test byl jak po subjektivním ohodnocení ze strany probandů, tak i po analýze naměřených dat označen jako jednodušší. Tomuto výsledku ale neodpovídá mnohem horší ohodnocení dle norem AČR. Test je tedy náročné splnit na nejlepší možnou známku, převážně z důvodu absence dokonalejší plavecké techniky a rychlosti u většiny měřených. Tím se potvrzuje stanovená otázka, že výsledek testu z běhu nelze přenést na plavecký test.

Statistické výpočty pak prokázaly nevýznamnou rozdílnost průměrných tepových frekvencí v průběhu testů, významnou pouze u dvou časových bodů. Toto má také za následek potvrzení nulové hypotézy t-testu, a naopak vyvrácení hypotézy této práce, že ke stanoveným rozdílům dojde. Hypotéza  $H_1$  je tedy neplatná. Při porovnání testů, je tedy statistická významnost přítomna, ale po přepočtu za použití zmíněné konstanty nikoliv.

S přihlédnutím k výsledkům t-testu a také k získaným poznatkům z oblasti sportovního tréninku, fyziologie zátěže a také působení prostředí při testech na jedince docházíme k závěru, že tyto testy lze srovnávat na stejné úrovni, ale pouze pokud by trvaly stejně dlouhou dobu, tedy že by plavání mělo charakter 12minutového testu a jeho hodnocení by bylo výrazně upraveno oproti stávající situaci.

Jako doporučení k dalšímu výzkumu v této oblasti navrhuji uskutečnění navazujícího testování, za účelem zjištění optimálního nastavení 12minutového plaveckého testu pro potřeby AČR.



## Seznam použité literatury

- BORG, Gunnar. *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998. ISBN 08-801-1623-4.
- BĚLOHLÁVEK, J. *Vliv okolní teploty na zátěžové parametry a jejich dynamiku*. Praha, 2014. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta.
- ČECHOVSKÁ, I., JURÁK D. a POKORNÁ J. *Plavání: pohybový trénink ve vodě*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-1948-4.
- ČECHOVSKÁ, I. Diagnostika plaveckých dovedností. *Plavání I. pro posluchače FTVS UK*. Lekce č. 2. Praha: FTVS UK, 2006.
- ČELIKOVSKÝ, Stanislav. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979.
- DOVALIL, Josef. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2009. 3. vyd. ISBN 978-80-7376-130-1.
- CHRÁSKA, Miroslav. *Metody pedagogického výzkumu: Základy kvantitativního výzkumu.*, Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1369-4.
- GERGLEY T.J, MCARDLE W.D., DEJESUS P., TONER M.M., JACOBOWITZ S., SPINA R.J. Specificity of arm training on aerobic power during swimming and running. *Med Sci Sports Exerc* 1984;16(4):349–54
- JACKSON A., JACKSON A.S. & Ronald G. FRANKIEWICZ R.G. The Construct and Concurrent Validity of a 12 Minute Crawl Stroke Swim as a Field Test of Swimming Endurance. *American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*, 1979 50:4, 641-648,
- KESKINEN, O., KESKINEN, K., & MERO, A. (2007). Effect of Pool Length on Blood Lactate, Heart Rate, and Velocity in Swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 2007 28(5), 407–413.
- KNAPIK, J. (1989). The Army Physical Fitness Test (APFT): A Review of the Literature. *Military Medicine*, 154(6), 326–329.
- LAVOIE J, MONTPETIT R.R. Applied physiology of swimming. *Sports Med*, 1986;3(3): 165–89.
- LAZAR, J. M., KHANNA, N., CHESLER, R. a SALCICCIOLI, L. Swimming and the heart. *International Journal of Cardiology*, 2013. 168(1), 19–26.
- LEES, T. A. Heart-Rate Response to Exercise in the Water: *International Journal of Aquatic Research and Education*:2007 Vol. 1 : No. 3 , Article 11.

LOWENSTEYN I, PERRY A.C., NASH M.S., SALHANICH D. Differences in peak blood lactate concentration in long course versus short course swimming. *J Swimming Res* 1994; 10: 31 – 34

MAKSUD, M. G. a COUTTS, K. D. Application of the Cooper Twelve-Minute Run-Walk Test to Young Males. . *American Association for Health, Physical Education and Recreation*. 2013, **42**(1), 54-59.

MÁČEK, M. a VÁVRA, J. *Fyziologie a patofyziologie tělesné zátěže*. Praha: Avicenum, 1988.

MÁJKOVÁ, T. *Srovnání maximální tepové frekvence při běhu, na bicyklovém ergometru a při plavání*. Praha, 2015. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta.

MILLARD-STAFFORD, M., SPARLING P. B., ROSSKOPF L. B. A., DICARLO L. J. Differences in Peak Physiological Responses During Running, Cycling and Swimming. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 1991, č. 4.

NEIBAUER J, HAMBRECHT R, HAUER K, et al. Identification of patients at risk during swimming by holter monitoring. *Am J Cardiol* 1994;74(7):651–6.

NEUMANN, G., PFÜTZNER A. a HOTTENROTT K. *Trénink pod kontrolou: metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku*. Praha: Grada, 2005. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-0947-3.

NOVOTNÝ, J. a NOVOTNÁ M. Fyziologické principy tréninku a testy běžců. *Atletika*. 2008, **60**(11), 1-5, 8.

MO. Normativní výnos Ministerstva obrany č. 12, 2011.

PERIČ, T. a DOVALIL J. *Sportovní trénink*. Praha: Grada, 2010. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2118-7.

PŘÍVĚTIVÝ, L. *Vojenská tělovýchova*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-246-0805-7.

ROBERGS, R. A. a LANDWEHR, R. The suprising history of the “HRmax=220-age” equation. *Journal of Exercise Physiology* 2002, **5**(2), 1-5].

RODRIGUEZ F. A. Maximal oxygen uptake and cardiorespiratory response to maximal 400m free swimming, running and cycling tests in competitive swimmers. *J Sports Med Phys Fitness*. 2000;40(2):87–95.

SUCHOMELOVÁ, H. *Vliv vodního prostředí na změny srdeční frekvence*. Praha, 2009. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

SÝKORA, K. *K teorii vojenského plavání*. Praha: Karolinum, 2017.

Š-1-1, *Vojenský tělocvik*. Praha, 1935.

TELFORD R.D., HAHN A.G., CATCHPOLE E.A., PARKER A.R., SWEETENHAM W.F. Postcompetition blood lactate concentrations in highly ranked Australian Swimmers. *Swimming Science V*.1988: 277 – 283 31

Těl-1-1, *Tělesná příprava v československé lidové armádě*. Praha, 1989.

THIEL, D. a SÝKORA, K. Porovnání tepové frekvence ve vodním prostředí a na suchu. *Tělesná kultura*, 2016, 94–100, ročník 39, číslo 2

TOWN G, VANNESS J.M. Metabolic responses to controlled frequency breathing in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(1):112–6

TVRZNIČEK, A., SOUMAR, L. a SOULEK, I.. *Běhání*. Praha: Grada, 2004. Sport (Grada). ISBN 80-247-0715-2.)

VAN RAVENSWAALJ-A. C.M.A., LAA, K., HOPMAN, JCW, STOELINGA, G.B.A, VAN GEIJN, H.P. Heart Rate Variability. *Ann Intern Med*. 1993;118:436–447.

VÁGNER, M., DOLEŽAL, M., SÝKORA, K. a BARTÁK, E. *Speciální tělesná příprava – zkušební řády, programy instruktorských kurzů a profesní minimum*. Praha, 2004.

WIRTZ W, WILKE K, ZIMMERMANN F. Velocity, distance per stroke and stroke frequency of highly skilled swimmers in 50-m freestyle sprint in a 50 and 25-m pool. *Swimming Science VI*. 1992: 131 – 134

WOODWARD, R. a WINTER, P. Discourses of Gender in the Contemporary British Army *Armed Forces & Society*, (2004). 30(2), 279–301.

WYSS T, VON VIGIER RO, FREY F, MADER U. The Swiss Army physical fitness test battery predicts risk of overuse injuries among recruits. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2012 Oct;52(5):513-521.

## Internetové odkazy

Aerobní práh. *Sportvital.cz* [online]. [cit. 2019-10-07]. Dostupné z: <https://www.sportvital.cz/rejstrik/a/aerobni-prah>

Co je ANP, tepová frekvence, Anaerobní práh. *Sportigo.cz*. [online]. [cit. 2019-08-07]. Dostupné z: <https://www.sportigo.cz/co-je-anp/>

Co je aerobní a anaerobní práh? *Polar.com*. [online]. [cit. 2019-10-07]. Dostupné z: <https://www.polar.com/cs/smart-coaching/what-are-the-aerobic-and-anaerobic-thresholds>

Jaká je optimální tepová frekvence?. *Medlicker.com* [online]. [cit. 2019-08-08]. Dostupné z: <https://cs.medlicker.com/1559-tepova-frekvence>

Osobní váha Sencor. *Onlineshop.cz* [online]. [cit. 2019-11-08] Dostupné z: [https://www.onlineshop.cz/osobni-vahy/osobni-fitness-vaha-sencor-sbs-5051wh-554830P.html?gclid=CjwKCAiA27LvBRB0EiwAPc8XWdJWXJjddAl-3iaBv\\_lb4sArkDi7Wn5y11NHCHOJBohAU1k3dYgNVRoCODkQAvD\\_BwE](https://www.onlineshop.cz/osobni-vahy/osobni-fitness-vaha-sencor-sbs-5051wh-554830P.html?gclid=CjwKCAiA27LvBRB0EiwAPc8XWdJWXJjddAl-3iaBv_lb4sArkDi7Wn5y11NHCHOJBohAU1k3dYgNVRoCODkQAvD_BwE)

Temperature for competitive swimming pools. *Livestrong.com* [online]. [cit. 2019- 08- 15]. Dostupné z: <https://www.livestrong.com/article/480585-temperature-requirements-for-a-competitive-swimming-pool/>

Treadmill mercury h-p cosmos. *Healthmanagement.org* [online]. [cit. 2019-11-08] Dostupné z: <https://healthmanagement.org/products/view/treadmill-with-handrails-mercury-h-p-cosmos-sports-medical>

T-test. *FVHE* [online]. [cit. 2019-08-15]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn3/ttest.htm>

Zátěžová diagnostika ve vytrvalostním sportu - Anaerobní práh. *Pazicky.cz* [online]. [cit. 2019-08-07]. Dostupné z: <http://www.pazicky.cz/anaerobni.html>

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozdělení vytrvalostních schopností dle zóny energetické aktivace (Dovalil, 2009) .....	9
Tabulka 2: Borgova stupnice (zdroj: Borg 1998) .....	28
Tabulka 3: Údaje o probandech .....	29
Tabulka 4: Naměřené hodnoty při běžeckém testu .....	32
Tabulka 5: Průběh tepové frekvence při běžeckém testu .....	33
Tabulka 6: Naměřené hodnoty při plaveckém testu .....	34
Tabulka 7: Tepová frekvence v průběhu plaveckého testu .....	35
Tabulka 8: Výsledky párového t-testu na naměřených úsecích .....	38
Tabulka 9: Hodnoty spotřebované energie při testech u jednotlivých probandů .....	39

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Graf znázorňující průběh získávání energie v čase (Perič, 2010) .....	9
Obrázek 2: Současné výroční normy v AČR (NV MO č 12/2011) .....	13
Obrázek 3: Graf změn tepové frekvence a laktátu s intenzitou zatížení (Tvrzník, 2004) .....	19
<i>Obrázek 4: běžecký trenážér hp Cosmos (zdroj: healthmanagement.org) .....</i>	<i>26</i>
Obrázek 5: Umístění sport testeru a hrudního pásu na těle probanda (zdroj: vlastní fotografie) .....	27
Obrázek 6: Osobní váha SENCOR SBS 5051WH (zdroj: onlineshop.cz) .....	28
Obrázek 7: Graf průměrů tepových frekvencí v průběhu zkoumaných testů .....	36
Obrázek 8: Graf změn tepové frekvence s koeficientem vodního prostředí .....	37
Obrázek 9: Graf trvání plaveckého testu u jednotlivých probandů .....	37
Obrázek 10: Graf spotřeby energie .....	40

## Seznam příloh

Příloha 1: žádost o vyjádření etické komise .....	55
Příloha 2: informovaný souhlas .....	56
Příloha 3: pokyny k měření .....	57
Příloha 4: záznamové archy testů .....	58
Příloha 5: před testové rozcvičení .....	59

## Příloha 1: žádost o vyjádření Etické komise

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Porovnání tepových frekvencí při vytrvalostních testech výročního přezkoušení vojáků AČR z tělesné přípravy

**Forma projektu:** výzkumná práce - bakalářská práce

**Období realizace:** červen 2019 – červenec 2019

**Předkladatel:** Marek Gintner, UK FTVS vojenský obor

**Hlavní řešitel:** Marek Gintner, UK FTVS vojenský obor

**Místo výzkumu (pracoviště):** běžecký ovál UK FTVS PRAHA, plavecký bazén Praha Juliska

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** mjr. Mgr. Karel Sýkora PhD.

**Popis projektu:** Jedná se o experiment. Studie má za cíl zjistit rozdíly mezi výkony při vytrvalostních testech výročního přezkoušení v AČR u jednotlivců. K porovnání bude zapotřebí získat tepové frekvence u všech probandů. K měření bude použita neinvazivní metoda – sport tester. Všichni zúčastnění se zúčastní obou testů s nejlepším výsledkem podle tabulek AČR (tj. běh 3000m za 12 min. a 300m plavání za 4min. 20 s.).

**Charakteristika účastníků výzkumu:** 10 účastníků ve věku 20-25 let, studenti UK FTVS, potřebná fyzická zdatnost k zvládnutí testů. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění či akutní onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu ani s kardiovaskulárním onemocněním. Probandi mají platnou zdravotní prohlídku od sportovního lékaře.

**Zajištění bezpečnosti:** Při testu z plavání bude přítomen plavčík. Všechny testy se budou účastnit já, jako jediný a hlavní řešitel. Asistovat při měření mi budou kolegové z UK FTVS Praha. Před každou fyzickou aktivitou bude předcházet komplexní rozcvičení celého těla. Pokud by došlo ke zranění, bude na místě zajištěna první pomoc, případně bude následovat přivolání lékařské pomoci na lince 155. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

**Etické aspekty výzkumu:** Získaná data budou zpracována a bezpečně uchována v anonymní podobě a publikována v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita na další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány a po ukončení výzkumu smazány. Dále budou pořizovány videa z průběhu každého testu. Video budou sloužit ke zhodnocení a detailnímu prostudování prováděných testů. Videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány. Všechna získaná data budou uložena na privátním disku heslem zajištěného PC. Sledovat záznamy budu pouze já a vedoucí práce. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

**Text informovaného souhlasu:** příložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrdzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 20.6. 2019

Podpis předkladatele:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

**Složení komise:** Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

**Členové:** prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 043/2019

dne: 21. 6. 2019

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

- 20 -  
razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

## Příloha 2: informovaný souhlas

### INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážená paní, 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, Helsinskou deklarací, přijatou 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013) a dalšími obecně závaznými právními předpisy Vás žádám o souhlas s prezentováním a uveřejněním výsledků vyšetření a průběhu terapie prováděné v rámci praxe na UK FTVS PRAHA/sportovní centrum Juliska, kde Vás příslušně kvalifikovaná osoba seznámila s Vaším vyšetřením a následnou terapií. Výsledky Vašeho vyšetření a průběh Vaší terapie bude publikován v rámci bakalářské práce na UK FTVS, s názvem „*Porovnání tepových frekvencí při vytrvalostních testech výročního přezkoušení vojáků AČR z tělesné přípravy*“

Cílem této bakalářské práce je porovnat rozdíly tepových frekvencí jednotlivců v rámci vytrvalostních testů v AČR v běhu na 12 minut a 300m plavání. Testy budou probíhat v rozmezí dvou týdnů, s týdenním rozestupem. Testy budou probíhat v ranních hodinách. Před každým testem proběhne rozcvičení. Výbava k testům bude vlastní (tj. plavky, brýle na plavání a sportovní oblečení, běžecká obuv na běh). Během testu vám bude měřena tepová frekvence pomocí sport – testeru.

Získané údaje, fotodokumentace, průběh a výsledky terapie budou uveřejněny v bakalářské práci v anonymizované podobě. Osobní data nebudou uvedena a budou uchována v anonymní podobě. V maximální možné míře zabezpečím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení řešitele .....

Podpis:.....

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení.....

Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s prezentováním a uveřejněním výsledků vyšetření a průběhu terapie ve výše uvedené bakalářské práci, a že mi osoba, která provedla poučení, osobně vše podrobně vysvětlila, a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace, zeptat se na vše podstatné a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout prezentování a uveřejnění výsledků vyšetření a průběhu terapie v bakalářské práci nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně zasláním Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat řešitele.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení pacienta ..... Podpis pacienta:

.....

### **Příloha 3: pokyny k měření**

#### **POKYNY K MĚŘENÍ**

Dobrý den,

děkuji vám za účast na tomto měření k bakalářské práci, kterého se účastníte dobrovolně.

Před zahájením samotného měření, které bude probíhat v měsíci červnu a červenci 2019, bych vás rád požádal o dodržování následujících pokynů a harmonogramu.

#### **Měření Cooperův běh 25.6.2019**

14 účastníků bude podrobena testu aerobní vytrvalosti na 12 minut.

Test bude probíhat od 8 hodin ráno na atletickém oválu UK FTVS.

S sebou: vlastní běžecké vybavení, případně pití.

Celková doba, kterou zabere samotné měření, je jedna hodina.

#### **Měření – test z plavání 2.7.2019**

Všech 14 měřených se podrobí testu plavání na 300 m.

Test bude probíhat od 8 hodin ráno v prostorách krytého bazénu Juliska v Praze.

S sebou: Plavecké vybavení (brýle nepovinné, ale doporučené), ručník, případně tričko a šortky k izolaci tělesného tepla při čekání na start.

Celková doba testování na bazénu by měla být jedna hodina. Testování bude probíhat na dvou drahách.

#### **Prosím dodržujte**

8 hodin spánku před každým testem

Zdržení se konzumace alkoholu, doplňků stravy, tekutin obsahujících kofein a jakýchkoliv omamných látek 48 hodin před každým testem.

Vynechejte zvýšenou fyzickou aktivitu 24 hodin před každým prováděným měřením.

K snídani před testy doporučuji lehké jídlo (ovoce, müsli, cereální tyčinka)

Nahlaste jakékoliv zhoršení zdravotního stavu, ať už během nebo mezi testy, které by mohlo jakkoliv ovlivnit váš výkon během měření.

Za účast při studii děkuji.



## Příloha 4: záznamové archy testů

Proband č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ROZBĚH	2	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2
s(m)														
SF klid														
SF průměr														
SF max														
SF Zotav.														
Číslo sporttesteru	664	664	678	678	668	671	683	683	661	669	661	669	668	669

Proband č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
rozplavba	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
t														
SF klid														
SF průměr														
SF max														
pořadí														
Číslo sporttesteru	664	664	678	678	668	671	683	683	661	669	661	669	668	669

## **Příloha 5: před testové rozcvičení**

<u>Rozcvičení – běh</u>	<u>čas</u>	<u>Poznámka</u>
Rozběhání	5 min.	volně
Mobilizace krku a ramenního pletence	1 min.	za mírného poklusu
Dynamické protažení dolních končetin (výpady, rotace kloubů, dřepy)	2 min.	
Protažení stehen a lýtek	1 min.	
Švihová cvičení dolních končetin	1 min.	
Individuální	5 min.	