

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Porovnání energetického výdeje při přesunech v mokrém
a suchém oděvu**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Mgr. Karel Sýkora

Vypracoval:

Pavel Hrubý

Praha, 2013

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

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce Mgr. Karlu Sýkorovi za jeho cenné rady a trpělivost. Dále patří velký dík zejména mé rodině a přátelům za podporu při studiu.

Abstrakt

- Název:** Porovnání energetického výdeje při přesunech v mokrém a suchém oděvu.
- Cíle:** Cílem práce je porovnat energetický výdej na základě tepové frekvence při přesunu v suchém a mokrém oděvu při různých rychlostech.
- Metody:** Kvantitativní výzkum a následná intraindividuální komparace tepových frekvencí a energetického výdeje při přesunu v suchém a mokrém oděvu. Přesuny byly prováděny na běžeckém pásu a tepová frekvence byla měřena pomocí sporttestrů.
- Výsledky:** Z výsledků můžeme odvodit, že při rychlosti 8 km/h nebude rozdíl TF při přesunu v suchém a mokrém oděvu tak patrný. Dále bylo zjištěno, že při vyšších rychlostech je rozdíl tepové frekvence výrazný a v mokrém oděvu se u rychlosti 12 km/h TF přibližuje maximální TF.
- Klíčová slova:** Energetický výdej, tepová frekvence, vojenské plavání, přesun ve ztížených podmínkách.

Abstract

Title: Comparison of energy expenditure when moving on wet and dry clothes.

Objectives: The aim of this study is to compare energy expenditure based on heart rate when moving in dry and wet clothes in different speeds.

Methods: Quantitative research and subsequent intra-individual comparison of pulse frequency and energy expenditure when moving in dry and wet clothes. Movements were conducted on a treadmill and heart rate was measured by using sport testers.

Results: From the results we can deduce that at the speed of 8 km/h is on the short track the move in the dry and wet clothing approximately at the same energy intensive. Furthermore, it was found that at higher speeds, the difference in heart rates is bigger and wearing a wet clothes at speeds 12 km/h approaches maximum heart rate.

Keywords: Energy expenditure, heart rate, military swimming, moving in difficult condition

OBSAH

1	ÚVOD	9
2	REŠERŠE LITERATURY	11
3	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	13
3.1	PŘESUNY	13
3.2	ASPEKTY OVLIVŇUJÍCÍ VÝKON	14
3.2.1	SRDCE	14
3.2.2	SVALY	15
3.2.3	TEPOVÁ FREKVENCE	15
3.3	ENERGETICKÝ VÝDEJ	18
3.3.1	MĚŘENÍ ENERGETICKÉHO VÝDEJE	19
4	POUŽITÝ MATERIÁL A ZAŘÍZENÍ	22
4.1	SPORTTESTR	22
4.2	BĚŽECKÝ ERGOMETR	23
4.3	OBUV A ODĚV	25
4.4	MÍSTO MĚŘENÍ	26
5	PRAKTICKÁ ČÁST	27
5.1	METODIKA VÝZKUMU	28
5.1.1	STANOVENÍ VÝZKUMNÉHO SOUBORU (POPIS PROBANDŮ)	28
5.1.2	ZÍSKÁVÁNÍ A ZÁPIS DAT	31
5.1.3	ORGANIZACE VÝZKUMU	31
6	SOUHRN DAT	33
6.1.	PROBAND Č. 1, MUŽ, 21 LET	34
6.2	PROBAND Č. 2, MUŽ, 23 LET	36

6.3	PROBAND Č. 3, MUŽ, 27 LET	38
6.4	PROBAND Č. 4, MUŽ, 22 LET	40
<u>7</u>	<u>DISKUZE</u>	<u>45</u>
<u>8</u>	<u>ZÁVĚR</u>	<u>47</u>
<u>9</u>	<u>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</u>	<u>49</u>
<u>10</u>	<u>SEZNAM OBRÁZKŮ</u>	<u>51</u>
<u>11</u>	<u>SEZNAM TABULEK</u>	<u>52</u>
<u>12</u>	<u>SEZNAM GRAFŮ</u>	<u>53</u>
<u>13</u>	<u>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</u>	<u>54</u>

1 ÚVOD

V současné době jsou na příslušníky Armády České republiky kladeny vysoké nároky. O úspěchu mohou rozhodovat věci zdánlivě nepodstatné. Někdy je třeba dělat okamžitá rozhodnutí. Správné a profesionální rozhodnutí může být, v krajním případě, oním pomyslným jazýčkem na vahách při dosažení cíle. Mezi takovými situacemi patří i přesuny v terénu, které jsou nedílnou součástí každodenní vojenské praxe. S přesuny se lze setkat téměř po celou dobu výkonu vojenské služby. Zůstávají stále aktuální, a proto je jím věnována i tato práce.

Téma přesunů je velmi široké a dotýká se mnoha složek tělesné přípravy v Armádě České republiky (dále AČR). Jednou z těchto složek je i vojenské plavání a spojení těchto složek není vždy snadné. V AČR se voják může setkat například s problémem překonání vodní plochy. V ideálním případě má čas a prostor na to se rozhodnout, jakým způsobem jej bude řešit. Vzhledem k tomu, že přesuny mohou být komplikovány mokřím oděvem, voják musí řešit při přesunu problém svého tepelného komfortu a při namočení oděvu i váhu, kterou tento oděv má. Jak velký problém zde nastane, se bude odvíjet od připravenosti dané skupiny a její dovednosti v rozhodování a plánování svého dalšího postupu. Zda bude skupina překážku překonávat s veškerým oblečením na sobě, nebo zda se svleče a věci si zabalí tak, aby byly po překonání vodní plochy suché. Z tohoto důvodu může tato práce napomoci při výběru způsobu překonávání vodní překážky a dalšího postupu skupiny.

Dané téma jsem si zvolil také z důvodu mé účasti na vojenském závodě Summer Survival 2011, kde jednou z disciplín bylo co nejrychlejší překonání vodní plochy s následným přesunem do tábora. Volba řešení spočívala na každém jednotlivém týmu. Naše volba byla jít do vody v oděvu a následný přesun provést v mokřím oděvu. Disciplínu jsme zvládli rychleji než týmy, které se svlékaly, ale náš samotný přesun trval déle. Padlo tehdy mnoho argumentů pro obě řešení dané situace, avšak všechny tyto argumenty byly posuzovány pouze subjektivně. Proto jsem se rozhodl danou problematikou zabývat hlouběji a zjistit, kdy je výhodnější se pro následný přesun svléknout a zabalit oblečení do batohu tak, aby zůstalo suché, a kdy je vhodnější použít druhý postup, tj. přesun v mokřím oděvu.

Práce má část teoretickou a praktickou. Teoretická část se věnuje problematice vojenských přesunů, tepové frekvence probandů a energetickému výdeji při přesunu v mokřém a suchém oděvu. V praktické části se pak věnuji jednak vlastnímu průzkumu, výběru probandů, sběru a porovnání dat, ale i popisu technického zařízení nutného k uskutečnění výzkumu.

2 REŠERŠE LITERATURY

Jádrem a cílem této bakalářské práce je kvantitativní výzkum. Základní informace byly získány z prací Hendla (1997) a jeho publikace posloužila jako vhodný základ k čerpání informací ohledně práce s daty. Publikace pojednává o výzkumu a dává odpovědi na otázky, jakým způsobem při psaní práce postupovat, jak výzkum plánovat, jaké je možné použít metody, jakým způsobem práci rozčlenit a další. Takto nabyté informace byly použity pro záznam a zpracování dat, které jsou součástí bakalářské práce.

V teoretické části bylo nutné se nejdříve seznámit s teoretickými východisky a veškerými souvislostmi energetického výdeje a tepové frekvence. Problematikou tepové frekvence se, kromě jiných, zabývají Soumar (2004) a Benson (2011). Soumar ve své publikaci pojednává o pohybovém aparátu obecně, mimo jiné pak o srdci a vlivu tréninku na průběh tepové frekvence. Benson pak v díle *Trénink podle srdeční frekvence* popisuje, jak tepovou frekvenci monitorovat, rozlišuje hodnoty tepové frekvence a ukazuje jak vypočítat maximální tepovou frekvenci. Důležitou inspirací byla dále kapitola věnující se sporttestu a jeho správnému využití. Zdrojem informací o energetickém výdeji (dále EV), možnostech jeho měření a rozdělení byly pro mne práce Svačiny (2008), Javoroky (2001) a Trojana (2003). První z autorů byl přínosem především v části věnující se energetickému metabolismu, energetickou potřebou organismu a metodám sledování energetického výdeje. Dalším významným zdrojem informací byla práce Havlíčkové (2008), která zohledňuje a eliminuje veškeré možné vlivy okolního prostředí, zabývá se problematikou fyziologie a popisuje pohybový aparát a funkci srdce, ale věnuje se i celkovému pohledu na lidský organismus. Proto se její publikace jevila jako nejvhodnější pro pochopení celé problematiky. Další informace pak byly doplněny z prací již výše zmíněných autorů.

Vzhledem k zaměření textu bylo pro účely práce nezbytné seznámit se také s normativním výnosem č. 12 Ministerstva Obrany z r. 2011, zabývajícím se vojenským plaváním, přesuny a veškerou speciální tělesnou přípravou v AČR. Je zde podrobně popsáno rozdělení, obsah a cíle těchto výcviků, díky čemuž bylo možné získat informace ohledně výročního vojenského přezkoušení a jeho hodnocení.

Měření rozdílu tepové frekvence, se již dříve věnovali někteří autoři, např. Kozel (2012) a Částka (2011). Kozel (2012) se zabývá porovnáváním srdeční frekvence a hladiny laktátu při plavání v proudnicovém kanále a v plaveckém bazéně. Daný autor tedy porovnává dvě různá prostředí a jejich vliv na organismus. Jeho práce se proto stala vhodným podkladovým materiálem a zdrojem informací. Další informace byly získány z bakalářské práce Částky (2011), která se věnuje porovnání energetického výdeje a tepové frekvence při pěších přesunech s nesenou zátěží a bez nesené zátěže v zimních podmínkách. Částka se dále věnuje subjektivnímu vnímání zátěže při přesunu. Autor zde uvádí, že probandi při přesunu nejsou schopni odhadnout svou tepovou frekvenci a subjektivně svou tepovou frekvenci při přesunu s nesenou zátěží přeceňují.

3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

3.1 Přesuny

Cílem výcviku přesunů v AČR je připravit vojáka, skupinu vojáků nebo jakoukoliv organizovanou složku ke zdolání přesunu na delší vzdálenost bez použití dopravních prostředků, nebo překonání dlouhých či krátkých úseků v nebezpečném či obtížném terénu (NV-MO 12/2011).

Úkolem těchto přesunů je naučit vojáka překonávat určitou vzdálenost v terénu co nejefektivněji, za pomoci vlastní výbroje a výstroje. Naučit ho tedy co nejlépe pracovat s vlastním vybavením tak, aby po dokončení daného přesunu mohl voják dále pokračovat v činnosti a nemusel se zaobírat problémy spojenými s předešlým přesunem.

Přesuny patří do jedné z oblastí Speciální tělesné přípravy (dále STP) v AČR.

Kategorie přesunů dle obsahu výcviku (NV-MO 12/2011)

Pěší přesuny

Tyto přesuny se zabývají především chůzí a během na jakoukoli vzdálenost. Jsou to přesuny, kde voják nevyužívá žádné speciální pomůcky, ani nemusí vytvářet pomůcky pro přesun. Obsahem pěších přesunů jsou také ty s odlehčenou výbavou, popřípadě bez nesené výbavy, ale také přesuny s nesenou zátěží.

Přesuny na sněhu a ledu

Tyto přesuny se zabývají pohybem v zimních podmínkách. Jako jediné z přesunů spadajících do STP v AČR vyžadují pro vedení kvalifikovaného instruktora. Přesuny obsahují pohyb na sněžnicích a skialpech, proto je zde potřeba mít dobře zvládnutou techniku lyžování všemi způsoby, a to jak techniku pluhu, tak i freeride ve volné přírodě. Dále se tato kategorie přesunů zabývá pohybem po sněhu se speciálními prostředky, jako jsou mačky, cepíny, sněžnice, atd.

Přesuny na vodě a v bažinách

Přesuny jsou velice úzce spjaty s vojenským plaváním a z velké části se prolínají. Obsahem přesunů je ovládnutí různých druhů plavidel za pomoci vesel, pádel, bidel a dalších improvizovaných prostředků. Přesuny jsou prováděny na plavidlech umělých, jako je raft či kánoe, ale je zde také možnost vytvoření improvizovaných prostředků (například různé druhy vorů). Do této kategorie přesunů také spadá překonávání bažinatých úseků v terénu a jiných mokřin.

Vojáci, kteří chtějí být zařazeni do výcviku v přesunech na vodě a v bažinách, musí být schopni skočit do vody z výšky minimálně jednoho metru a uplavat vzdálenost 300 metrů libovolným způsobem bez přerušení (NV-MO 12/2011). Od roku 2011 mohou být výcviky v přesunech na vodě a v bažinách konány pouze pod vedením kvalifikovaného instruktora.

3.2 Aspekty ovlivňující výkon

Podkapitola aspekty ovlivňující výkon obsahuje informace o životně důležitém orgánu – srdci, jeho funkci a tepové frekvenci. Tepová frekvence je jedním z nejdůležitějších parametrů, podle kterého můžeme posuzovat práci srdečního svalu. Tato kapitola ukazuje jak tepovou frekvenci správně monitorovat, chápat a interpretovat.

3.2.1 Srdce

Srdce se podílí na každé pohybové činnosti člověka. Dle Trojana (1999) je srdce dutým orgánem, jehož činnost zabezpečují dvě anatomicky a funkčně spojená čerpadla – levá a pravá polovina srdce. Při veškeré aktivitě se tento orgán řídí několika regulačními systémy. Podle Trojana (1999) tyto systémy můžeme rozdělit na nervové, humorální a celulární. Všechny tyto systémy v zásadě působí na jeden nebo více z následujících jevů:

- 1) Srdeční frekvence
- 2) Síla srdeční kontrakce
- 3) Síňokomorový převod
- 4) Vzrušivost myokard

3.2.2 Svaly

Jak se ve své práci zmiňuje Funfálek (2013), svaly významným způsobem ovlivňují daný výkon. Kosterní sval je aktivní část pohybového systému zajišťující schopnost pohybu. Díky svalům se můžeme pohybovat a ovlivňovat tak vnější prostředí. Kosterní svalovina tvoří 35 – 40 % tělesné hmotnosti člověka.

„Anatomicky se skládá ze snopců a snopečků, jejichž základní funkční jednotkou je svalové vlákno, fyzikálními vlastnostmi svalu je pružnost a pevnost a fyziologickými vlastnostmi pak dráždivost, stažlivost a vodivost“ (Dylevský 2008).

Činnost svalu vyvolává vzruchová aktivita. Je to mechanická odpověď na podráždění přicházející v podobě vzruchů z nervových center (Čihák 2002). Charakteristickou vlastností svalu je schopnost kontrakce a relaxace. Kontrakce je přímou přeměnou chemické energie na mechanickou a projevuje se tenzí a případným zkrácením svalu. Různé typy svalů zajišťují veškerou aktivní tenzi a veškerý aktivní pohyb včetně pohybů umožňujících komunikaci prostřednictvím mimiky, mluveného slova, psaní ale také například cirkulaci krve a mnoho dalších (Trojan 1999).

3.2.3 Tepová frekvence

Tepová frekvence (dále TF) je počet srdečních stahů provedených během jedné minuty. Kohlíková (2007) zmiňuje tepovou frekvenci jako výsledek aktivity srdce kdy se pohmatem na tepně vřetenní, zápěstní nebo krkavici stanovuje počet tepových vln jako projevu srdeční činnosti.

Tepová frekvence se dělí na klidovou, aktuální a maximální (Škopek, 2010).

Klidová TF

Pohybuje v rozmezí okolo 70 - 80 tepů za minutu. Klidová hodnota se nejlépe měří během spánku nebo ihned po probuzení. U trénovaných sportovců se hodnota snižuje a může dosahovat hodnot kolem 50 -ti tepů za minutu. Podle klidové hodnoty je možno do určité míry zjistit trénovanost jedince. Pokud se nám po tréninku a zotavení TF sníží, značí to, že je jedinec trénovanější nebo více odpočatý. Zvýšení TF pak může být známkou buď nekvalitního zotavení, nebo příznaku existence jiného stresového faktoru (nemoc, psychický problém atd.).

Aktuální TF

Tato hodnota má vliv na spalování tuků, vytváření svalů a podobně. Při dosahování vysoké frekvence dochází k trénování vytrvalostních a silových schopností ale nedochází zde k tak velkému spalování tuků. Naopak při dosahování příliš nízkých hodnot může trénink vést k neefektivnímu účinku, tzn. trénink je zbytečný, neboť se s tělem nic neděje.

Maximální TF

Její hodnota odpovídá maximální intenzitě, kterou je jedinec a jeho organismus ještě schopen vyvinout. Tuto hodnotu nelze udržet delší dobu, je velmi individuální a s rostoucím věkem klesá. Snadné a rychlé vypočítání této hodnoty objevili v 70. letech minulého století Fox a Haskell. Tato metoda je však díky své obecnosti nepřesná. Pro výpočet tepové frekvence se používá následující vzorec:

$$SF_{\max} = 220 - \text{věk}$$

Možnou metodou měření maximální TF je též testování na bicyklovém ergometru, v laboratoři za pomoci elektrod. Na bicyklu je postupně přidávána zátěž a jedinec má za úkol co nejdéle udržet stálé tempo. Průměrná frekvence srdečních stahů, které se projevují tepovou vlnou u dospělého člověka, jenž je ve fyzickém i duševním klidu, 70 – 80 za minutu. Při tachykardii se tento objem zpočátku zvýší (až na 30 a více litrů za minutu). A naopak při velmi rychlé srdeční akci klesá (to proto, že se při rychlé frekvenci dutiny nestačí dostatečně naplnit krví). (Dylevský, 2007)

Dynamiku změn TF lze pozorovat jak před samotným výkonem – klidová fáze, během výkonu – fáze zatížení, tak i po skončení daného výkonu – fáze uklidnění.

Maximální tepová rezerva (MTR)

Každý člověk se může pohybovat jen v určitém rozmezí své tepové frekvence. Toto rozmezí se nazývá maximální tepová rezerva. Závisí na maximální a klidové frekvenci daného jedince a ostatních parametrech jako je např. zdravotní stav. Tato rezerva je vhodná pro určování intenzity a zatížení při tréninku. Výpočet maximální tepové rezervy je:

$$\text{MTR} = \text{SF}_{\text{max}} - \text{S}_{\text{klid}}$$

Fáze TF při sportovní činnosti:

Klidová fáze

TF je měřena před začátkem výkonu. Její hodnoty se pohybují okolo 70 - 80 tepů za minutu. Do této fáze se počítá i čas těsně před zahájením výkonu, kde TF výrazněji stoupá vlivem podmíněných reflexů a emocí. Tyto změny nám dohromady udávají tzv. předstartovní a startovní stavy. Podle trénovanosti na nás působí rozdílné druhy vlivů. U trénovaných sportovců jsou to především podmíněné reflexy spojené se svalovou činností a u netrénovaných spíše emoční složka. U žádného sportovce nelze odmyslet ani psychickou stránku jedince.

Fáze zatížení

Je to fáze již při samotném výkonu sportovce. Dochází zde v počátku k největšímu nárůstu TF - „část iniciální“ poté zpomaluje a ustálí se na hodnotách, které odpovídají danému výkonu - „část homeostatická.“ Hovoříme tedy o stálém stavu TF. Ve zmíněné fázi TF je mnoho faktorů, které nám ji mohou výrazně ovlivňovat, a to jak zvyšovat, tak i snižovat.

Fáze uklidnění

Poslední fáze, kdy dochází k návratu TF do klidových hodnot. Křivka návratu je zpočátku strmá, později pozvolna klesá až do absolutních klidových hodnot. Rychlost návratu hodnot závisí na trénovanosti jedince.

Vlivy ovlivňující tepovou frekvenci

Zevní prostředí výrazně ovlivňuje TF nejen sportce, který musí podávat kvalitní výkon ve ztížených podmínkách, ale i běžného člověka.

Hlavními vlivy omezující daný výkon dle Havlíčkové (2008) jsou:

- teplo
- tlak
- vlhkost
- povětrnostní podmínky
- záření
- akustické podmínky
- světelné podmínky
- atmosférické podmínky
- kosmické podmínky
- narušení životního prostředí

3.3 Energetický výdej

Organismus neustále potřebuje ke svému fungování energii - v jakoukoliv denní i noční dobu spotřebovává energii, a to i v době kdy spíme (při spánku zejména mozek). Při fyzické námaze se tato spotřeba energie zvyšuje. Energetický výdej je zaznamenáván v jednotkách (J, kJ, cal, Kcal), anebo jako hodnoty úrovně metabolismu.

Jak ve své práci zmiňuje Částka (2011), přesuny patří mezi aerobní činnosti. *„Aerobní procesy jsou chemické (rozkladné) děje, při kterých dochází k uvolňování energie za přítomnosti kyslíku. Aerobní procesy jsou podmíněny především kapacitou organismu přijímat kyslík z atmosférického vzduchu a výkonností srdečně oběhového systému“* (Dovalil 2008). Celkový výdej energie se skládá z bazálního energetického výdeje (dále EV), klidového EV a fyzické aktivity.

Bazální energetický výdej

Jde o energii nutnou pro udržení základních fyziologických funkcí. Bazální metabolismus tedy „*pokrývá energeticky dostačujícím způsobem všechny vitální funkce člověka (organismu).*“ (Trojan a kol., 2003). Veškerá lidská aktivita pak tyto nároky zvyšuje. Javorka (2001) definuje bazální EV jako množství energie potřebné na zabezpečení fungování organismu za bazálních podmínek (bdělý stav, psychický a fyzický klid, poloha vleže, postabsorbční stav,¹ termoneutrální zóna²). Jak však autor sám zmiňuje, ani za těchto podmínek není metabolismus skutečně bazální. Neodpovídá totiž nejmenšímu množství energie potřebné na pokrytí životních procesů, ale vyjadřuje pouze nejnižší množství energie vynaložené na udržení životních procesů.

Klidový energetický výdej (klidový metabolismus)

Klidový energetický výdej je množství energie odpovídající energetickým potřebám organismu vykonávajícímu běžný fyzický pohyb či aktivitu (Svačina, 2008). Klidový EV tedy vyjadřuje energetické nároky organismu v jakoukoli denní dobu.

Fyzická aktivita

O výdeji při fyzické aktivitě hovoříme tehdy, kdy již naše tělo vykonává nějaký druh aktivní činnosti nebo sportovní či fyzické zátěže. Můžeme říci, že při pohybové aktivitě se energetický výdej zvyšuje o 20 – 60 % v ohledu na typ zátěže (Svačina, 2008).

3.3.1 Měření energetického výdeje

Určování EV bylo velkým tématem jak při medicínských pokusech (např. hubnutí), tak i při sportovních výkonech. Sledování energetické spotřeby má tedy velký význam

¹ Tímto stavem se rozumí stav 12-18 hodin po požití posledního jídla.

² Termínem se rozumí příjemná pokojová teplota, při které metabolismus výrazně neovlivňuje vnější teplota prostředí.

v mnoha oborech. Díky moderní technice můžeme přesně zjistit, kolik energie vydáme za určitou dobu dané činnosti. Tato měření mají praktický význam pro každodenní život. V běžném životě se s ním můžeme setkat nejčastěji při sestavování jídelníčku.

Dnes již existuje řada jednoduchých metod, kterými lze EV spočítat. Tyto měření můžeme rozdělit do dvou kategorií:

- laboratorní – vyžaduje potřebné zázemí a zařízení,
- terénní - nevyžaduje složitá zařízení, ale je zatíženo chybou až 30 %. (Bencko, 1998)

Dalšími metodami, kterými lze EV měřit je metoda přímé a nepřímé kalorimetrie.

Přímá kalorimetrie

Metoda měřící energii uvolněnou spálením potravy mimo tělo oxidací sloučenin v přístroji zvaném kalorimetr (Ganong, 2005). Kalorimetr je kovová nádoba obložená vodou. V ní se za pomoci elektrické jiskry spaluje příslušný potravinový článek. Změna teploty vody je následně měřena pomocí množství vytvořených kalorií (měří se množství tepla vydaného do prostředí). Podle Javoroky (2001) tato metoda vychází z předpokladu, že množství uvolněné energie oxidací energetických látek potravy je totožné s množstvím energie uvolněné spálením potravy mimo organismus. Přímá kalorimetrie je méně častý způsob měření EV, hlavním důvodem je větší složitost a finanční náročnost. Především bazální metabolismus se tedy zpravidla měří nepřímou.

Nepřímá kalorimetrie

„Nepřímé měření se opírá o poznatek, že množství tepla uvolněné za jednotku času při přeměně látek v organismu je možné vypočítat podle množství spotřebovaného O_2 a vytvořeného CO_2 “ (Javoroka, 2001). Jak však uvádí Ganong (2005), jedním z problémů této metody je to, že se změnou typu oxidované látky mění množství uvolněné energie na jeden mol spotřebovaného O_2 .

Díky náročnosti laboratorního měření byl v práci pro vypočítání energetického výdeje využit výpočet energetického výdeje s využitím relativních koeficientů energetické

náročnosti činností, kterou ve své knize uvádí Bunc (2009). Tato metoda využívá koeficientu energetické náročnosti činností, který byl stanoven podle druhu cvičení a SF. Dále využívá hmotnosti a doby cvičení testovaného. V bakalářské práci se tato metoda jeví jako nejvhodnější, jelikož proměnou je právě hmotnost oděvu.

Vzorec pro energetický výdej je tedy:

$$\text{čas \{min\} x hmotnost \{kg\} x koeficient energetické náročnosti \{ KJ.min^{-1}.kg^{-1}\}}$$

čas (min) – doba, za kterou proband překoná celou dráhu přesunu vyjádřená v minutách

hmotnost (kg) – váha probanda s oděvem při přesunu vyjádřená v kilogramech

koeficient energetické náročnosti (KJ.min⁻¹.kg⁻¹) – energetická náročnost dané činnosti vyjádřená pomocí tabulkové hodnoty

4 POUŽITÝ MATERIÁL A ZAŘÍZENÍ

4.1 Sporttester

Sporttester neboli měřič TF poskytuje spolehlivou a přesnou zpětnou vazbu na zvolené cvičení a jeho intenzitu. Sporttester má na rozdíl od ručního měření TF nespornou výhodu, a to v kontinuálním a nepřetržitém měření TF. Při ručním měření jsme odkázáni pouze na přestávky v běhu nebo chůzi. „*Praktické studie uvádějí chybu ručního měření v rozmezí 5 % až 10 %*“ (Soumar, Soulek, 2004).

Při výzkumu byly používány sporttestery POLAR typu S610i, které po celou dobu přesunů měli probandi připevněny na těle, a které ukládaly data do vlastní paměti. Tento typ sporttestru se skládá ze dvou základních částí - hrudního pásu a hodinek. Hrudní pás se umísťuje do spodní části hrudní kosti, aby co nejlépe snímal srdeční činnost. Hodinky se umísťují na zápěstí. Celkové balení sporttestru POLAR typu S610i dále obsahuje ruční manuál v angličtině, reklamační záznamový arch a instalační CD. Tento typ sporttesteru nám umožňuje záznam tepové frekvence ve třech různých intervalech - 5, 15 a 60 sekund. V práci byl použit záznam v intervalu 5ti sekund. Záznamy z hodinek lze pomocí infračerveného portu přenést rovnou do počítače, ale tento systém funguje pouze pro starší modely Windows a v moderních programech ho nelze využít.



Obrázek č. 1 - Sporttester

Zdroj: Vlastní

Technické parametry sporttestru:

- baterie: CR2430 s výdrží průměrně 2 roky
- omezení teploty: od -10 °C do +50 °C
- odolnost vůči vodě: do 50 - ti metrů
- hrudní pás: výdrž baterie 2500 hodin

Další funkce hodinek:

- osvětlený displej
- stopky, alarm
- kalendář, čas, datum
- celkový čas cvičení
- průměrná a maximální tepová frekvence
- neomezený počet záznamů
- možnost intervalového tréninku

4.2 Běžecský ergometr

Běžecský ergometr je dalším přístrojem používaným k měření TF. V našem případě šlo o typ RUN – 7403 od firmy RUNNER, který již spadá do kategorie vysoce profesionálních přístrojů. Je využíván nejen ve sportcentrech, ale ve svých střediscích ho využívá i AČR a Policie ČR. Běžecský pás RUN – 7403 má 50 programů, které si lze nastavit a 10 profilů trati. Díky jeho odpružené běžecské ploše je zmenšen náraz na pás a tím i šetřen pohybový aparát běžce. Hlavní předností tohoto přístroje je jeho bezproblémová údržba - má automatické promazávání olejem, který se musí doplňovat podle frekvence využívání přístroje.



Obrázek č. 2 - Běžecký pás

Zdroj: Vlastní

Technické parametry běžeckého ergometru:

- odpružená nášlapná plocha 154 x 54 cm
- boční rám s trenažerovým počítačem
- váha - 245 kg
- nosnost- 180 kg
- výška / šířka / délka – 154 / 88 / 220 cm
- elektromotor 3PS
- přepravní kolečka

Další funkce ergometru:

- rychlost – 0,2 až 25 km/h
- náklon pásu - -0,3 % až 23 %
- bezpečnostní spínač pro okamžité zastavení pásu
- 50 programů a 10 druhů tratí
- tréninkové programy
- měření spotřeby kalorií

- měřič pulsu
- nastavení času, vzdálenosti, rychlosti

4.3 Obuv a oděv

Z důvodu co nejreálnější simulace podmínek bylo použito základního vojenského oděvu a obuvi bez jakékoliv další přidané zátěže.

Oděv:

- blůza letní, vz. 95 se zeleným potiskem
- kalhoty letní, vz. 95 se zeleným potiskem
- ponožky, vz. 2000
- nátělník khaki s krátkým rukávem

Obuv:

- obuv polní vz. 2000



Obrázek č. 3 - Obuv a oděv

Zdroj: Vlastní

4.4 Místo měření

Pro měření bylo zvoleno tělovýchovné centrum Hala Ruzyně. Tělovýchovné centrum zajistilo téměř ideální podmínky pro měření – tělocvična, šatny, hygienické zařízení. Menší nevýhodou bylo to, že měření mohlo být prováděno pouze v místě, kterým vedla trasa do vedlejší tělocvičny, a probandi mohli být rušeni kolemjdoucími.

Tělovýchovné centrum simulovalo laboratorní podmínky. I přesto, že měření bylo prováděno v zimních měsících, tělocvična byla vyhřívána a vždy se teplota vzduchu pohybovala v rozmezí 18 až 22°C. Místnost byla prosvětlena umělými světly a okna měla zatažené rolety, i přesto, že jsou situována na západ. Díky uzavřené místnosti se také mohl zanedbat vliv povětrnostních podmínek. Jako rušivé vlivy, které mohly ovlivnit případný výsledek měření, byly vyhodnoceny především akustické jevy. V tělocvičně při přesunech na ergometrech z velké části probíhala dobrovolná činnost ostatních sportovců, jako byl fotbal nebo tenis. Dalším rušivým elementem mohli být ostatní cvičenci na běžeckých nebo bicyklových ergometrech umístěných vedle ergometrů pro měření.

5 PRAKTICKÁ ČÁST

Výzkumná otázka:

Jaký je rozdíl energetického výdeje na základě tepové frekvence při přesunu v mokřém a suchém oděvu?

Cíl výzkumu:

Cílem práce je porovnat energetický výdej na základě tepové frekvence při přesunu v suchém a mokřém oděvu při různých rychlostech.

Hypotéza:

Předpokládá se, že přesun v suchém oděvu bude podstatně méně energeticky náročnější a rozdíl tepové frekvence při přesunu v suchém a mokřém oděvu bude s rostoucí rychlostí vzrůstat.

Teoretické zdůvodnění:

Práce se zabývá zjištěním rozdílu dvou přesunů s rozdílem zatížení. Jak je známo, voják musí plnit rozkazy, i když jejich splnění závisí na různých překážkách. Z hlediska taktiky je někdy nutností přesun přes vodní tok v oděvu. Překonání vodní plochy je pro mnoho vojáků velkým problémem a správné rozložení sil pro její překonání a následný přesun s časovou náročností už vyžaduje velké zkušenosti a znalosti daného problému. Vojáci zde totiž nemohou počítat jen se zvýšenou vahou mokřého oděvu, ale i se ztíženým pohybem v mokřém oděvu. Práce také proto vyjadřuje zvyšující se náročnost přesunu v mokřém oděvu. Téma je pro potřeby vojenské praxe aktuální a jeho výsledky mohou ovlivnit rozhodování jednotlivců a skupin jak při vojenských soutěžích, tak v reálném životě. Poznatky experimentu pak mohou sloužit jako cenný zdroj informací při řešení nastíněného problému v praktickém životě, a to při rozhodování o způsobu překonání vodního toku.

5.1 Metodika výzkumu

5.1.1 Stanovení výzkumného souboru (popis probandů)

Výzkumný soubor probandů tvořili čtyři studenti Univerzity Karlovy, Fakulty tělesné výchovy a sportu, oboru Vojenská tělovýchova. Všichni se aktivně věnují sportu, žádný z nich však na národní či mezinárodní úrovni. Jejich věkové rozmezí se pohybuje od 21 do 27 let, přičemž věkový průměr je 23,5 let. Maximální TF byla měřena pomocí vzorce: $SF_{max} = 220 - \text{věk}$ (viz str. 15).

	Věk	Váha	Výška	Klidová TF	Maximální TF	MTR
Proband 1	21	72	176	44	199	155
Proband 2	23	75	182	60	197	137
Proband 3	27	71	173	48	193	145
Proband 4	22	70	174	63	198	135

Tabulka č. 1 – Základní informace testovaných probandů

Všichni probandi absolvovali povinné vojenské výroční přezkoušení z tělesné přípravy na výtečnou. Výroční přezkoušení z tělesné přípravy specifikováno Normativním výnosem Ministerstva obrany z roku 2011, je organizováno každoročně v období od 1. května do 30. června a je uzavřeno 30. září po skončení všech přezkoušení. Skládá se ze dvou složek – silového testu a vytrvalostního testu, které musí být vykonány v jeden den.

Při silovém testu má voják na výběr jednu ze dvou možností. První možnost je vykonání maximálního počtu shybů na hrazdě bez časového omezení. Druhá možnost se skládá ze dvou částí. Kliků po dobu třiceti vteřin a sedů lehů po dobu šedesáti vteřin.

Při vytrvalostním testu má voják na výběr také ze dvou možností. První je běh na 12 minut po atletické dráze. Zde se počítá uběhnutá vzdálenost za daný časový limit. Druhá je plavání na vzdálenost 300m, povolen je startovní skok a zapisuje se výsledný čas vojáka.

Voják dostává hodnocení každého testu zvlášť, a to podle dosaženého počtu, nebo času, který je zaznamenán v tabulce č. 1. Vojáci jsou zařazováni do věkových

kategorií (viz tatáž tabulka), podle kterých jsou hodnoceni. Výslednou známku určuje kombinace obou testů podle tabulky č. 2.

Celou organizaci výročního přezkoušení má na starosti tělovýchovný pracovník, který dohlíží na dodržování pravidel a správnosti prováděných cvičení. Následně pak zapisuje výsledek cvičení do evidenčního listu.

Číslo testu	1/2			3			18			19		
Název cvičení	Soukromé silové cvičení (leh-sed/klik-vzpor)			Shyb na hraždě			Běh na 12 minut			Plavání na 300 m		
Hodnocení	výtečně	dobře	vyhovující	výtečně	dobře	vyhovující	výtečně	dobře	vyhovující	výtečně	dobře	vyhovující
Měřená jednotka	počet			počet			vzdálenost			minuty		
I. Do 30 let	52/32	46/28	42/22	12	10	8	3000	2800	2600	4:20	5:20	6:00
II. 31 – 35 let	51/30	45/27	39/22	11	9	7	2950	2700	2500	4:30	5:30	6:20
III. 36 – 40 let	44/27	40/24	34/19	10	8	6	2850	2600	2400	4:40	5:50	6:40
IV- 41 – 45 let	41/25	39/22	32/16	9	7	5	2750	2500	2200	4:55	6:10	7:20
V. 46 – 50 let	38/23	34/19	29/13	8	6	4	2650	2300	2000	5:10	6:30	7:50
VI. 50 a více let							2400	2100	1800	5:20	6:50	9:00

Tabulka č. 2 – Normy a hodnocení kontrolních testů výročního přezkoušení vojáků z tělesné přípravy
Zdroj: Normativní výnos Ministerstva obrany, 2011

I. až V. věková kategorie voják, vojákyně																
hodnocení ze silového testu	1	1	2	2	1	3	2	3	3	1	4	2	4	3	4	4
hodnocení z vytrvalostního testu	1	2	1	2	3	1	3	2	3	4	1	4	2	4	3	4
celkové hodnocení	1	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4

Tabulka č. 3 – Celkové hodnocení jednotlivce z výročního přezkoušení z tělesné přípravy
Zdroj: Normativní výnos Ministerstva obrany, 201

5.1.2 Získávání a zápis dat

Prvotním záměrem bylo měření TF v pětisekundových intervalech. V předvýzkumu se pak ověřilo, že takto získané množství dat je extrémně velké a na tomto základě byla provedena změna zaznamenávání dat následujícím způsobem – v intervalu pěti sekund byly zaznamenávány hodnoty pouze prvních 95 sekund, poté byla data zaznamenávána v desetisekundových intervalech. Tato hranice byla stanovena z důvodu největšího nárůstu TF a největších rozdílů v záznamech. Všechna naměřená data byla zaznamenána ručně do MS Office Excel. Dále byly vytvořeny grafy porovnávající tepovou frekvenci v suchém a mokřém oděvu všech probandů v rychlostech 8, 10, a 12 km/h.

5.1.3 Organizace výzkumu

Výzkum byl prováděn na čtyřech probandech Vojenského oboru při FTVS UK. Měření se uskutečnilo v hale tělovýchovného centra Ruzyně, na dvou běžeckých trenažérech. Po dobu probíhajícího měření měli probandi na sobě pouze kompletní sporttestr a základní vojenskou ústroj.

Výzkumu předcházely tyto plánovací procesy:

- zajištění běžeckých trenažérů
- zajištění souhlasu vedoucí centra s použitím těchto běžeckých trenažérů, povolení vstupu ve vojenskou obuv a zajištění povolení k smáčení trenažérů od mokrého oblečení a obuvi
- zajištění materiálního vybavení – sporttesterů, nepromokavých vaků, ale i úklidového náčiní a pomůcek
- přezkoušení sporttesterů a běžeckých pásů před vlastním měřením
- provedení předvýzkumu s jedním probandem

Vlastní měření

Měření bylo prováděno celkem šest dní. Mezi jednotlivými měřícími dny byl vždy minimálně jeden den pauzy, maximálně však dny tři. Délka přesunu byla stanovena na 3 kilometry. Přesuny byly uskutečněny v následujícím pořadí:

1. den – suché oblečení – rychlost přesunu 8 km/h
2. den – suché oblečení – rychlost přesunu 10 km/h
3. den – suché oblečení – rychlost přesunu 12 km/h
4. den – mokré oblečení – rychlost přesunu 8 km/h
5. den – mokré oblečení – rychlost přesunu 10 km/h
6. den – mokré oblečení – rychlost přesunu 12 km/h

Každý proband tedy provedl přesun na 3 km ve třech různých rychlostech vždy dvakrát – v suchém a mokřém oděvu.

6 SOUHRN DAT

V následující kapitole jsou zaznamenány všechny naměřené výsledky probandů do grafů. V celkovém součtu 12-ti grafů (od každého probanda tři) se porovnávají způsoby přesunu v suchém a mokřém oděvu, přičemž hodnoty TF jsou barevně odlišeny podle způsobu přesunu:

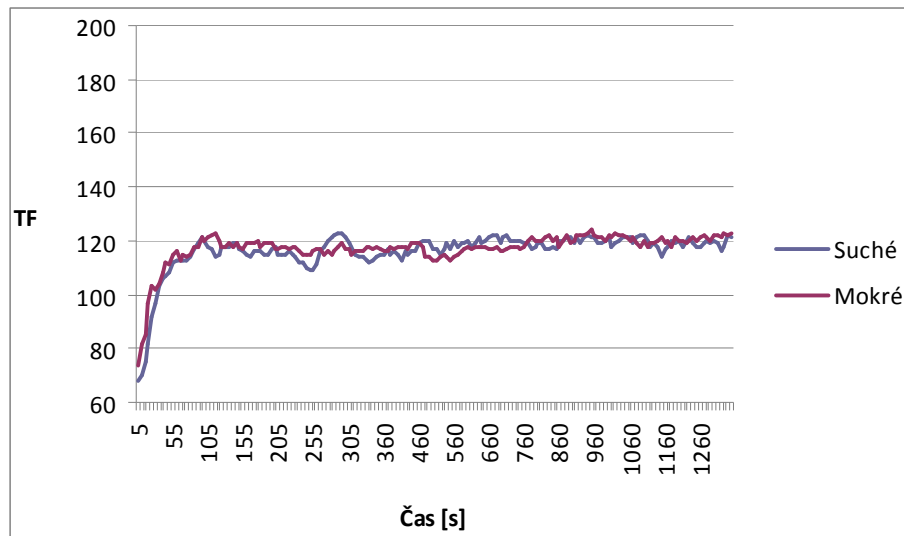
- červená hodnota TF – přesun provedený v mokřém oděvu,
- modrá hodnota TF – přesun provedený v suchém oděvu.

Je zde tedy možno pozorovat TF probanda v suchém a mokřém oděvu ve třech rychlostech 8, 10, a 12 km/h, vždy na vzdálenost 3 km. Každý proband má jinou klidovou TF, a nemusí tedy znamenat, že s vyšší TF má proband také vyšší energetický výdej. V práci porovnááme intraindividuálně TF probanda při stejné rychlosti v rozdílných podmínkách. Hledáme největší rozdíl TF při přesunu v suchém a mokřém oděvu a v jaké rychlosti tento rozdíl nastane. Dále také zkoumáme při jaké rychlosti je tento rozdíl minimální.

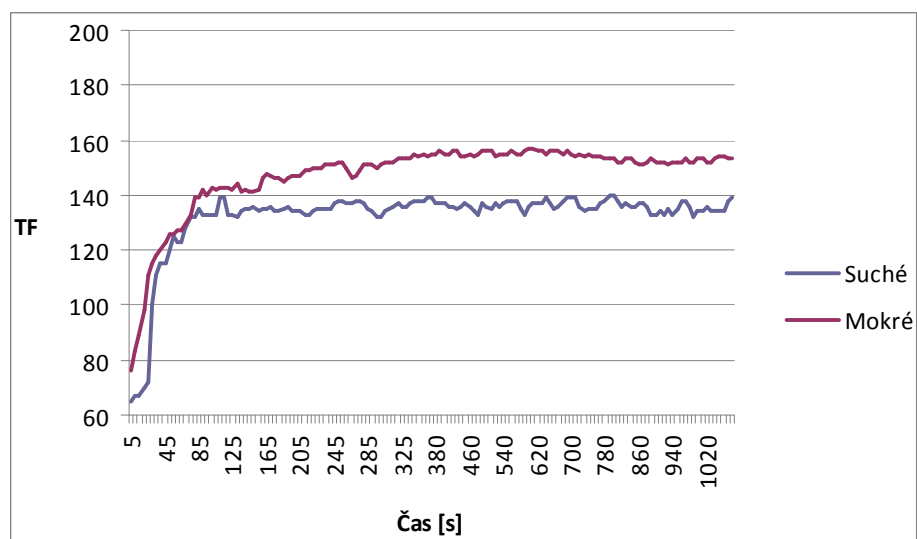
Popis grafů:

- Osa x – čas v sekundách prováděného přesunu,
- Osa y – hodnota tepové frekvence v počtech tepů za minutu.

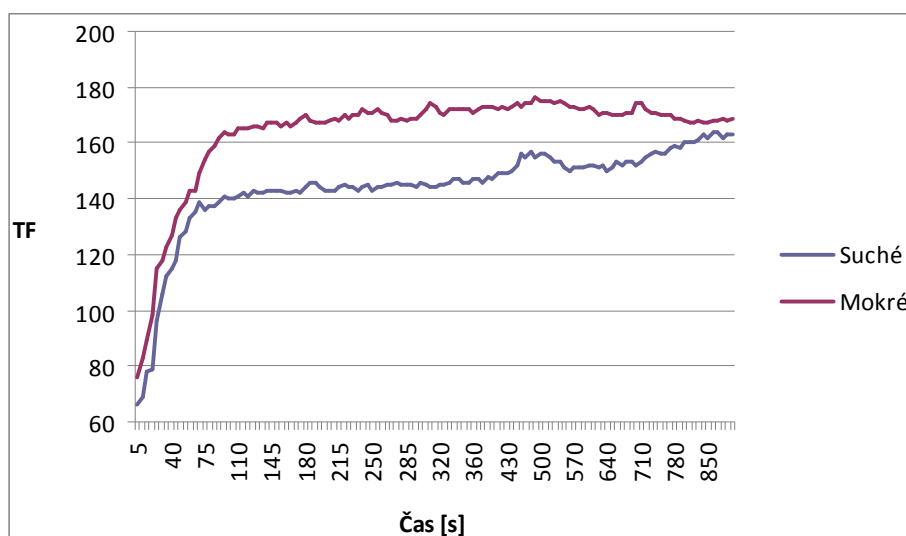
6.1. Proband č. 1, muž, 21 let



Graf č. 1 - Proband č. 1, rychlost 8 km/h



Graf č. 2 - Proband č. 1, rychlost 10 km/h



Graf č. 3 - Proband č. 1, rychlost 12 km/h

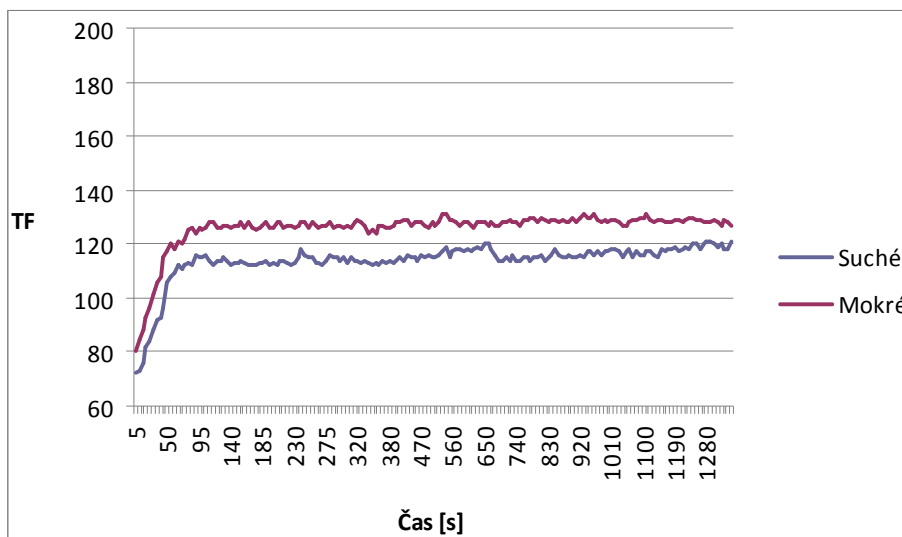
Proband č. 1 měl při rychlosti 8 km/h největší rozdíl v počátcích měření. Do 5ti minut byla TF v mokrém oděvu cca o 5 tepů/min. vyšší, v pozdějších fázích se TF vyrovná a proband ji má stejnou jak v mokrém, tak suchém oděvu. Shodnost TF může být způsobena velmi nízkou rychlostí přesunu a náročností. Proband zde dosahuje průměrně cca 120 tepů/min., což je velice nízká tepová frekvence.

Při rychlosti 10 km/h nastal u probanda velmi rychlý vzestup TF při přesunu v mokrém oděvu, zatímco v suchém oděvu se po celou dobu měření tep drží pod 140 tepy/min. TF při přesunu v mokrém oděvu stoupla během 1,5 minuty na 140 tepů/min a až do třetí minuty se na nich držela. Následně TF výrazně stoupala. Největší rozdíl nastal mezi pátou až třináctou minutou, kde se rozdíl tepové frekvence pohybuje v intervalu 18 - 22 tepů za minutu. Po třinácté minutě TF přesunu v mokrém oděvu postupně klesá.

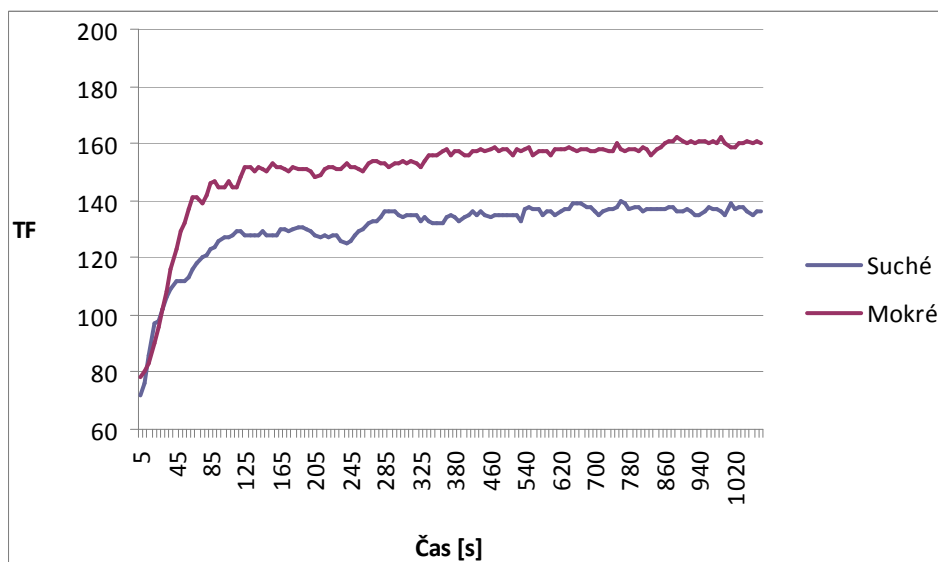
Při rychlosti 12 km/h se u probanda výrazně projevil mokrý oděv. Byl zde zaznamenán rychlejší nástup TF v mokrém oděvu. Ve druhé minutě TF v mokrém oděvu dosahuje maximální TF v suchém oděvu. Rozdíl TF se pohybuje mezi cca 25ti až

30ti tepy/min. V posledních dvou minutách se rozdíl TF postupně snižuje. Otázkou zůstává, zda by se TF při pokračujícím měření srovnala z důvodu usychání oděvu.

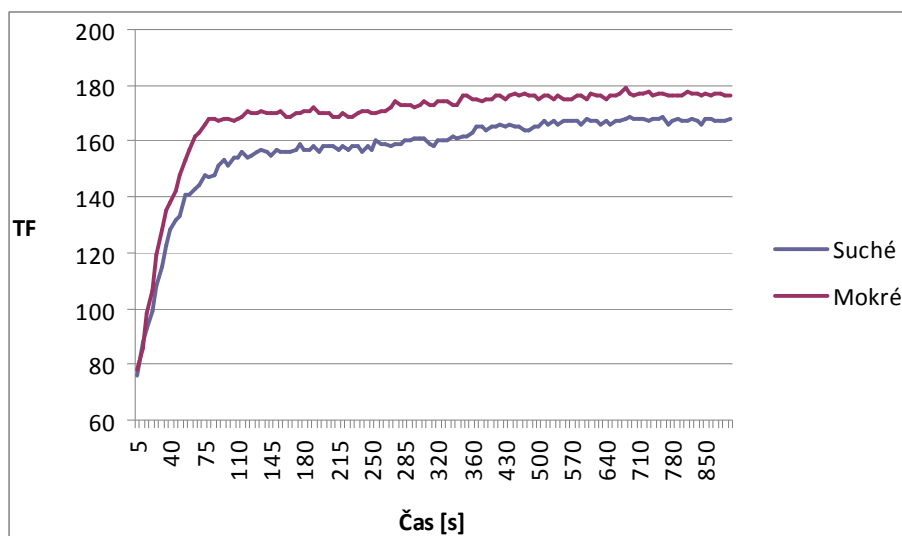
6.2 Proband č. 2, muž, 23 let



Graf č. 4 - Proband č. 2, rychlost 8 km/h



Graf č. 5 - Proband č. 2, rychlost 10 km/h



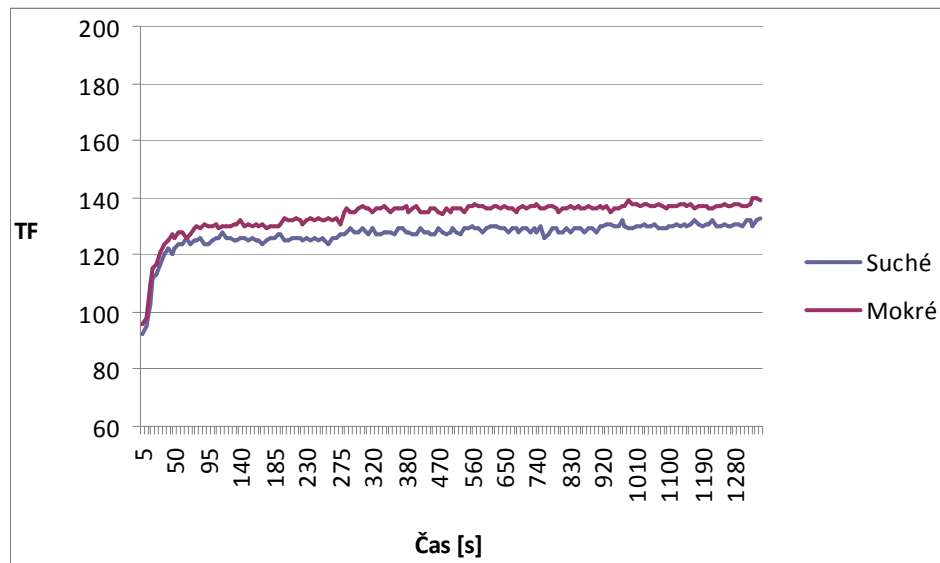
Graf č. 6 - Proband č. 2, rychlost 12 km/h

Na rozdíl od ostatních probandů se u probanda č. 2 výrazněji projevila TF při rychlosti 8 km/h. TF již od počátku měla větší rozdíl, který se pohyboval okolo cca 12 tepů/min. Po dvanácté minutě se TF v suchém oděvu mírně uklidní a až v konečné fázi měření se tyto TF přibližují. Jejich konečný rozdíl je cca 5 tepů/min.

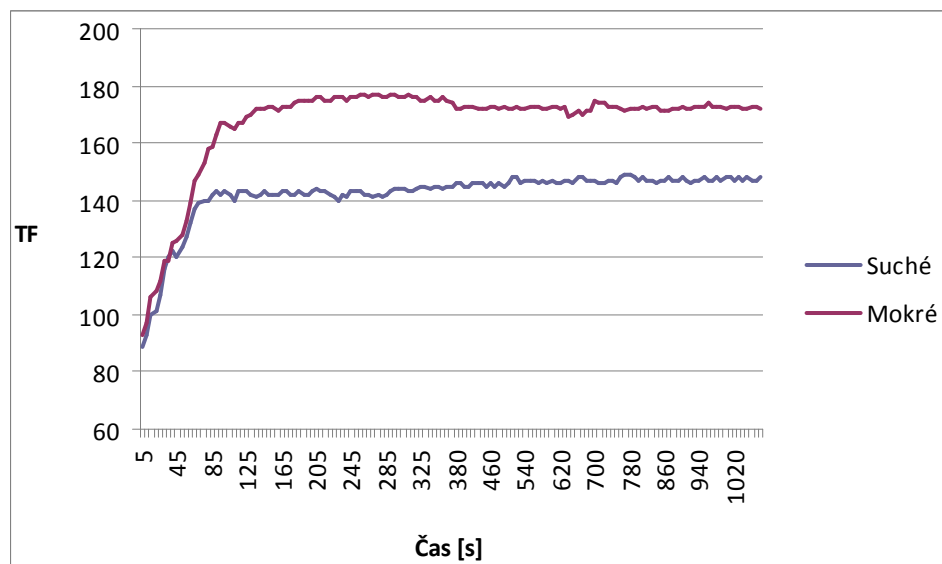
Při rychlosti 10 km/h byl průměrný rozdíl TF cca 20 tepů/min. Tento rozdíl se vytvořil prakticky hned v první minutě a až na drobné výkyvy se udržoval. U probanda se výrazně projevuje čtvrtá minuta přesunu v suchém oděvu, kde TF vzroste o přibližně 10 tepů/min. Zajímavostí je, že k rozdílu TF přichází ve dvanácté minutě, kde při mokřém oděvu TF výrazněji stoupá, zatímco v suchém se TF uklidňuje a mírně klesá. Rozdíl je výrazný, více než 20 tepů/min.

U rychlosti 12 km/h se u probanda č. 2 od první minuty vytvořil rozdíl 20 až 25 tepů/min., který vydržel až do desáté minuty. Po tomto čase se mírně zmenšil, ale stále byl výrazný – přibližně 15 tepů/min. V suchém i mokřém oděvu má TF postupný růst. V suchém oděvu se tento růst výrazně zvýšil v sedmé minutě.

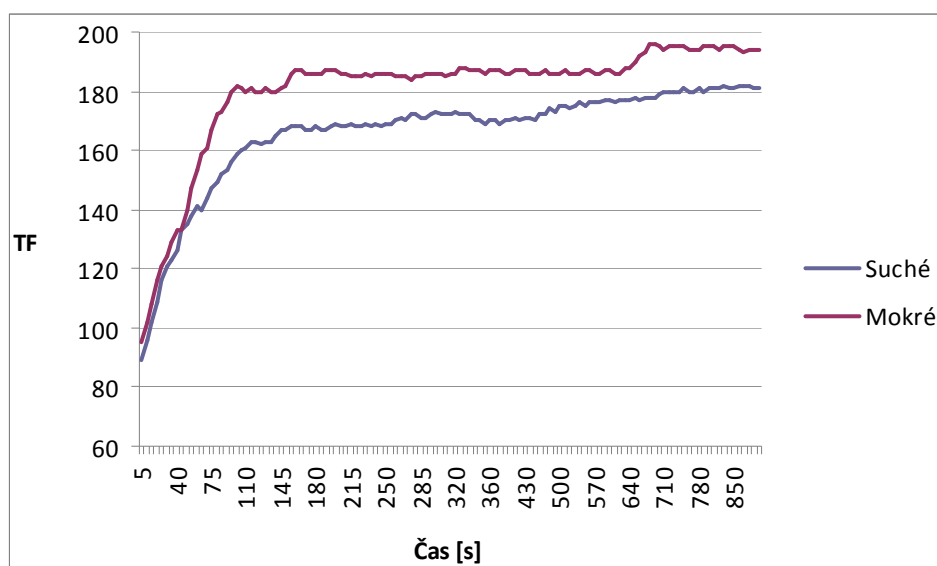
6.3 Proband č. 3, muž, 27 let



Graf č. 7 - Proband č. 3, rychlost 8 km/h



Graf č. 8 - Proband č. 3, rychlost 10 km/h



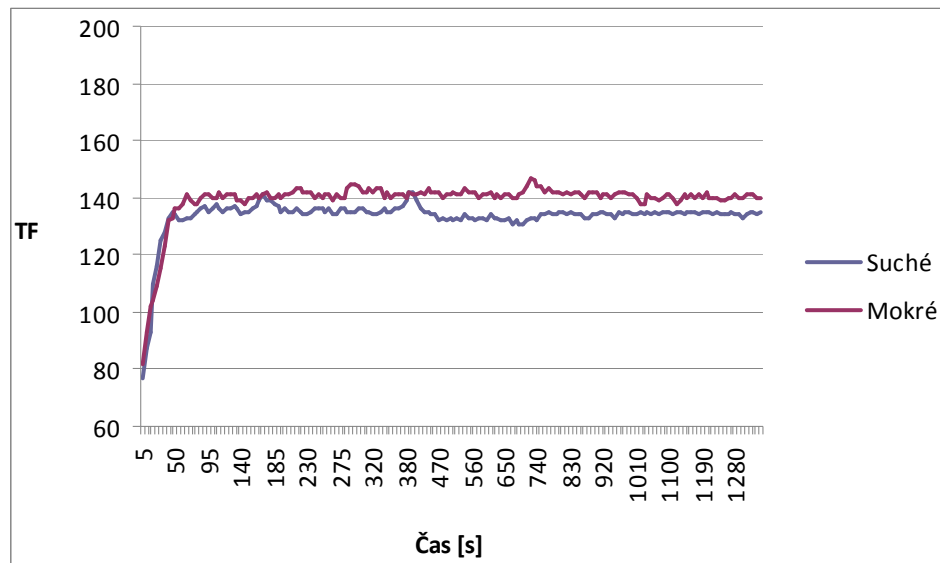
Graf č. 9 - Proband č. 3, rychlost 12 km/h

V prvních minutách se TF prakticky shodovala a nebyly zaznamenány větší rozdíly. Při této rychlosti se rozdílná tepová frekvence u probanda č. 3 začala projevovat až po třech minutách. Rozdíl, který zde nastal, byl cca 5 až 8 tepů/min. Tento rozdíl vydržel až do konce měření. Největší nárůst TF byl zaznamenán v páté minutě a to jak v suchém, tak v mokrém oděvu.

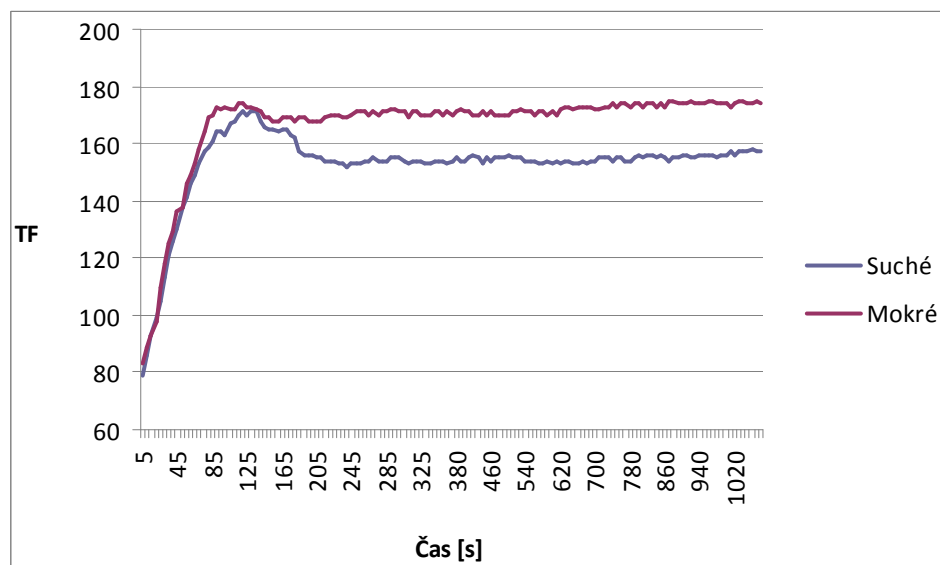
Proband č. 3 zaznamenal největší rozdíl TF ze všech měření v rychlosti 10 km/h. Při rychlosti 10 km/h se tento rozdíl pohyboval v rozmezí 27 – 33 tepů. Takto velký rozdíl vydržel až do 7. minuty přesunu. Poté se mírně uklidnila TF v mokrém oděvu, naopak v suchém oděvu mírně vzrostla. U probanda č. 3 byla při této rychlosti (10 km/hod) v mokrém oděvu zaznamenána TF jako u ostatních probandů při rychlosti 12 km/hod.

Poslední graf znázorňuje TF probanda č. 3 při rychlosti 12 km/h. Největší rozdíl vzniká od počátku měření do sedmé minuty. Ve druhé minutě tento rozdíl dosahuje maxima – 20 tepů/min. Rozdíl TF se zde pohyboval okolo 13 až 17 tepů/min. Můžeme si zde všimnout také velkého nárůstu TF v mokrém oděvu v posledních 3 minutách, kde se TF pohybuje těsně pod 200 tepů/min., což může značit maximální TF probanda č. 3.

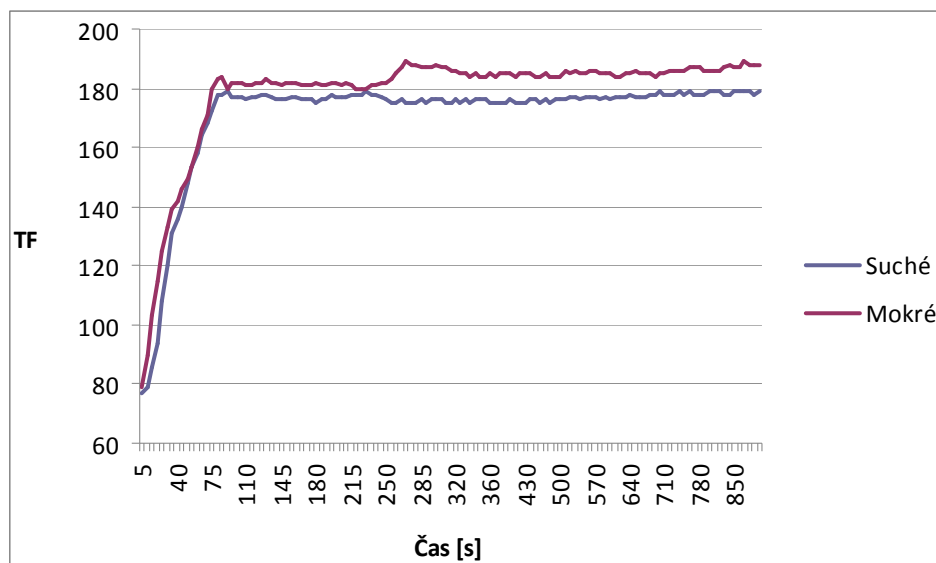
6.4 Proband č. 4, muž, 22 let



Graf č. 10 - Proband č. 4, rychlost 8 km/h



Graf č. 11 - Proband č. 4, rychlost 10 km/h



Graf č. 12 - Proband č. 4, rychlost 12 km/h

U probanda č. 4 se při 8 km/h rozdíl TF jeví prakticky zanedbatelný. V počátečních dvou minutách je totožný a začíná se dělit, až kolem 100 s kde nastává rozdíl cca 5 tepů/min. V této tendenci pokračuje až do konce měření. Ve dvou časech se TF dokonce protne (třetí a šestá minuta). Po šesté minutě nastává mírné zvětšení rozdílu na cca 7 tepů/min. Ve dvanácté minutě se však tento rozdíl opět zmenšuje.

Při rychlosti 10 km/h můžeme pozorovat společný nárůst TF v počátcích měření. Mezi druhou a třetí minutou se rozdíl TF výrazně změnil. Mezitím co TF v suchém oděvu se ustálí na cca 155 tepů/min., v mokrém oděvu sice také klesne, ale pouze nepatrně – na 170 tepů/min. Nastává tedy rozdíl cca 15 tepů/min. V následujících minutách se TF v suchém oděvu stále drží pod 160 tepů/min. V desáté minutě nastává další zlom. TF se v mokrém oděvu začne pomalu zvětšovat a přibližovat 180 tepů/min. V suchém oděvu je postupný nárůst TF méně patrný.

Při rychlosti 12 km/h pozorujeme jako u předešlých rychlostí společný nárůst TF. U probanda č. 4 je jako u jediného do třetí minuty TF totožná jak u přesunu v suchém, tak u přesunu v mokrém oděvu. Mezi třetí a čtvrtou minutou však pozorujeme rychlý nárůst TF v mokrém oděvu. V této chvíli nastává rozdíl TF cca 10 tepů/min. TF zde

dosahuje 190 tepů/min. což je velice blízko jeho maximální TF. V následné době měření se stále rozdíl TF pohybuje okolo deseti tepů za minutu. V desáté minutě se mírně tento rozdíl sníží, avšak poté nastává znovu rychlejší vzestup TF v mokřém oděvu.

	Druh přesunu	8km/h	SF min	SFmax	% MTR1	10km/h	SF min	SF max	% MTR2	12km/h	SFmin	SFmax	% MTR3
Proband1	Suchý oděv	116	68	123	46,45	132	65	140	56,77	144	66	164	64,51
	Mokrá oděv	117	76	124	47,09	147	76	157	66,45	163	76	176	76,77
Proband2	Suchý oděv	113	72	121	38,68	130	72	140	51,09	156	76	169	70,07
	Mokrá oděv	125	80	131	47,44	150	78	162	65,69	168	78	179	78,83
Proband3	Suchý oděv	127	92	133	54,48	142	89	149	64,82	166	89	182	81,38
	Mokrá oděv	133	96	160	58,62	167	93	177	82,06	180	95	196	91,03
Proband4	Suchý oděv	133	77	142	51,85	152	79	171	65,92	171	77	179	80,01
	Mokrá oděv	139	82	147	56,29	166	83	175	76,29	178	79	189	85,18

Tabulka č. 4 – Souhrnná tabulka hodnocení TF

V tabulce můžeme u všech probandů pozorovat nárůst tepové frekvence v závislosti na zvyšující se rychlosti. Podle naměřených hodnot je zde vidět velký rozdíl ve využití maximální tepové rezervy při přesunu v suchém a mokřém oděvu. Nejvíce se tento rozdíl liší při rychlosti 10 km/h a nejméně při rychlosti 8 km/h. Hodnoty zaznamenané v tabulce jsou graficky zaznamenané v grafech č. 1 - č. 12.

	8km/h suchý	8km/h mokrý	10km/h suchý	10km/h mokrý	12km/h suchý	12km/h mokrý
proband 1	42,90 KJ	44,31 KJ	51,44 KJ	53,12 KJ	59,44 KJ	61,39 KJ
proband 2	44,59 KJ	46,00 KJ	53,46 KJ	55,15 KJ	61,78 KJ	63,73 KJ
proband 3	42,34 KJ	43,74 KJ	50,76 KJ	52,45 KJ	58,66 KJ	60,61 KJ
proband 4	41,77 KJ	43,18 KJ	50,09 KJ	51,77 KJ	57,88 KJ	59,83 KJ

Tabulka č. 5 – Souhrnná tabulka hodnocení EV při přesunu za minutu

Tabulka č. 5 znázorňuje EV v daném přesunu. Udává EV při přesunech a to za jednotlivou minutu v dané rychlosti. Můžeme si všimnout, že rozdíl EV mezi suchým a mokrým oděvem se vždy pohybuje kolem 2 KJ za minutu u všech rychlostí. A rozdíl mezi jednotlivými rychlostmi se pohybuje kolem 9 KJ za minutu.

7 DISKUZE

Při porovnávání TF při přesunu v suchém a mokrém oděvu byly zjištěny velké individuální rozdíly. I když všichni probandi měli z výročního přezkoušení stejnou známku, bylo vidět (a z grafů je patrné), že rychlost 8 km/h byla pro někoho spíše chůze a tím pádem rozdíl TF byl minimální, zatímco pro jiného stejná rychlost již znamenala poklus, kde tento rozdíl TF vzrostl. Ve dvanáctikilometrové rychlosti byl rozdíl ještě výraznější - někteří probandi zde dosahovali své maximální TF a rozdíl jejich TF nemohl dále narůstat.

Při rychlosti 8 km/h byl rozdíl TF u většiny probandů okolo cca 5ti až 10ti tepů/min. Není zde zaznamenán větší rozdíl a u některých probandů se TF prolíná. Náročnost přesunů je tedy vyrovnaná. Při rychlosti 8 km/h by nebylo riskantní jít s měřenou skupinou probandů přesun v mokrém oděvu z hlediska EV. TF je vyrovnaná viz výše.

Významný rozdíl TF byl zaznamenán při přesunech konaných rychlostí 10 km/h a 12 km/h. I když při přesunu 10 km/h byl tento rozdíl podstatně vyšší, je jen otázkou, kam by se TF vyšplhala nebýt maximální tepové frekvence. U některých probandů se ukázalo, že při rychlosti 12 km/h se TF začaly sbíhat, avšak ani jednou se nestalo, že by se protnuly. Tento fakt mohl být způsoben z velké části usycháním oděvu, jelikož na konci měření měli probandi z části své oděvy i obuv suchou. Oděv byl nejen vysušen vlastním teplem těla, ale i díky většímu třesovému pohybu. Při rychlosti 8 km/h tento jev nebyl tak patrný. Mohlo to být způsobeno také tím, že při menších rychlostech nedochází k tak velkému ohřevu těla a tím vysušování oděvu. Proto bych pro tyto dvě rychlosti jednoznačně volil možnost se svléknout (ztratit čas) a následně provést přesun v suchém oděvu. Je to především proto, že rozdíl, který probandi v těchto rychlostech měli, byl cca 15 až 30 tepů/min. Jelikož se někteří probandi při rychlosti 12 km/h přibližovali maximální TF, hrozilo by i nedokončení přesunu v dané rychlosti a následná ztráta času z důvodu zpomalení nebo zastávky na odpočinek.

Při porovnání energetického výdeje při přesunech nedocházelo k rozdílným hodnotám jako při TF. Vždy se tento rozdíl pohyboval kolem 2 KJ/min. A to jak při rychlosti 8 km/h, tak i 12 km/h. Všichni probandi tedy zaznamenávali stejný rozdíl energetického výdeje při přesunu v suchém a mokrém oděvu.

Výsledky práce se shodují s výsledky prací Částky (2011) a Funfálka (2013). Autoři dochází k závěru, že zvyšující se zátěž zvyšuje nároky na organismus a to nejen na energetický výdej. Funfálek dochází k závěru, že váha skialp hraje zásadní roli při energetickém výdeji organismu a to i v případě, kdy má skluz skialp přesun ulehčit. V případě přesunu v mokré oděvu, jímž se tato práce zabývá, hraje velkou roli na energetický výdej nejen rychlost přesunu, ale i váha mokrého oděvu

V běžné praxi AČR je pro vojáka přesun 8 km/h již vysoká rychlost. Voják, který se přesouvá v reálných podmínkách, musí brát také zřetel na ostatní okolnosti jako je povrch a prostor v terénu. Nikde nelze nalézt terén, který by nepředstavoval žádné překážky nebo převýšení. Tyto faktory však byly v mé práci eliminovány díky běžeckému pásu. Je také rozdíl v pohybu na běžeckém pásu a v terénu. Na pásu není potřeba žádné dopředné síly. Pro vojáka v terénu je také důležitá jeho výbava, kterou musí mít stále při sobě, a která jeho přesun ztěžuje. Do této výbavy patří zbraň, pitná voda, lékárnička a další potřebné vybavení. Práce se však této výbavě nevěnuje. Kdyby měli vojáci na sobě běžnou výbavu pro přesun a měření se odehrávalo v terénu, musela by se měřená rychlost výrazně snížit, aby bylo možné provést měřený přesun. Z výše uvedených důvodů byla pro přesun zvolena rychlost 8 km/h, 10 km/h a 12 km/h. Pokud bychom chtěli lépe nasimulovat reálné podmínky, bylo by vhodnější snížit rychlost přesunu (např. na 4 km/h) a přidat probandům výstroj a výzbroj. Po konzultaci s vojáky, kteří již mají za sebou výcvik přesunů, je také velmi neefektivní provádět jakýkoliv přesun v mokré obuvi. Je to z toho důvodu, že nohy se promáčí, začnou se odírat a dělat puchýře. V tomto stavu není voják schopen dál pokračovat v plnění úkolů.

8 ZÁVĚR

Předkládaná práce se zabývá vojenskými přesuny, jakožto jednou ze základních vojenských činností. Pro pochopení kontextu problematiky byly v práci nejdříve nastíněny souvislosti týkající se přesunů a definovány základní pojmy. Praktická část se věnovala samotnému výzkumu.

Cílem práce bylo porovnat energetický výdej na základě tepové frekvence při přesunu v suchém a mokřém oděvu při různých rychlostech. Tento cíl byl naplněn skrze kvantitativní měření, které bylo provedeno na čtyřech probandech studujících Vojenský obor při FTVS UK.

Hypotéza, která byla v úvodu práce vymezena, zní: *„Předpokládá se, že přesun v suchém oděvu bude podstatně méně energeticky náročnější a rozdíl tepové frekvence při přesunu v suchém a mokřém oděvu bude s rostoucí rychlostí vzrůstat.“*

Můžeme konstatovat, že daná hypotéza byla za pomoci měření při rychlostech 8 km/h, 10 km/h a 12 km/h potvrzena. To vyplynulo z naměřené skutečnosti, že při rychlosti 8 km/h byl rozdíl tepové frekvence minimální a v některých případech se dokonce TF prolínala. Z měření dále vyplynulo, že při rychlosti 10 km/h byl rozdíl tepové frekvence již výrazný. U rychlosti 12 km/h tento rozdíl TF již tak značný nebyl, jelikož jsme zde byli omezeni maximální TF. Je však otázkou, jaký by byl výsledek měření, kdyby se přesun měřil na delší vzdálenost a zda by byl proband vůbec schopen pokračovat v přesunu v mokřém oděvu. Toto tak zůstává otázkou dalšího výzkumu. Výzkum ukázal, že při přesunech je třeba brát zřetel na rychlost přesunu a jeho vzdálenost.

Musíme však konstatovat, že se hypotéza neztotožňuje s výsledky naměřenými pomocí koeficientu energetické náročnosti. To vyplývá z toho, že rozdíl EV je ovlivněn pouze přidanou vahou zátěže, a to mokřým oděvem. Při tomto výpočtu nebyly brány v úvahu ostatní ukazatele a je na dalším výzkumu, aby tyto ukazatele zohlednil.

Při hodnocení výsledků práce však musíme brát v úvahu fakt, že byl výzkum proveden v laboratorních podmínkách, které jsou částečně odlišné od reálné skutečnosti. Výsledky práce vycházejí z měření čtyř probandů. Není vyloučeno, že při měření většího vzorku probandů se mohou výsledky měření lišit.

Výzkum je ve své podstatě omezen především počtem probandů, kteří se ho účastnili. Uplatnění výzkumu v praxi je pak limitované faktem, že byl výzkum proveden v laboratorních podmínkách. Pro případný další výzkum by bylo vhodné zvýšit počet probandů, kteří by daný výzkum provedli a rozšířit škálu rychlostí, při kterých probandi prováděli přesun. Vzhledem k tomu, že se v terénu voják přesouvá (s výzbrojí a výstrojí) nejčastěji rychlostí okolo 4 km/h, bylo by vhodné do výzkumu zahrnout také nižší rychlosti a vojáky vybavit běžnou výzbrojí a výstrojí.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1 BENCKO, Vladimír, et al. *Hygiena: Učební texty k seminářům a praktickým cvičením. 2. přepracované a doplněné vydání.* Vyd. Praha: Karolinum, 2002. 205 s. ISBN 80-7184-551-5.
- 2 BENSON, Roy, CONNOLLY Declan. *Heart rate training.* Champaign, Ill.: Human Kinetics, c2011, x, 212 p. ISBN 978-073-6086-554.
- 3 BURKE R, Edmund. *Precision heart rate training.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1998. ISBN 08-801-1770-2.
- 4 DOVALIL, Josef. *Lexikon sportovního tréninku, 2. vyd,* Praha: Nakladatelství Karolinum 2008, 313 s. ISBN 978-80-246-1404-5.
- 5 ČÁSTKA, Lukáš. *Porovnání energetického výdeje, tepové frekvence a subjektivního vnímání zátěže při pěších přesunech s nesenou zátěží a bez nesené zátěže v zimních podmínkách.* Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2011. 50 s. Vedoucí práce Michal Vágner.
- 6 ČIHÁK Radomír. *Anatomie 2,* Praha 2002, Grada Publishing spol, s.r.o. 470 s. ISBN 80-247-0143-X.
- 7 DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie.* 1. vyd. Praha: Grada, 2009, 532 s. ISBN 978-80-247-3240-4.
- 8 FUNFÁLEK, Tomáš. *Porovnání míry zatížení při přesunech na lyžích a sněžnicích v upraveném terénu,* Praha 2013. Bakalářská práce. FTVS UK. Vedoucí práce Mjr. Mgr. Karel Sýkora.
- 9 GANONG, William. *Přehled lékařské fyziologie, 2. vyd,* Praha: Galén 2005, 890 s. ISBN 80-726-2311-7.
- 10 HAVLÍČKOVÁ, Ladislava. *Fyziologie tělesné zátěže I.: Obecná část.* 2 vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2008. ISBN 978-80-7184-875-2.

- 11 HENDL, Jan. *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. 1. vyd. Praha: Portál, 2004, 583 s. ISBN 80-717-8820-1.
- 12 HENDL, Jan. *Úvod do kvalitativního výzkumu*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1997, 243 s. ISBN 80-718-4549-3.
- 13 JAVORKA, Kamil. *Lékařská fyziologie: učebnice pro lékařské fakulty*. 1. vyd. Martin: Osveta, 2001, 678 s., obr. ISBN 80-806-3023-2.
- 14 JEŘÁBEK, Petr. *Atletická příprava: Děti a dorost*. Vyd. první, Praha: Grada publishing, a.s., 2008. ISBN 978-80-247-6140-4.
- 15 KOHLÍKOVÁ, Eva. *Fyziologie člověka*, Praha 2007. 130 s. Katedra fyziologie a biochemie FTVS UK.
- 16 KOZEL, Tomáš. *Porovnání srdeční frekvence, hladiny laktátu a rychlosti plavání v proudnicovém kanále a plaveckém bazénu*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2012. 82 s. Vedoucí práce Josef Horčic.
- 17 **NORMATIVNÍ VÝNOS MINISTERSTVA OBRANY**. (12/2011). Služební tělesná výchova v rezortu Ministerstva obrany.
- 18 SOUMAR, Libor, SOULEK, Ivan. *Běhání: rozvoj a udržení kondice, zvyšování výkonnosti*. Vyd. první, Praha: Grada Publishing, a.s., 2004. ISBN 80-247-0715-2.
- 19 SVAČINA, Štěpán. *Klinická dietologie*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2008, 381 s. ISBN 978-80-247-2256-6
- 20 ŠKOPEK, Martin. *Nordic walking*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 96 s. ISBN 978-802-4732-428.
- 21 TROJAN, Stanislav. *Lékařská fyziologie*. 4. vyd. přepr. a dopl. Praha: Grada Publishing, 2003, 771 s. ISBN 80-247-0512-5.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 - Sporttester	22
Obrázek č. 2 - Běžecský pás.....	24
Obrázek č. 3 - Obuv a oděv	25

11 SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 - Základní informace testovaných probandů.....	28
Tabulka č. 2 - Normy a hodnocení kontrolních testů výročního přezkoušení vojáků z tělesné přípravy.....	30
Tabulka č. 3 - Celkové hodnocení jednotlivce z výročního přezkoušení z tělesné přípravy.....	30
Tabulka č. 4 - Souhrnná tabulka hodnocení TF.....	43
Tabulka č. 5 - Souhrnná tabulka hodnocení EV.....	44

12 SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 - Proband č. 1, rychlost 8 km/h.....	34
Graf č. 2 - Proband č. 1, rychlost 10 km/h.....	34
Graf č. 3 - Proband č. 1, rychlost 12 km/h.....	35
Graf č. 4 - Proband č. 2, rychlost 8 km/h.....	36
Graf č. 5 - Proband č. 2, rychlost 10 km/h.....	36
Graf č. 6 - Proband č. 2, rychlost 12 km/h.....	37
Graf č. 7 - Proband č. 3, rychlost 8 km/h.....	38
Graf č. 8 - Proband č. 3, rychlost 10 km/h.....	38
Graf č. 9 - Proband č. 3, rychlost 12 km/h.....	39
Graf č. 10 - Proband č. 4, rychlost 8 km/h.....	40
Graf č. 11 - Proband č. 4, rychlost 10 km/h.....	40
Graf č. 12 - Proband č. 4, rychlost 12 km/h.....	41

13 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AČR – Armáda České republiky

cca – přibližně

CD – compact disk

EV – energetický výdej

Km – kilometr

km/h – kilometr za hodinu

MS – Microsoft

NVMO – Normativní výnos Ministerstva Obrany

s – sekunda (vteřina)

STP – Speciální tělesná výchova

Tepů/min. – tepů za minutu

TF – tepová frekvence

TVS – VT – Tělesná výchova a sport – Vojenská tělovýchova

Vz. - vzor