

UNIVERZITA KARLOVA

FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

KATEDRA VOJENSKÉ TĚLOVÝCHOVY

**ZPŘESNĚNÍ PREDIKČNÍHO PROCESU U SOFTWARE
COMBATFIT**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce:

Mgr. Vladimír Michalička

Vypracoval:

Bc. Michal Štefanský

Praha 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré literární prameny, které byly během této práce použity. Tato práce, ani její podstatná část, nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

Bc. Michal Štefanský

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

Tímto bych rád poděkovat mjr. Mgr. Vladimíru Michalíčkovi za odborné vedení práce, za praktické rady a konstruktivní kritiku.

ABSTRAKT

Název práce:

Zpřesnění predikčního procesu u softwaru Combatfit

Cíl práce:

Najít přesnější způsob predikce pro potřeby softwaru Combatfit. Porovnat predikci softwaru s terénním měřením a vhodnou alternativou pro predikování.

Použité metody:

Tato práce je empiricko – teoretickým výzkumem a skládá se z dvou částí.

- 1) Teoretická část- analytická práce
- 2) Empirická část- metodologická studie

Výsledky:

Byl vybrán nomogram jako vhodný způsob predikce. Při výzkumu byl měřen čas na 3 km, 8 km a 10 km trati v terénu. Naměřené časy byly použity pro porovnání času predikovaného softwarem Combatfit, s časem predikce dle nomogramu. Bylo zjištěno, že predikce nomogramu dosahuje lepších výsledků než software Combatfit. Dále byla zjišťována těsnost vztahu mezi predikovaným a naměřeným časem u obou způsobů. Těsnost vztahu u nomogramu byla velmi vysoká až absolutní. Těsnost vztahu u softwaru Comatfit byla střední. Toto tvrzení platí pro testový soubor, který byl použit. Není zcela jisté, zda by bylo dosaženo stejných závěrů u ostatních výkonnostních skupin.

Klíčová slova:

Software Combatfit, predikce výkonu, přesun, vnější podmínky, nomogram.

ABSTRAKT

Title:

Refine the prediction process for the software Combatfit

Aim:

Find more accurate method to predict for the need of software Combatfit. Compare software prediction with field measurements and suitable alternative for predicting.

The methods used:

The thesis is empiric – theoretic research and it is consist of two parts.

- 1) Teoretic part - analytic work
- 2) Empiric part - metodologic study

Results:

The nomogram was chosen as a suitable way of prediction. The research was realized at 3 km, 8 km and 10 km on track in the field. The measured times were used to compare the predicted time by software Combatfit with time prediction according to the nomogram. It was found that the nomogram predictions outperforms software Combatfit. Furthermore it was determined tightness of the relationship between predicted and measured time in either process. The tightness of the relationship with the nomogram was very high up to absolute. The tightness of the relationship with the software Comatfit was moderate. This statement applies to test files that was used. It is not entirely clear whether this would achieve the same conclusions for other performance groups.

Key words:

Software Combatfit, prediction of performance, movement, external conditions, nomograme.

OBSAH

ABSTRAKT	5
1 ÚVOD.....	10
2 TEORETICKÁ ČÁST	12
2.1 SPECIÁLNÍ TĚLESNÁ PŘÍPRAVA.....	13
2.2 PŘESUNY	13
2.3 VYTRVALOST	14
2.4 SOFTWARE COMBATFIT.....	15
2.4.1 <i>Osobní karta</i>	16
2.4.2 <i>Vstupní záznamy</i>	16
2.4.3 <i>Další záznamy</i>	17
2.4.4 <i>Pohybový úkol</i>	18
2.5 VNĚJŠÍ PODMÍNKY	18
2.5.1 <i>Teplota</i>	19
2.5.2 <i>Povrch</i>	24
2.5.3 <i>Nesená zátěž</i>	25
2.5.4 <i>Terén</i>	26
2.5.5 <i>Obuv</i>	28
2.5.6 <i>Výstroj</i>	29
2.5.7 <i>Další vlivy</i>	30
2.5.7.1 <i>Vlhkost</i>	30
2.5.7.2 <i>Nadmořská výška</i>	30
2.6 PREDIKCE VÝKONU	31
2.6.1 <i>Výsledky bakalářské práce</i>	34
2.6.2 <i>Nomogram</i>	35
2.6.3 <i>Nomogram Merciera et. al.</i>	36
3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE.....	39
3.1 CÍL PRÁCE	39
3.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY	39
3.3 ÚKOLY PRÁCE	39
4 VÝZKUMNÉ METODY A POSTUP ŘEŠENÍ.....	40
4.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU	40
4.2 POUŽITÉ METODY	43
4.3 SBĚR DAT	43
4.3.1 <i>Plán výzkumu</i>	43
4.3.2 <i>Průběh měření</i>	45
4.4 ANALÝZA DAT.....	46

4.4.1	<i>Kendallův korelační koeficient</i>	46
4.4.2	<i>Výpočet Kendallova Tau</i>	47
5	VÝSLEDKY	49
5.1	VSTUPNÍ TESTY DO SOFTWARE COMBATFIT	49
5.2	MĚŘENÉ PŘESUNY A JEJICH PREDIKCE.....	50
5.2.1	<i>Výsledky měření</i>	50
5.2.2	<i>Výsledky predikce softwaru Combatfit</i>	51
5.2.3	<i>Výsledky predikce nomogramu</i>	54
5.2.4	<i>Základní srovnání</i>	54
5.2.5	<i>Korelační analýza</i>	57
5.2.6	<i>Aplikace nomogramu</i>	58
6	DISKUZE	60
7	ZÁVĚR	63
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
10	SEZNAM TABULEK	70
11	SEZNAM GRAFŮ	71
12	SEZNAM PŘÍLOH	72

Seznam použitých zkratk

AČR	Armáda České republiky
ČR	Česká republika
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
STP	Speciální tělesná příprava
UK	Univerzita Karlova
VO	Vojenský obor
TV	tělesná výchova
BMI	index tělesné hmotnosti
m.n.m.	metrů nad mořem
cm	centimetr
m	metr
km	kilometr
W	watt
°C	stupeň celsia

1 Úvod

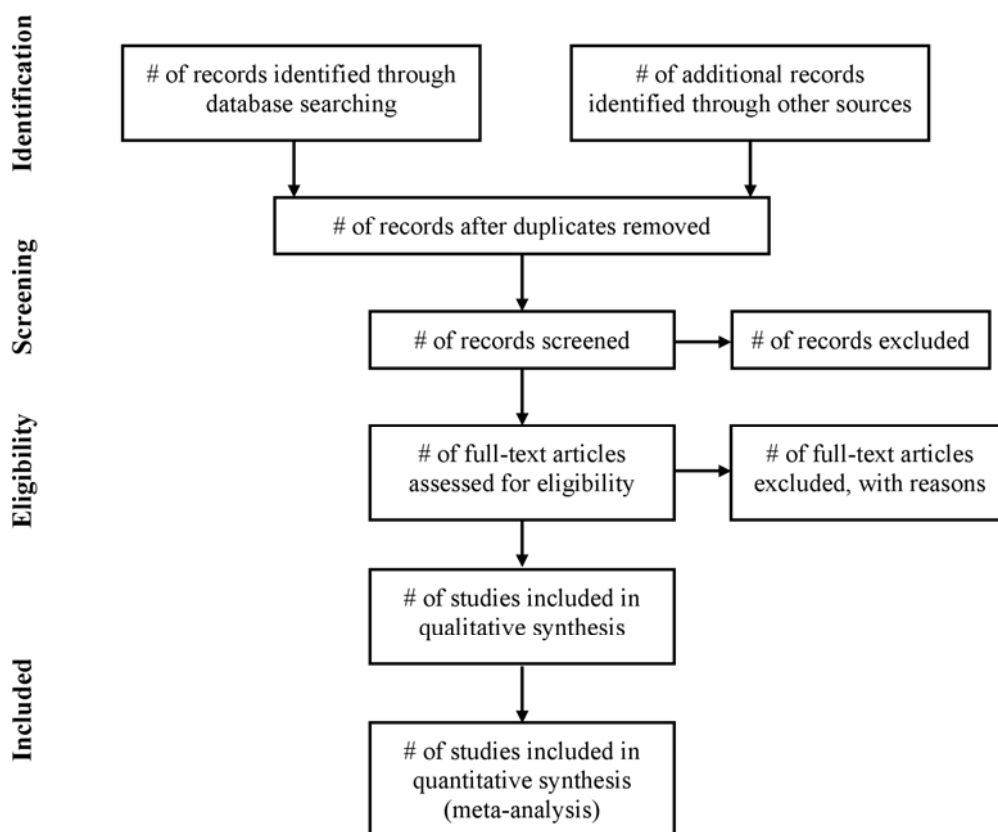
Přesuny byli a stále jsou jedním ze základních pilířů úspěšnosti vojenských operací. V dnešní době nabyla velkého významu technika a s ní spojené schopnosti armád být mobilní. Přesto můžeme říci, že pěší přesuny neztratily nic ze svého významu pro schopnosti vojska. Toto tvrzení se opírá hned o několik faktů. Mezi ty nejdůležitější můžeme zařadit následující. Dopravní prostředky nemusí být vždy dostupné, navíc jsou závislé na jejich funkčnosti a pohonných hmotách. Použití dopravních prostředků může být i značně demaskující a proto jsou upřednostňovány průzkumy bez techniky a skryté přesuny. Často je třeba při plnění bojových úkolů využít patrolování bez techniky. Dále také nasazení v terénu, který není prostupný technikou je stále běžné i vzhledem k proměnnému bojišti. Charakter plnění bojových úkolů často vyžaduje takzvaných zrychlených přesunů, tedy snahy dosáhnout přesunu v časové tísni nebo co nejrychleji. Pro plnění takového úkolu by bylo vhodné vybrat jedince k tomu adekvátně připravené. V současné době je jedinou možností velitele řešit výběr vojáků a zadání úkolu na základě výročního a profesního přezkoušení nebo vlastních zkušeností a odhadů. Simulační model, který by vyhodnocoval potenciál vojáků, k plnění úkolů neexistuje. Vzhledem k dnešním poznatkům získaným z oblasti fyziologie, biomechaniky a sportovního tréninku, se pokusilo armádní sportovní centrum CASRI o jejich aplikaci při predikci výkonu v podmínkách konkrétního úkolu.

Přestože je myšlenka simulačního modelu mnohem širší, kvůli náročnosti zpracování je zatím software Combatfit zaměřen pouze na predikci výkonu při zrychleném přesunu. Ten byl výsledkem projektu Faktory, který sledoval i proměnné působící u zrychleného přesunu. Po skončení projektu Faktory ale nebyl nikdy aplikován. I z tohoto důvodu jsme se mu věnovali v naší předchozí práci „Predikce výkonu s pomocí softwaru Combatfit“ (Štefánský, 2014). Výpočty softwaru jsou založeny na studiích a měřeních ale celkový výpočet nebyl žádnou předešlou studií sledován. Práce tedy měla za úkol popsat funkce softwaru a potom především ověřit jeho validitu. Výsledky bakalářské práce ukazují nespolehlivé výpočty softwaru. Díky sledovaným proměnným došla bakalářská práce k závěru, že samotný základní predikční model předpovídá nepřesně. V této diplomové práci, která přímo navazuje na bakalářskou, je snahou poukázat na jiné nástroje predikce než využívá software Combatfit a pokusit se navrhnout takové, které by mohli být využity pro zlepšení

softwaru Combatfit. Za tímto účelem byla rozšířena teoretická část a to především v kapitolách věnujících se samotné predikci. Po analýze dalších studií korespondujících s problematikou byla největší pozornost věnována studiím a postupům predikce na základě přímých metod. Na základě teoretické části pak byl vybrán nomogram pro predikci, který sestavili Mercier D., Léger L. a Desjardins M., jako potenciálně vhodný základ pro predikci i v rámci softwaru Combatfit. Druhá část práce, tedy část empirická je zaměřena na měření a vyhodnocení dat potřebných ke srovnání predikce vybraného nomogramu, s predikcí modelu softwaru Combatfit. Tak aby bylo ověřeno nebo vyvráceno, že nomogram je vhodné použít k zpřesnění predikce softwaru Combatfit.

2 Teoretická část

V této části reflektujeme výsledky analytické práce. Shrnujeme získané a zpracované informace tak, aby poskytly vysvětlení základních pojmů a souvislostí problematiky. A umožnily tak vytvoření relevantního obrazu o programu Combatfit. K získání informací byly použity elektronické zdroje Univerzity Karlovy. Například databáze EBSCOHost, Ovid, Springer, PubMed. Jako klíčová slova při hledání v databázích byla použita: Prediction aerobic performance, effects of load carriage, influence of temperature, soldier load, running surface, affecting endurance, nomogram a další. Dále byla využita literatura a studie, z kterých čerpali autoři programu Combatfit, i konzultace problematiky se střediskem CASRI. Informace byly roztríděny a zpracovány na základě PRISMA Statement. Schéma PRISMA Statement je znázorněno na obrázku č. 1.



Obrázek 1 - Schéma PRISMA Statement (Moher a kol., 2009)

2.1 Speciální tělesná příprava

„Speciální tělesná příprava je součástí služební tělesné výchovy Armády České republiky. Především se zaměřuje na cílevědomé vytváření tělesné a psychické připravenosti vojáků k plnění pohybově specializovaných úkolů.“ (Normativní výnos Ministerstva obrany č. 12/2011)

Speciální tělesná příprava se v současné době dělí na 8 oblastí. Jde o boj zblízka, házení, překonávání překážek, přesuny, přežití, vojenské lezení, vojenské plavání a vojenské víceboje. Problematika predikce výkonu softwaru Combatfit bude spadat do oblasti přesunů.

2.2 Přesuny

Hlavní úkol každého vojáka a jednotky je příprava k nasazení v bojové činnosti. Základním kamenem bojeschopnosti je mobilita jednotek. Bojová i další činnost vojsk vyžaduje neustálé přemísťování osob. Existuje řada objektivních situací, kdy přepravní prostředky nelze použít a musí být přesun realizován pěšky. Ať už z ekonomických, taktických, terénních nebo dalších důvodů. Přesuny kladou nároky na tělesnou i psychickou odolnost a vytrvalost. Dalo by se říci, že základním cílem přesunu je přemístění z bodu A do bodu B, tak aby byla jednotka schopná plnit následující bojové úkoly. V pojetí této práce jsou přesuny chápány jako samotný akt pohybové činnosti a neuvažujeme taktické souvislosti. Tedy není řešena problematika formace, postupu, taktických zastávek a podobně.

„Cílem výcviku v přesunech je připravit jednotlivce, účelově vytvářené skupiny nebo složky organizačního celku ke zvládnutí přesunu na větší vzdálenost bez použití dopravních prostředků a k překonávání krátkých i dlouhých úseků v obtížném terénu.“ (Normativní výnos Ministerstva obrany č. 12/2011)

Obsahem výcviku v přesunech jsou:

- a) pěší přesuny
- b) přesuny na sněhu a ledu
- c) přesuny na vodě a v bažinách

V rámci kontextu predikce softwaru Combatfit se zaměříme na pěší přesuny.

Obsahem výcviku v pěších přesunech jsou zpravidla tato cvičení:

- a) chůze a běh terénem na různé vzdálenosti bez nesené zátěže
- b) přesuny s odlehčenou, popř. neúplnou výstrojí
- c) přesuny s nesenou zátěží

Pěší přesuny v rámci vojenských účelů jsou specifické a nekladou pouze obecné nároky na vytrvalost jako v civilních sférách. Vojenské jednotky se neobejdou bez neseného materiálu. V rámci vojenských operací půjde vždy o přesuny v polní obuvi a stejnokroji. Sekundárním účelem zařazování přesunu do výcviku je působení na fyzickou zdatnost a zdravý životní styl.

2.3 Vytrvalost

Přesněji řečeno vytrvalostní schopnost je jednou z takzvaných kondičních schopností. Definice jsou velice podobné, mluví o udržení nebo opakování pohybové činnosti po relativně dlouhou dobu nebo co nejdéle, čili do odmítnutí (Čelikovský, 1990; Martin, 1993; Kasa, 2001; Dovalil 2002). Dovalil (2002) uvádí že jde o komplex předpokladů k provádění činnosti požadovanou intenzitou co nejdéle nebo co nejvyšší intenzitou ve stanoveném čase. Tedy jde o schopnost organismu k dlouhotrvající tělesné činnosti.

Vytrvalostní schopnost úzce souvisí s energetickým zásobením. Možnosti energetického zásobení mají rozhodující vliv na činnosti vytrvalostního charakteru. Z fyziologického hlediska jsou vytrvalostní schopnosti limitovány kapacitou dýchacího systému a srdečně cévního oběhu. Z pohledu biochemie jsou pak určující především energetické zásoby, ale i aktivita enzymů. A na úrovni morfologie jsou limitujícími činiteli poměr svalových vláken, jejich počet, zásobení svalu a jeho profil (Havel, 1993). Nesmíme opomenout, že značný vliv zastupují i psychické faktory. Především schopnosti volní.

Nejčastěji jsou vytrvalostní schopnosti děleny podle délky trvání. Ale můžeme je dělit také podle svalové kontrakce, energetického krytí či účasti svalových skupin. Vzhledem k charakteru přesunů ve vojenském prostředí nás bude zajímat především dlouhodobá vytrvalost. Dlouhodobá vytrvalost je schopnost vykonávat pohybovou

činnost odpovídající intenzity déle než 10 minut (Dovalil, 2002). Vytrvalostní schopnosti jsou ve sportovním tréninku považovány za základní. Souvisí s odoláváním tréninkové zátěži, rychlejší regenerací a kladným působením na zdravotní hlediska (Perič, Dovalil, 2010).

2.4 Software Combatfit

Software Combatfit vznikl na pracovišti CASRI v rámci projektu FAKTORY. Celým názvem byl projekt charakterizován jako Analýza faktorů ovlivňujících efektivitu výcviku v jeho jednotlivých fázích a profesní využití vojáků AČR v bojových a nebojových operacích. Projekt byl zahájen v roce 2009 a ukončen v roce 2011. Jedním z klíčových výstupů celého projektu byl právě program COMBATFIT. Hlavními autory programu jsou Mgr. Aleš Tvrzník a Mgr. David Gerych.

Program Combatfit je určen především jako pomůcka velitelům pro predikci výkonu při přesunech u jednotlivých vojáků. Zahrnuje vliv jejich individuální kondice, vnějších podmínek a plánované výzbroje i výstroje. Software by měl veliteli pomoci, při plánování přesunu, s výběrem vojáků a podmínek přesunu. Umožňuje veliteli pohled na přesun v širším kontextu činitelů ovlivňujících výkon.

Software umožňuje vytvoření databáze vojáků pro hromadné vyhodnocování pohybového úkolu. Databáze vyžaduje zadání potřebných informací pro predikci, ale umožňuje zadat i doplňkové informace pro potřeby velitele. Součástí programu je možnost nastavení přihlašovacího dialogu, tak aby byly informace chráněny. Nastavené přesuny se dají ukládat do historie již provedených úkolů. Tato možnost poskytuje opětovné použití již nastaveného úkolu a také rychlé vytvoření nového ze starší kopie. Predikce se vztahuje vzhledem k zadané vzdálenosti nebo času pro splnění úkolu. Výsledek výpočtu je přehledně zobrazen v tabulce a poskytuje tak okamžité srovnání všech vojáků. Tabulku s výsledky lze exportovat do programu Microsoft Excel nebo zobrazit ve webovém prohlížeči.

Software je optimalizován pro operační systémy Windows XP, Vista, Windows 7, 32bit a 64bit verze. Pracuje na technologii .NET Framework 3. Datovou vrstvu zajišťuje SQL Server Compact Edition. Uživatelské rozhraní je založeno na WPF technologii.

2.4.1 Osobní karta

Prvním krokem při práci s programem je vytvoření profilu vojáků. K tomuto účelu slouží osobní karta a karta se vstupními záznamy. Osobní karta obsahuje základní osobní údaje a údaje o zařazení. Dále obsahuje záznam o organizačním celku, do kterého voják spadá a informaci o charakteru jeho pohybového výcviku. Nastavení charakteru pohybového výcviku má pouze informativní charakter pro velitele pracujícího s programem, ale nemá žádný dopad na výpočet predikce. Naproti tomu je důležité nastavit zařazení k organizačnímu celku. Podle zařazení u organizačního celku program poté vyhodnocuje vstupní záznamy standardních pohybových testů. Jednotlivé organizační celky nebo jejich složky se zařazují do výkonnostních skupin A, B a C podle požadavků na stupeň jejich vycvičenosti. Do výkonnostní skupiny A se zařazují organizační celky nebo jejich složky s vysokou náročností na tělesnou připravenost jejich příslušníků. Do výkonnostní skupiny B se zařazují organizační celky nebo jejich složky se střední náročností na tělesnou připravenost jejich příslušníků. Do výkonnostní skupiny C se zařazují organizační celky nebo jejich složky s požadavkem na zvládnutí základních pohybových schopností a dovedností jejich příslušníků (Normativní výnos Ministerstva obrany č. 12/2011).

2.4.2 Vstupní záznamy

Vstupní záznamy obsahují základní kontrolní testy. Ty jsou v AČR vykonávané v rámci výročního a profesního přezkoušení nebo jako kontrolní cvičení. Základní kontrolní testy se využívají ke zjištění stavu výcviku v tělesné přípravě. Software pracuje s výsledky testů v běhu na 1 km, 2 km, Cooperově běhu, přesunu na 5 km, a plavání na 300 m. Tato testová baterie je stanovena a definována v Normativním výnosu Ministerstva obrany č. 12/2011.

- Běh na 1 000 m.

Běhá se na atletické dráze nebo v otevřeném, rovném a přehledném terénu (bez převýšení) na okruhu v rozmezí délek 200 až 500 m. Čas se měří s přesností na 1 s.

- Běh na 2 000 m.

Test se plní za obdobných podmínek jako běh na 1000 m

- Cooperův běh.

Běh po dobu 12 minut. Běhá se na atletické dráze nebo v otevřeném, rovném a přehledném terénu (bez převýšení) na okruhu v rozmezí 200 až 500 m. Poslední minuta před ukončením testu se oznamuje předem dohodnutým a cvičencům objasněným signálem. Výsledek testu se měří s přesností na 10 metrů.

- Zrychlený přesun jednotky na 5 km

Zrychlený přesun organické jednotky po stanovené trase na vzdálenost 5 km na čas. Přesun se uskutečňuje na trati (s minimálním převýšením) vyměřené v terénu, ve vojenském objektu apod., mimo rušné komunikace. Za nepříznivých podmínek je dovoleno absolvovat test z 50 % na silnicích, při dobrých podmínkách pouze v terénu. Místo startu a cíle se volí tak, aby bylo totožné nebo nepříliš vzdálené. Čas se měří s přesností na 1 s.

- Plavání na 300 m

Plave se libovolným způsobem v 50 m nebo 25 m krytém nebo otevřeném bazénu s vyznačenými oddělenými drahami. V jedné dráze může při přezkoušení plavat pouze jeden cvičenec. Při obrátkách se cvičenec musí dotknout kteroukoli částí těla stěny bazénu. Povoluje se oznamovat mezičasy, signalizovat počet uplavaných (zbývajících) bazénu, ale vždy tak, aby nebyla narušena práce rozhodčích. Čas se měří s přesností na 1 s.

Po zadání minimálně jednoho výsledku program vyhodnocuje výkonnostní úroveň na základě srovnání s normami pro daný organizační celek. Navíc karta se vstupními záznamy obsahuje výpočet indexu tělesné hmotnosti (BMI) na základě výšky a váhy. BMI zde slouží pouze jako informační záznam a nepodílí se na dalších výpočtech programu.

2.4.3 Další záznamy

Karta se vstupními záznamy obsahuje ještě další záložky. V současné verzi 1.0.0.0 ale nejsou záložky rozpracovány a nemají praktický význam pro uživatele. Další záložky jsou zde vytvořeny pro možné budoucí rozšíření programu. Na výkon, ale především pak na efektivitu plnění bojových úkolů, mají vliv i další faktory než jsou vnější vlivy, se kterými program počítá. Jsou to fyziologické, biochemické, tělesné,

psychické a sociální faktory. Program by tak mohl být do budoucna obohacen o odborné diagnostické vstupy dalších pracovišť (vojenské nemocnice, diagnostická centra), tím by se mohla zvýšit přesnost predikovaného výkonu.

2.4.4 Pohybový úkol

Jak již bylo řečeno, pohybovým úkolem je v softwaru chápán pěší přesunu. Při definování úkolu program umožňuje zadat řadu proměnných. Jedná se o vnější podmínky, výstroj a výzbroj, nesenou zátěž. Dále má uživatel možnost zvolit, jestli má být úkol vyhodnocen vzhledem k času nebo vzdálenosti. Při zadání vzdálenosti predikuje program u jednotlivých vojáků čas potřebný ke splnění. Je možno zadat vzdálenosti od 5 do 15 km. Původně bylo záměrem predikovat výkony až do 50 km. Autoři byli ale nuceni, vzhledem k pozdějšímu zjištění, že model nespolehlivě predikuje vzdálenosti nad 15 km, možnosti omezit. Došli k závěru, že pro vzdálenosti nad 15 km by bylo nutné vypracovat samostatný model. K sestavení modelu by musel být požit odlišný přístup a metodika měření. Prostředky výzkumného projektu, v rámci kterého byl software zpracován, již na další výzkum nestačily. Druhou možností je vyhodnocení úkolu vzhledem k času. Pak je predikací vzdálenost, kterou jsou vojáci schopní za daný čas urazit. Po zobrazení výsledku lze nastavit filtr s limitním časem nebo vzdáleností. Vojáci, kteří nesplňují podmínky nastaveného filtru, jsou pak zvýrazněni červeným písmem.

2.5 Vnější podmínky

Vnější podmínky můžeme rozdělit na dvě hlavní skupiny. A to sice na vlivy výstroje a výzbroje a vlivy zevního prostředí. Vnější podmínky působící na výkon jsou jeho neodmyslitelnou součástí. Někdy působí zanedbatelně, jindy tvoří významnou složku výkonu. V případě vojenských přesunů jsou mnohem častěji významné, jelikož přesuny nejsou prováděny v rámci sportovních pravidel či jiných regulí. Na vojáka při přesunu působí v první řadě vlastnosti výstroje a dále pak přírodní podmínky. Voják je často vystavován nepříznivým až extrémním podmínkám zevního prostředí. Tyto vlivy musí být při posuzování výkonu brány v úvahu. Havlíčková (1994) dělí z hlediska fyziologie zátěže vlivy následovně. Tepelné, tlakové, vlhkostní, povětrnostní, záření, akustické, narušeného životního prostředí, světelné, atmosférické, kosmické. Jak vidíme, zaměřuje se pouze na vlivy zevního prostředí z hlediska fyziologie. Tedy vlivy

působící na činnost organismu jako takového. Z těchto vlivů zahrnuje software Combatfit ty s největším významem. Jsou to teplota, tlak, vlhkost, nadmořská výška. Pokud ale chceme predikovat výkon při vojenských přesunech, musíme vzít v úvahu i další vlivy. Vlivy, které mají dopad na pohyb a jeho efektivitu. Z těchto vlivů obsahuje software Combatfit ty, které se vzhledem k charakteru vojenských přesunů projevují nejvíce. Těmi jsou obuv, výstroj, nesená zátěž, povrch a terén.

2.5.1 Teplota

Významný vliv na pohybový výkon mají teploty velmi nízké nebo velmi vysoké. Pro lehkou práci je za ideální teplotu považována teplota 20 °C. Pro vytrvalostní zatížení pouhých 10-15 °C (Havličková, 1994). Jak sportovní, tak i vojenská činnost může být prováděna ve značně nepříznivém klimatu. Teplota je jednou z často diskutovaných proměnných. To především pro její častou proměnlivost. Význam teploty zmiňuje téměř každá učebnice fyziologie. Nejčastěji ovšem v kontextu udržení homeostázy a rizik teplotních extrémů. Je to dáno především tím, že termoregulace hraje tak významnou roli a její selhání může znamenat i smrt (Katch et al., 2010). Problematiku termoregulace, dehydratace, poškození zdraví teplem či chladem je nutné mít na paměti, ale v našem případě uvažujeme dostatečné zásobení tekutinami a prostředky pro udržení zdraví v daných teplotních podmínkách. Jinak řečeno, cílem je pojednat o vlivu teploty na výkon v případě nezanedbání rizik s ním spojených. Tímto způsobem s teplotou počítá software Combatfit. Teplota lidského těla je závislá na tvorbě tepla i na faktorech zevního prostředí, jako je teplota, síla větru, vlhkost. Změny tělesné teploty vyvolávají změny na buněčných strukturách, ovlivňují enzymatické pochody a zasahují do řady chemicko-fyzikálních procesů (Havličková, 1994). Z tohoto vyplývá, že teplota má dopad na práci organismu, tedy i na jeho výkon. Vliv teploty na samotný výkon již učebnice nezahrnují. Pokud chceme toto téma obsáhnout, musíme vyhledat studie, které se přímo touto problematikou zabývají.

Podle závěrečné zprávy projektu software zahrnuje teplotu do výpočtu pomocí koeficientů pro jednotlivé teplotní intervaly, jak je vidět v tabulce č. 1.

Teplota (°C)	Koeficient
-10 – 10	0,97
11 – 20	1
21 – 30	0,65
31 a více	0,35

tabulka 1- Koeficienty teploty uvedené v závěrečné zprávě.

Ve zprávě zpracované k softwaru byl uveden jeden zdroj, týkající se vlivu teploty. Nicméně chybí dokumentace o tom, jak byly koeficienty odvozeny. Po sledování výpočtů softwaru v souvislosti s teplotou bylo zjištěno že koeficienty uvedené v dokumentaci programu (viz. tabulka č.1.) jsou ve skutečnosti nastaveny v jiných intervalech a hodnotách. Zjištěné intervaly uvádím v tabulce č. 2. Hodnoty v procentech znázorňují celkový pokles predikce výkonu, tedy navýšení času nutného k překonání dané vzdálenosti nebo snížení dosažené vzdálenosti za daný čas.

Teplota (°C)	
-20– -10	95%
-9 – 20	100%
21 – 30	53%
31 a více	21%

tabulka 2- Vliv teploty na výpočet

Teplé prostředí

Teplé prostředí zhoršuje vytrvalostní výkon. Přesný mechanismus, podle kterého teplo narušuje výkon je nejasný (Nielsen et al., 1990; Febbraio et al., 1996; Galloway, Maughan, 1997). Vliv vysoké vnější teploty na zatížení je nejvíce znatelný u dlouhotrvajících aktivit submaximální intenzity. Cvičení maximální intenzity nebývá

vysokou teplotou ovlivněno, pokud jedinec nedosáhl zvýšené teploty těla ještě před zahájením cvičení (Fortney, 1985). Autoři vycházeli při sestavování modelu pro predikci ze spotřeby kyslíku. Spotřeba kyslíku úzce souvisí s energetickým výdejem. Pro jehož určování u pohybových aktivit bylo objeveno mnoho metod. Nepřímá kalorimetrie, která využívá právě přímého vztahu se spotřebou kyslíku, je považována za zlatý standart měření energetického výdeje (Westterterp, 1999). Na základě těchto souvislostí vycházeli při stanovení koeficientů pro teplotu také ze studie, sledující energetický výdej. Tato studie pojednává o sníženém energetickém výdeji při submaximálním zatížení vytrvalostního charakteru v teplém prostředí. Při zatížení 60% VO_{2max} po dobu 120 min byl naměřený významný pokles energetického výdeje při 30°C oproti 20 °C a 10 °C. Toto autoři studie vysvětlují jako systém, který přispívá k zmírnění produkce tepla a umožňuje tak prodloužit cvičení v teplém prostředí (Yamashita et al., 2005). Snížený energetický výdej a stejně tak snížená spotřeba kyslíku nám ale také naznačují snížený výkon. Ve snaze snížit teplotu jádra, která se díky termogenezi v průběhu cvičení zvyšuje, dochází také k zvýšené kožní cirkulaci krve (Nagashima et al., 1997). Díky tomu je krev odváděna od zásobení dýchacích svalů a dochází ke zvýšení jejich únavy. Tato pozměněná cirkulace tak negativně ovlivňuje vytrvalostní výkon (Rodman et al., 2003). V této souvislosti Romer et al. (2003) ve své studii naměřili při 40 minutovém zatížení pokles výkonu o 24% při 35 °C oproti ideální teplotě 15 °C. Což ale značně neodpovídá nastaveným korekcím v softwaru Combatfit, i další studie naznačují, že koeficienty nemusely být nastaveny správně. Při sledování silového výkonu u vytrvalostního zatížení byl zjištěný pokles výkonu o 7% při 35 °C oproti stejnému měření v 17 °C. Po 40 minutách činil výsledek v 35 °C 309 ± 35 W, při 17°C 329 ± 31 W (Peiffer, Abbiss, 2011). Že vliv teploty působí velice podobným způsobem i při dlouhém vytrvalostním výkonu, naznačují data, srovnávající dva ročníky ultramaratonu. V teplejším roce, kdy teploty po značnou část závodu převyšovali 30 °C, byl čas u všech sledovaných běžců v průměru horší o 8% (Parise, Hoffman, 2011). Je nutné poznamenat, že zhoršený výkon není pouze důsledkem změn v oběhovém systému. Pokles výkonu je důsledkem komplexního působení vysokých teplot na člověka. Při 20 minutové fyzické aktivitě vojáků v teplém prostředí bylo nalezeno vyšší zatížení nervové soustavy, stejně tak vojáci označili vyšší diskomfort působením tepelného stresu (Sipavičius et al., 2008).

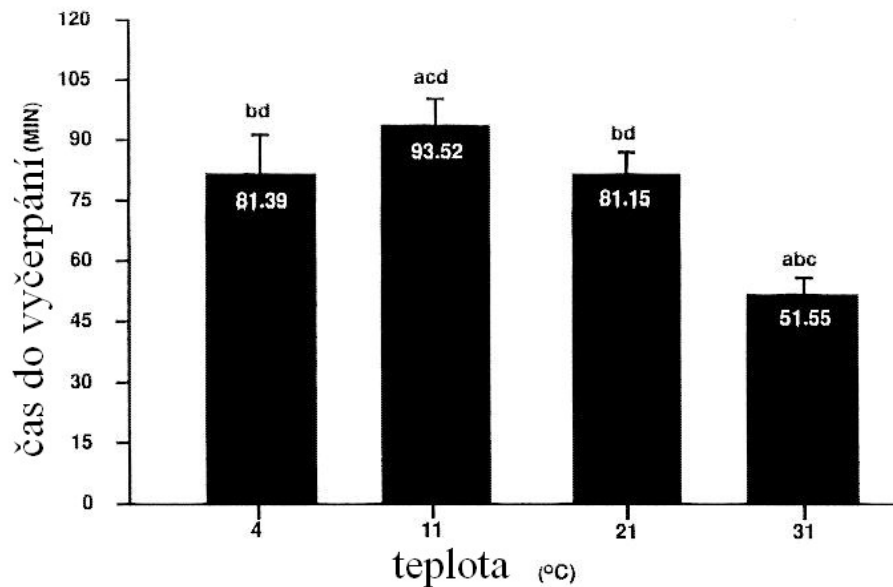
Adaptace v teplém prostředí

Opakované vystavování teplému prostředí od několika dní až po týdny má bez pochyby vliv na zvýšení tolerance během cvičení v teple (Chen Chee et al., 2004). Adaptace organismu na práci v teple vede k aklimatizaci na teplo. Projevuje se zvýšenou efektivitou termoregulačních mechanismů. Při stejné intenzitě zatížení má adaptovaný jedinec zvýšené pocení, nižší teplotu a nižší oběhovou reakci (nižší srdeční frekvenci). Při vyšší teplotě zevního prostředí se adaptovaní jedinci začínají potit dříve (Havličková, 1994). Přestože je adaptace některých funkcí v teple možná, vypadá to, že zásadní vliv na výkon nemá. Chen Chee et al. sledovali běžecký vytrvalostní výkon u skupiny žijící a trénující v teplém prostředí. Výsledky ukázaly, že i tehdy byl výkon při 35 °C o 25,1% horší než při teplotě 25 °C (Chen Chee et al., 2004).

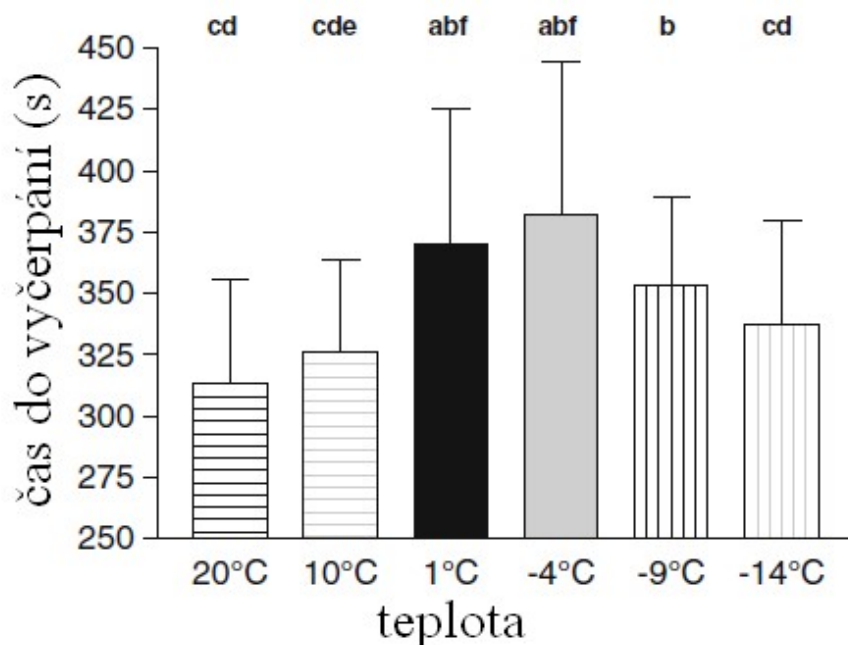
Nízké teploty

Nízké teploty -5 až -20 °C vedou k poklesu svalové síly, k omezení schopnosti podat vytrvalostní výkon. Příčinou bývá pokles aktivity oxidativních enzymů. Expozice extrémního chladu tedy zkracuje dobu podávaného výkonu (Havličková, 1994). Nízká teplota svalu má silný dopad především na kontraktivní aktivitu a důsledkem je nejen snížení vytrvalostního výkonu, ale i síly a silového výkonu (Oksa, 2002). Blomstrand et. al. (1987) naznačují, že dochází k vyššímu nahromadění laktátu v průběhu zátěže při nízké teplotě svalů a to je částečným důvodem horšího vytrvalostního výkonu. Kromě toho dochází k vyšší oxidaci polysacharidů a spotřebě kyslíku, to souvisí s narušenou mechanickou efektivitou svalů. Tyto změny, vyšší spotřeba kyslíku, minutová ventilace a utilizace polysacharidů jsou pravděpodobně napodobením efektu termoregulačního třesu. K tomu ale dochází pouze při ochlazení jádra pod určitou hranici. V našem případě, díky fyzické aktivitě, by nemělo být jádro pod tuto hranici ochlazené. Změny, ke kterým dochází, mohou být důsledkem značného ochlazení povrchu těla a zároveň také důsledkem zhoršené efektivitě svalů s nižší teplotou. To vše vyvolává vyšší energetickou náročnost a dřívější vyčerpání. Bylo naměřeno zhoršení přibližně o 13% při 4 °C oproti 11 °C, jednalo se o vytrvalostní zátěž na úrovni intenzity 70% VO_{2max} . Měřen byl čas do vyčerpání. V rámci studie byl měřen i rozdíl mezi 21°C a 11°C, výsledek byl při vyšší teplotě o 14% horší (Galloway, Maughan, 1997). Další studie ukazuje stejně významné rozdíly mezi teplotami 1°C a 10°C, 20°C. Navíc sleduje i teploty pod nulou. Při -14°C bylo zjištěno zhoršení o 13%, při -9 °C o 9% oproti teplotě -4 °C. Opět byl sledován čas do odmítnutí při 70% VO_{2max} (Sandsund et al.,

2012). Výsledky těchto studií sice ukazují stejnou významnost rozdílů mezi teplotami, ovšem neshodují se v optimální teplotě. V případě studie Gallowae a Maughana (1997) vychází nejlepší výsledek při 11 °C, při 4 °C dochází ke zhoršení. U druhé studie jsou nejlepší výkony podávány při -4 °C a nižší i vyšší teploty vychází hůře. Pro srovnání uvádíme graf č. 1 a č. 2.



Graf 1 – Čas do vyčerpání pro čtyři rozdílné teploty. Hodnoty jsou průměrem probandů. Písmena a, b, c, d, označují signifikantní rozdíly (Galloway, Maughan, 1997).



Graf 2 – Čas do vyčerpání pro šest rozdílných teplot. Hodnoty jsou průměrem probandů. Písmena a, b, c, d, označují signifikantní rozdíly (Sandsund et al., 2012).

Sandsund et al. (2012) toto vysvětlují jako vliv rozdílné metodiky a především rozdílného oblečení. Ve studii Gallowae a Maughana (1997) byli subjekty oblečení v šortkách a tričkách, v druhém případě ve sportovní kombinéze pro běžecké lyžování. Oblečení ovlivňuje teplotu těla, tedy i svalů. Ta je klíčová pro zhoršení výkonu. Nicméně z obou studií vyplývá, že by měla teplota ovlivňovat výkon v podobě obráceného U se středem v ideální teplotě. Vzhledem k těmto poznatkům se jeví nastavení v softwaru Combatfit jako nevhodné i u nízkých teplot. Interval $-9\text{ }^{\circ}\text{C} - 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ je příliš široký na to, aby zahrnul pouze teploty působící přibližně stejně. Mimo přehodnocení koeficientů by bylo pro software přínosné zahrnout vliv oblečení na teplotu těla, především pak teplotu povrchu těla, která úzce souvisí s teplotou svalů. Tento vliv by mohl být výzkumným záměrem do dalších let.

Aklimatizace na chlad

U chladu existuje jiné terminologické vyjádření, a tedy to, co je u teplého prostředí označováno za adaptaci, je zde nazýváno aklimatizací. Aklimatizace na chlad je do jisté míry možná, ale jedná se o málo prozkoumanou oblast. Je známo, že po aklimatizaci dochází k zvýšené tvorbě tepla a k zlepšení termoregulace periferií. Dále vede k poklesu teploty končetin a menšímu využívání třesu oproti neaklimatizovaným (Jandová, 2009). Otuzování vede ke schopnosti organismu lépe reagovat na změny klimatu prostředí. Z dostupných možností je otuzování vodou nejúčinnější metodou (Máček, Radvanský, 2011). Studií, které se zabývají vlivem aklimatizace na výkon v nízkých teplotách, není mnoho a často se jejich názory rozcházejí.

2.5.2 Povrch

Druh povrchu hraje při přesunech nezanedbatelnou roli. Ovlivňuje ekonomii běhu. Při běhu terénem oproti běhu po cestě je ekonomie běhu narušena až o 41-52% (Kurt, 1999).

Rozdíl může být malý, jako například při běhu na běhátku oproti asfaltu. Ale může být taky velice značný a očividný, například asfalt oproti sněhu. Energetický výdej, tedy i náročnost, při chůzi ve sněhu stoupá lineárně s hloubkou stopy. Limitujícími faktory zde jsou zvětšující se výška kroku, neefektivní posturální držení těla a nároky na stabilitu (Pandolf, 1976).

V jedné ze svých dalších prací Pandolf et al. zpracovali rovnici k predikci energetických nároků nesení břemene. V této rovnici započítali i vliv povrchu. Ten přidali jako faktor T, který stanovili pro nejčastější povrchy. Asfalt 1,0 , šotolinu 1,1 , lehký podrost 1,2 , hustý podrost 1,5 , bláto 1,8 , písek 2,1 , sníh 1,3 + 0,082*D (kde D je hloubka stlačení v cm) (Pandolf, 1977). Autoři programu postupovali podobně, a pro výpočty ve svém modelu použili koeficienty uvedené v tab. č.3. Pro ilustraci je uvedena i spotřeba kyslíku a utilizace VO_{2max} u vojáka (váhy 70kg) se zátěží 33 kg, při rychlosti 4 km/h a sklonu 0%.

Povrch	VO₂ (ml/kg/min)	VO₂ (%)	Koeficient
Běhátko	10	26,3	0,9
Asfalt	9	23,7	1,0
Šotolina	11	28,9	0,82
Lehký podrost	13	34,2	0,69
Hustý podrost	17	44,7	0,53
Bláto	19	50	0,47
Písek	21	55,3	0,43
Sníh (10cm)	29	76,3	0,31
Sníh (20cm)	38	100	0,24

Tabulka 3 - Koeficienty a fyziologické ukazatele pro rozdílné povrchy

2.5.3 Nesená zátěž

Nesní zátěže je, a to i historicky, nedílnou součástí všech vojenských přesunů. Vojáci jsou často nuceni nést potřebnou výbavu, tak aby zajistili svou bojeschopnost, a naplnili požadavky mise. Nesení zátěže je jednoznačně spojené se sníženým výkonem, a dřívějším nástupem vyčerpání. Je důležitým aspektem vojenských operací. Příliš velká zátěž může negativně ovlivnit bojeschopnost, a rozhodnout tak o výsledku mise.

Naopak nedostatek munice či výbavy může vést ke stejnému výsledku. Proto je nutné přesuny plánovat vzhledem k zátěži.

Bylo zjištěno, že čas přesunu a energetická náročnost jsou přímo související s nesenou zátěží. Efekt zátěže na kinematické a kinetické proměnné je komplexní. Jedná se o sérii úprav v lokomoci, které pomáhají jedinci udržet stabilitu a absorbovat zvýšené síly, spojené se zvýšenou zátěží na tělo (Polcyn, 2001). Nesení zátěže zvyšuje spotřebu kyslíku a tepovou frekvenci. To se odvíjí od svalového vyčerpání, změn v utilizaci substrátů, hromadění laktátu a zvýšení teploty tělesného jádra (Blacker, 2009). Pandolf et al. (1977) rozšířil práci Givoniho a Goldmana (1971) a vyvinul rovnici k predikci energetických nároků neseného břemene. Pandolfova rovnice má však několik omezení. Jednak nepřesně předikuje energetický výdej při chůzi z kopce, a jednak nepočítá se zvyšováním energetických nároků s prodlužováním doby zatížení.

Většina studií využila, k predikci spotřeby energie, zatížení kratší než 30 min. Některé studie však ukazují, že se při větší zátěži, rychlosti nebo při delším nesení břemena (> 2 hodiny) při konstantní rychlosti, se energetický výdej s časem zvyšuje (Epstein, 1988; Patton, 1991). V kontrastu s tím Sagiv et al. (1994) nezjistil zvýšení energetické spotřeby po přibližně 4 hodinách chůze. Výzkum centra CASRI potvrzuje, že výdej a tím také výkon lze poměrně spolehlivě predikovat pro krátkodobá zatížení (přibližně do 20 minut). Při delší zátěži je pro predikci nutné použít odlišný přístup. Vzhledem k tomu, že při vojenských přesunech jde zpravidla o delší časy zatížení, zaměřil se výpočet programu na predikci výkonu při dlouhodobých zatíženích (20 min – 15 hodin).

2.5.4 Terén

Je zřejmé, že profil tratě ovlivňuje její náročnost, tedy výkon, který je na ní možné dosáhnout. Jak stoupání, tak i klesání, ovlivňuje pohyb jiným způsobem než rovný terén. Je evidentní, že existují rozdíly v mechanických proměnných mezi rovinou, stoupáním či klesáním, při kterých jsou potřebné změny tak, aby došlo k adaptaci na okolnosti prostředí. Existuje souvislost mezi terénem a frekvencí kroků, jejich délkou, reakčními silami s podložkou a metabolickou náročností (Padulo et al., 2013). Dochází k rozdílům v kontrakci svalů a fyziologickém zatížení. Například převážné zapojení excentrických komponent odpovídá klesání oproti rovině (Cai et al., 2010).

Při stoupaní dochází k vyšším energetickým nárokům. Podle výzkumů můžeme souvislost hledat u vyšší frekvence kroků, zároveň s jejich kratší délkou. Také dochází k vyšším reakčním silám s podložkou. Toto je dynamicky nutný jev, vzhledem k požadované potřebě vytvořit doplňkové svíslé síly větší, než je odpor tělesné hmotnosti. Dochází tak k vytvoření zrychlení směrem vzhůru (Padulo et al., 2013). Během stoupaní je tělo více aktivně přesouváno proti gravitaci. Zvyšuje se spotřeba kyslíku. Ta podkládá zvýšené metabolické nároky (Bangsbo, 2001). Dochází k vyššímu zapojení bicepsu femoris a gastrocnemiu (Cai et al., 2010).

Při chůzi z kopce dochází nejprve ke snižování energetické spotřeby a se zvyšujícím se sklonem následně k jejímu zvyšování. Nejnižší energetický výdej se ukazuje být mezi -5% a -15% sklonem v závislosti na individuálních vlastnostech chůze (Wanta et al., 1993). Podobné výsledky naznačují i další studie. V jedné z nich byl energetický výdej zjištěn jako nejnižší při -8%, významný nárůst pak od -12%. Zjištění další studie se téměř shoduje, tentokrát byla naměřena nejmenší energetická náročnost mezi -6% a -15% (Blacker et al., 2009). Energetická náročnost při klesání odpovídá tvaru obráceného U, když je zakreslena vzhledem ke sklonu. Nejdříve klesá a následně začne stoupat (Knapik et al., 2004).

Autoři programu nastavili vliv terénu následovně.

Rovinatý	100%
Mírně zvlněný	90%
Kopcovitý	80%
Hornatý	70%

Hodnoty v procentech znázorňují celkový pokles výkonu, tedy navýšení času nutného k překonání dané vzdálenosti nebo snížení dosažené vzdálenosti za daný čas. Faktor terénu předpokládá stejný podíl klesání a stoupaní. Hodnoty faktoru pro terén byly navrženy na základě interního měření uskutečněného pracovištěm CASRI. Systém, kterým autoři softwaru Combatfit reflektují vliv terénu má své klady i zápory. Kladem je především uživatelská přístupnost. Neboli jednoduchost zadání. Hlavní nevýhodou je pak nepřesnost korekce. Pokud by zvolili jiný přístup, uživatel by byl nucen zjistit a zadat řadu dalších informací, se kterými nemusí být vždy obeznámen. Systém by musel být založen na nejjednoduchém výpočtu zahrnujícím další data. Například

nastoupané, sestoupané metry a sklon jednotlivých úseků tratě. Jednou z možností by bylo zahrnout terén, tak jako Pandolf et al. (1977). Ve své rovnici pro predikci energetického výdeje použili faktor G. Faktor G udává v % sklon terénu. Ovšem nepočítali se snížením energetickým nárokem mezi -6% až -15%. Navíc při delších vzdálenostech nejdeme pouze do kopce nebo z kopce, ale profil tratě je členitý. Buď by tedy musel být celkový výpočet rozdělen na úseky, nebo by musel být sestaven algoritmus pro sečtení profilu do jednoho faktoru.

2.5.5 Obuv

Rozdílná obuv může mít rozdílný dopad na výkon. Souvislost pak můžeme hledat u několika vlastností obuvi. Jsou to především váha, absorpce působících sil, komfort, tuhost (De Moya, 1984). Zátěž umístěná na nohy zvyšuje energetický výdej 5 - 7 krát v porovnání s nesením této zátěže na horní polovině těla. Z těchto důvodů by měly být boty co nejlehčí s ohledem na danou aktivitu. Každý kilogram nesený na dolních končetinách způsobuje zvýšení energetického výdeje o 7 – 10% (Knapik et al., 2004). Nároky vojenské obuvi jako jsou pohodlnost, odolnost, ochrana, značně limitují její provedení a váhu.

Středisko CASRI se dlouhodobě zabývá studií obuvi. Model predikce byl sestaven v souladu s jejich poznatky o vlivu obuvi. Pro odlišné typy obuvi než polní, určili rozdíl v dopadu na výkon. Hodnoty v procentech znázorňují celkovou změnu výkonu oproti referenční hodnotě, tedy času nutného k překonání dané vzdálenosti nebo dosažené vzdálenosti za daný čas. Jelikož základní model (referenční hodnota) je vytvořen pro polní obuv (kanady - 100%), dochází v případě sportovní obuvi v modelu k úpravě odpovídající lepšímu výkonu (120%). U ostatních variant dochází ke zhoršení výkonu.

<u>Sportovní</u>	<u>120%</u>
Obuv sportovní 2005 sálová textilní	
Obuv sportovní 2005 sálová kožená	
Obuv sportovní 2005	
<u>Pracovní (polobotky)</u>	<u>70%</u>
<u>Pracovní (kanady – všechny druhy)</u>	<u>100%</u>
Boty polní do džungle	
Boty polní do pouště	
Boty polní 2000 ECWCS	
Boty polní 2000 podšívkové	
Boty polní 2000 zimní	
Boty polní 2000	

2.5.6 Výstroj

Hodnoty v procentech znázorňují celkovou změnu výkonu oproti referenční hodnotě, tedy času nutného k překonání dané vzdálenosti nebo dosažené vzdálenosti za daný čas. Jelikož základní model (referenční hodnota) je vytvořen pro pracovní oblečení letní (100%), dochází v případě Sportovního oblečení v modelu k úpravě odpovídající lepšímu výkonu (120%). U ostatních variant dochází ke zhoršení výkonu. Hodnoty byly stanoveny na základě výsledků výzkumu realizovaného v rámci projektu pracoviště CASRI. Při výzkumu byl u 30 probandů sledován vliv rozdílného oblečení na výkon při běhu na běhátku. Sledován byl především rozdíl ve spotřebě kyslíku. Jako speciální oblečení byl použit protichemický oblek. Samostatná dokumentace k těmto výsledkům není zpracována.

Sportovní oblečení	120%
Pracovní oblečení letní	100%
Pracovní oblečení zimní	90%
Speciální oblečení	80%

2.5.7 Další vlivy

Tyto vlivy jsou v programu uvedeny, ale neovlivňují výpočet. Jsou zde připraveny pro budoucí rozšíření a zároveň jsou zde i z toho důvodu, aby si velitelé, pracující s tímto programem, uvědomili jejich možný dopad. Jde o faktory, které v podmínkách České republiky nemají významný vliv. Ovšem mohli by se vyskytnout při nasazení v zahraničních misích.

2.5.7.1 Vlhkost

Jak nízká, tak vysoká vlhkost může negativně ovlivnit výkon. Vysoká vlhkost je často spojena i s vysokou teplotou. Dohromady působí jako výrazný negativní činitel. Tyto podmínky jsou charakteristické pro tropické a subtropické oblasti. Dochází k omezení nebo úplnému přerušení termoregulace prostředky evaporace. Na základě toho se rychleji zvyšuje teplota organismu. Jelikož jsou kladeny vyšší nároky na další prostředky termoregulace je spotřebována značná část energie a dochází ke snížení výkonu. Nízká vlhkost je typická pro vysoké nadmořské výšky. Působí především dehydratačně (Havlíčková, 1994).

2.5.7.2 Nadmořská výška

Ve vysoké nadmořské výšce působí komplex vlivů. Jde o nižší atmosférický tlak, nízké teploty, nízkou vlhkost a zvýšené UV záření. Jelikož teplota i vlhkost jsou již jako samostatní činitelé v této práci zmíněni, bude nás zajímat především vliv atmosférického tlaku. Při nedostatečné aklimatizaci hrozí především zdravotní rizika. Horská nemoc, poruchy spánku, poruchy vnímání až halucinace. Vlivem sníženého obsahu kyslíku ve vzduchu dochází k hyperventilaci, zvýšené srdeční frekvenci, zvýšení pH a viskozity krve (Havlíčková, 1994). Adaptace trvá okolo 20 dnů. Při dosažení aklimatizace, tedy komplexnímu přizpůsobení organismu nastává vyrovnání výkonu na úroveň dosahovanou v nížině (Dovalil, 2002). Jde o komplexní proces a pro jeho úspěšný průběh je potřeba dodržovat určitá pravidla. Navíc je do značné míry individuální. Za spodní hranici aklimatizačních procesů se obecně považuje 2500 m.n.m.. Extrémní nadmořské výšce nad 5300 m.n.m. se již nelze přizpůsobit (Máček, 2011).

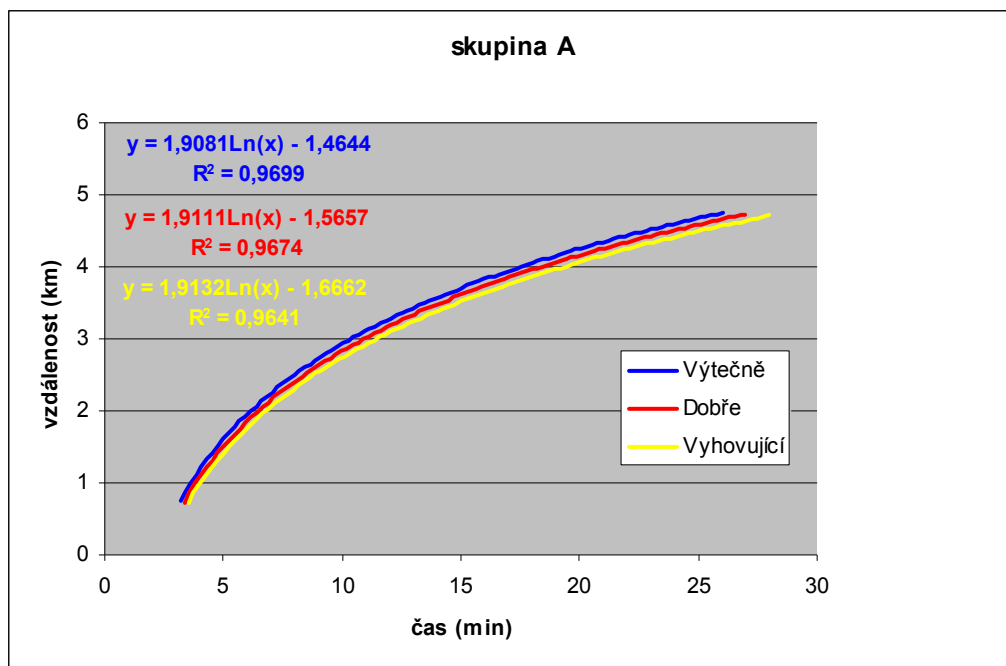
2.6 Predikce výkonu

Program Combatfit zakládá výpočet na základních pohybových testech. Jde o běh na 1000m, 2000 m, Cooperův běh, přesun na 5km, 300 m plavání. Podle studie Bosqueta et al. (2002) se jedná o přímou metodu k predikci aerobního výkonu s použitím několika testů. A to jak s konstantním trváním (Cooperův běh), tak s konstantní prací (1000 m, 2000 m,...). Pro výpočet, tedy samotnou predikci, využívá program metod založených na poznatcích světové literatury i na základě výzkumů centra CASRI. Mezi metody zmíněné ve světové literatuře se do oblasti přímých metod řadí predikce založené na jednotlivých testech a to jak s konstantním trváním a prací, tak i s konstantní silou. Na základě jednotlivého testu postupoval např. Billat et al. (1994), podařilo se mu poukázat na významnou příbuznost výkonu v testu s predikovaným výkonem a s VO_{2max} . Na jednom testu zakládali své výpočty i další autoři (Padilla, 1992; Gazeau, 1997; Renoux, 2000). Ovšem tento přístup se ukazuje problematickým a nejistým, neboť se dokázalo, že běžci se stejným VO_{2max} a podobnými výsledky v jednom testu dosahují v predikovaném výkonu rozdílných výsledků (Bouquet, 2002). Predikce na základě několika testů postupuje podle vytvořeného modelu Daviese a Thompsona (1979), vytvořili nelineární model, který oproti ostatním umožňuje predikci až do 24 hodin trvání výkonu. Na druhou stranu je model založen na elitních běžcích a nelze predikovat výkon do 29 minut. Oproti tomu Léger (1986), pomocí série rovnic a výzkumu na 311 běžcích, posunul své výpočty tak, aby byly validní i pro výkony do 29 minut a běžnou populaci. Stále ale nejde o dokonalý model výpočtu, pro elitní běžce je tedy více signifikantní nelineární model Daviese a Thompsona. Za zmínku také stojí 3-parametrický model Mortona (1996). Jeho predikce se zdají přesné (Gamelin et al., 2006; Bosquet et al., 2006), ale jeho nevýhodou je nutnost mít 3-5 vstupních výkonů ze kterých pak predikci počítá. Naproti tomu známý Rigelův model (dostupný například i na webu <http://www.runnersworld.co.uk>) může zakládat své výpočty pouze na jednom známém výkonu. Problém Rigelova modelu je nepřesná predikce pro tratě delší jak půl maratón (Vickers a Vertosick, 2016). Vzhledem ke studii Coquarta et al. (2009) ale i dalších (Tokmakidis, 1987; Coquart, 2010, 2015; Tabben, 2016) se ukazuje užitečným a spolehlivým nomogram, který pro predikci sestavil Mercier et al. (1986). Ten oproti ostatním vykazuje minimum nedostatků. Dosahuje vysoké přesnosti, pokrývá velké

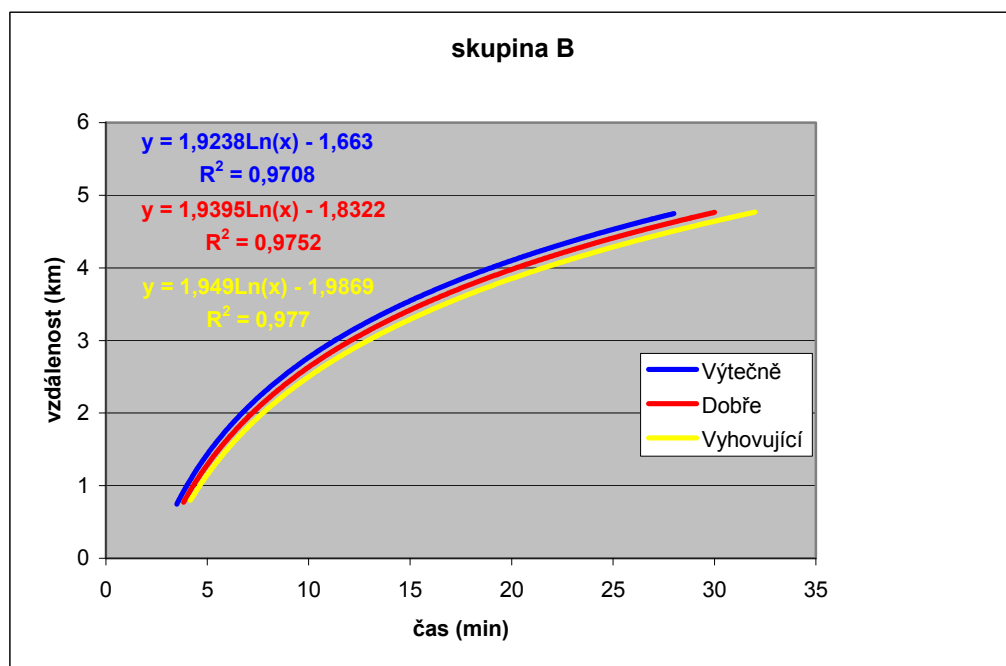
spektrum výkonnosti, odhaduje výkony od 3km až po maratón a je založen na dvou vstupních výkonech.

Druhou možností je pak přístup, kdy je predikce založena na zjišťování aerobní výkonnosti pomocí nepřímých metod tj. metod založených na sledování srdeční frekvence, koncentrace laktátu, ventilace dýchací soustavy. Ačkoliv nepřímé metody jsou často na výkonnostní úrovni využívány, jejich vyšší validita a reabilita není jednoznačně prokázána (Bouquet, 2002).

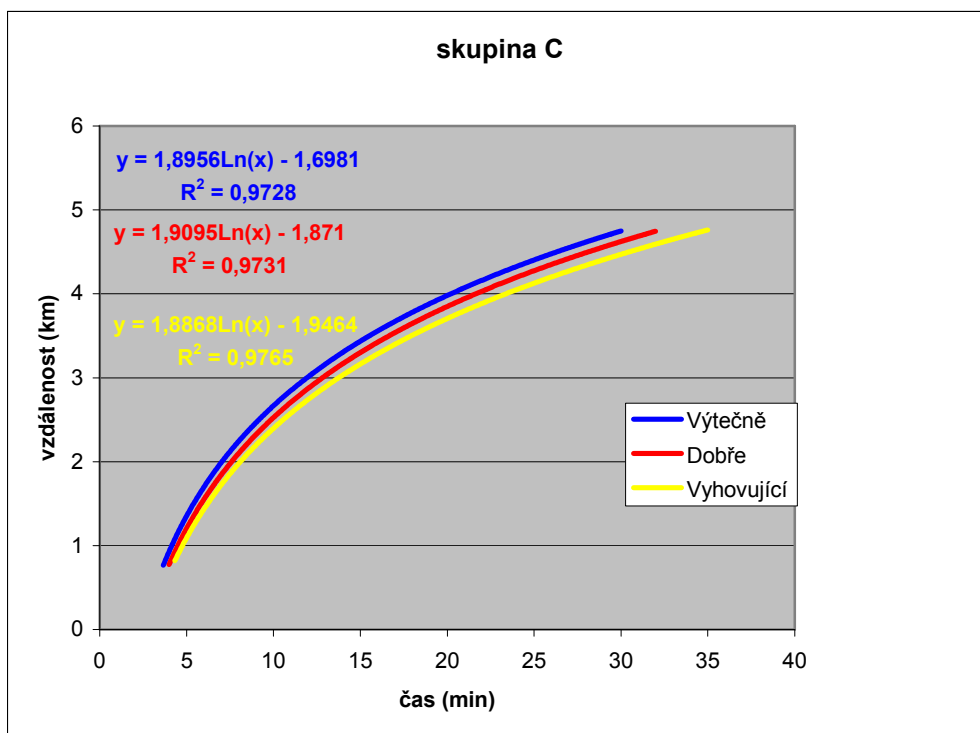
Autoři programu sestavovali model především na základě vlastních měření. Měření byla provedena u 30 subjektů. Průměrný věk byl 29 let, průměrná váha 82,4 kg. U této skupiny bylo provedeno 7 měření při vytrvalostním zatížení na běhátku. Měření byla provedena při různých rychlostech a s různou nesenou zátěží. Bez zátěže při rychlostech 5, 8, 10 a 12 km/h. Se zátěží 10, 20 a 30 kg při rychlosti 5 km/h. Sledována byla spotřeba kyslíku, laktát a srdeční frekvence. Spotřeba kyslíku, rychlost běhu, hladina laktátu a prahy srdeční frekvence jsou významně související s průměrnou rychlostí, cílovou pozicí a dosaženým časem při běžeckých vzdálenostech od 10 do 90 km (Péronnet et al., 1987). Dále autoři měřili výdej oxidu uhličitého a využití VO_{2max} . Stejně fyziologické proměnné VO_{2max} , využití VO_{2max} a běžecká ekonomie jsou využity v klasickém modelu pro predikci výkonu. Tento model úzce predikuje výkon na 16 km trati. Zahrnuté fyziologické proměnné vysvětlují interindividuální odchylky při dlouhých vzdálenostech (McLaughlin et al., 2010). Sledován byl i respirační kvocient, využití tuků a sacharidů. Jak ventilační práh, tak změny laktátu jsou další proměnné, které výstižně predikují běžecký výkon hlavně při vzdálenostech od 10 do 42 km (Noakes, 1988). Data z měření jsou ukázána v tabulce č. 4. Z dat získaných při měření sestavili autoři lineární funkce pro predikci. Funkce ukazují dosaženou vzdálenost vzhledem k času. Byly vytvořeny pro jednotlivé skupiny rozdílné zdatnosti tedy pro organizační celky A, B, C, a pro jejich výkonnostní skupiny 1 (výtečně), 2 (dobře), 3 (vyhovující). Vzniklo tedy celkem 9 funkcí. Ty byly dále upraveny na nelineární funkce, aby lépe odpovídali vývoji v čase. Energetický výdej se v průběhu času zvyšuje při nesení zátěže. Zvýšený energetický výdej znamená i dřívější vyčerpání (Knapik et al., 2004). Funkce pro jednotlivé skupiny i s hodnotou koeficientů determinace znázorňují grafy č. 3, 4 a 5. Výsledný výpočet je pak navíc závislý na koeficientech jednotlivých vlivů a algoritmů pro zátěž.



Graf 3 – Model pro skupinu A



Graf 4 – Model pro skupinu B



Graf 5 – Model pro skupinu C

2.6.1 Výsledky bakalářské práce

Výsledky bakalářské práce Predikce výkonu s pomocí softwaru Combatfit naznačily nedokonalost výpočtu softwaru. V uvedené práci byly srovnávány časy vypočtené programem s časy reálnými, které byly získány terénním měřením. Zjišťován byl rozdíl u přesunu na 8 km s 10 kg zátěže. U průměrných hodnot byl zjištěn rozdíl přibližně 54 min.. Když k tomu navíc dodáme, že míra těsnosti vztahu mezi predikcí a terénním měřením, zjišťovaná pomocí Kendallova korelačního koeficientu, dosáhla hodnoty $\tau = 0,596285$. Která by se v ideálním případě měla blížit 1, tedy absolutní závislosti, a zde naopak se hodnota přiblížila dokonce k hranici významnosti (při $\alpha = 0,05$). Musíme konstatovat, že predikce softwaru je pro daný přesun nespolehlivá. Pro ilustraci uvádíme tabulku č. 4 s výsledky dané práce.

Hodnoty v min.	Čas při měření	Predikce	Rozdíl
Subjekt č.1	55,03	105,6	50,57
Subjekt č.2	53,38	105,6	52,22
Subjekt č.3	65,25	115,9	50,65
Subjekt č.4	45,12	105,6	60,48
Subjekt č.5	51,43	105,6	54,17
Subjekt č.6	58,38	115,9	57,52
Subjekt č.7	45,10	105,6	60,50
Subjekt č.8	51,40	105,6	54,20
Subjekt č.9	51,32	105,6	54,28
Subjekt č.10	55,33	105,6	50,27
Průměr	53,18	107,66	54,49
Směrodatná odch.	5,7	4,12	3,67

Tabulka 4- výsledky bakalářské práce

Zkoumaný soubor byl složen z 10 studentů VO při FTVS UK. Omezením této práce byl nízký počet subjektů a předpoklad vyšší výkonnosti probandů. Avšak software by měl fungovat i pro zdatné vojáky a navíc byli v souboru dva jedinci ohodnoceni známkou výkonnostní skupiny 2 (dobře).

Další zamyšlení a porovnání výpočtů softwaru bez proměnných naznačuje, že nepřesnost výpočtu vychází již ze základního modelu predikce.

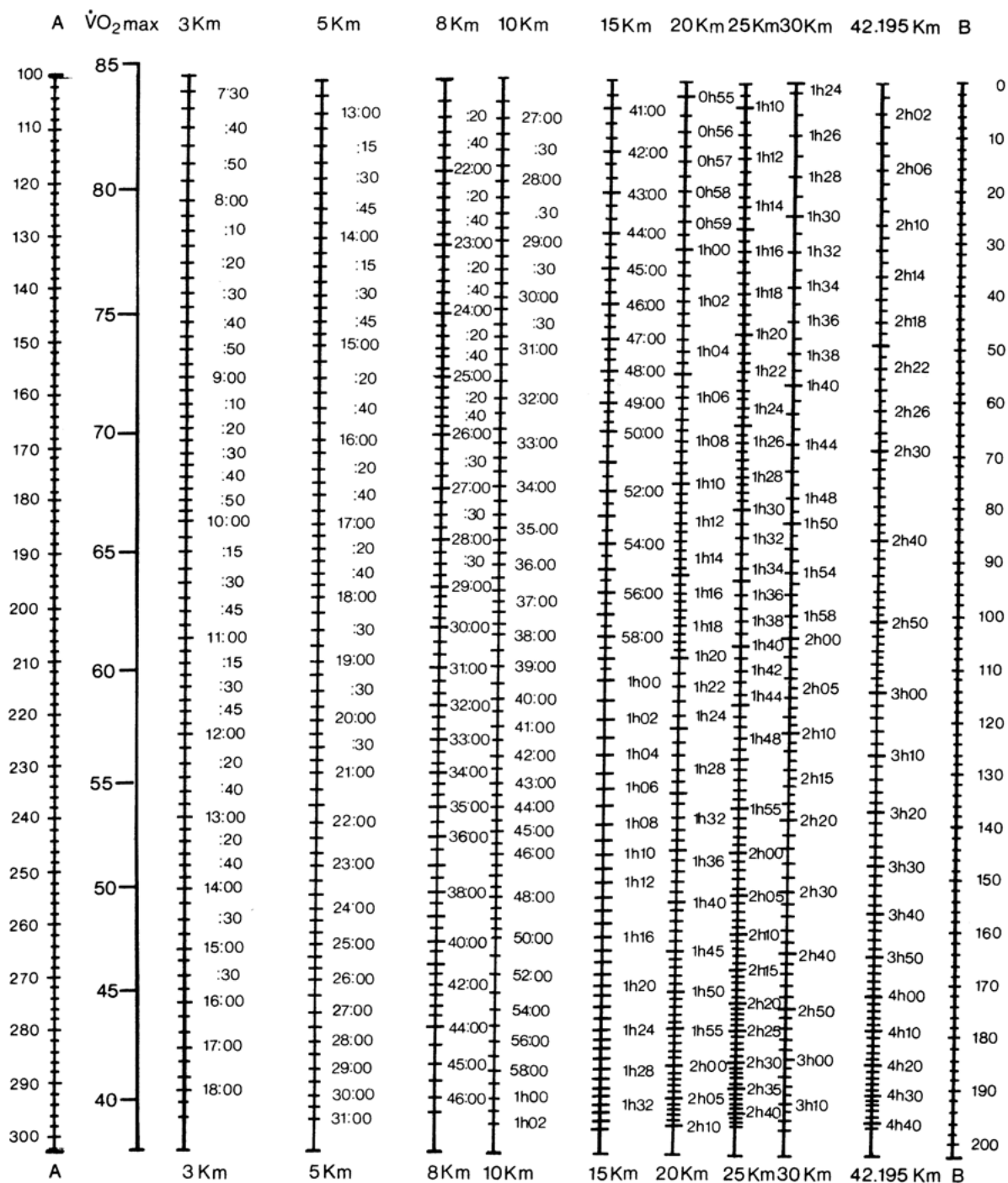
2.6.2 Nomogram

Nomogram je grafickým znázornění řešení rovnic nebo lépe řečeno jde o grafickou výpočetní pomůcku. Tato metoda se začala vyvíjet již na přelomu 18. a 19. století. Výhodou použití nomogramu je především jeho uživatelská přístupnost. Jelikož nomogram řeší komplikované rovnice graficky, není k jeho používání nutné znát postup výpočtu či dokonce samotnou rovnici. Nomogram se obvykle skládá z několika stupnic, které mohou být jak v postavení kartézské soustavy souřadnic, tak v paralelním postavení. Využití nomogramu můžeme najít ve všech oborech, kde je třeba užít daných výpočtů. Vzhledem k rozvoji výpočetní techniky, která dané výpočty zvládne také, pomalu ustupuje tato metoda do pozadí. Přesto můžeme v určitých oblastech na využívání nomogramu stále narazit (Evesham, 1982).

2.6.3 Nomogram Merciera et. al.

Jak již bylo zmíněno výše, v kapitole 1.6, jde o přímou metodu predikce na základě několika testů. Mercier et. al. vytvořili již v roce 1983 nomogram postavený na empirickém základě. Vycházeli z vlastních pozorování a zkušeností z tréninkového procesu. Nomogram je určen pro predikci běžeckého výkonu na různých vzdálenostech. Jak můžeme vidět na samotném nomogramu (obrázek č. 2), predikované vzdálenosti se pohybují od 3 km až po maratón. Jde o nomogram v paralelním postavení. Predikce je založena na dvou výkonech, z různých tratí. Jinak řečeno, na základě dvou známých časů dostaneme pomocí nomogramu časy predikované. Nomogram navíc obsahuje údaje o VO_{2max} a aerobní vytrvalosti. Aerobní vytrvalost je zde vyjádřena jako REI (Relative endurance index) Relativní index vytrvalosti který nabývá hodnoty od -100 do +100 bezrozměrných jednotek. Získáme ho odečtením hodnoty ve sloupci B od hodnoty ve sloupci A. Vyšší REI pak reprezentuje vyšší úroveň aerobní vytrvalosti (Bouquet, 2002). Tyto další údaje nemusí být vnímány u predikce jako vedlejší jelikož jejich použitelnost byla potvrzena ve studii Légera et. al. (1987).

Samotné vyčtení predikce pak probíhá pomocí přímky procházející dvěma zaznamenanými výkony na paralelních sloupcích, každý na jiné vzdálenosti. Tímto způsobem přímka protne další sloupce a určí tak predikované časy pro dané vzdálenosti. Při takovémto postupu může ale dojít k dvěma variantám a to buď k predikci pomocí interpolace, nebo pomocí extrapolace. V prvním případě, tedy při interpolaci, se nachází vzdálenost tratě, pro kterou je predikovaný čas, mezi vzdálenostmi u kterých čas známe. U extrapolace je to naopak, tedy odhadujeme čas na vzdálenosti, která je menší nebo větší než obě známé hodnoty. Že interpolace dosahuje lepších výsledků, uvádějí již autoři nomogramu a následné studie toto pak potvrzují. Dále uveďme, že přesnější predikce dosahujeme tím více, čím bližší je vzdálenost pro kterou čas odhadujeme k vzdálenostem, u kterých časy známe.



Obrázek 2 - Nomogram Mercier et. al. (1984). Spojením dvou výkonů, zaznačených na paralelních stupnicích, přímkou dostaneme predikci výkonů dalších. VO_{2max} ve druhém sloupci je uváděno v ml/kg/min.

Ačkoliv bylo při vývoji nomogramu Merciera et al. postupováno metodou „pokus omyl“ ukazuje se jako platným nástrojem při predikci. Jeho platnost ukazuje hned několik studií zabývajících se jeho přesností a objektivností. První ze studií je již výše zmíněná studie Légera et. al. (1987). Dále byla pak porovnávána přesnost pro různě dlouhé běhy. Studie Coquarta a Bosqueta (2010) sleduje přesnost predikce u běhů na středně dlouhé tratě. Byly použity záznamy 100 běžců z Francouzské atletické

federace nehledě na úroveň jejich výkonnosti. Sledované vzdálenosti (3km, 5km, 10km) byli uběhnuté během jednoho roku. Predikované výkony významně korelovali se skutečnými. Navíc je na základě lepších výsledků nomogram upřednostňován před 2-parametrickým modelem, který byl obsahem studie také. Na delších tratích pak potvrzují validitu Coquart et. al. (2009). Výzkum opět proběhl na velkém vzorku (n = 330). Sledované vzdálenosti byly 10 km, 20 km a maratón. Výsledky potvrdili validitu nomogramu při predikci výkonu na 10 km, 20km a maratón. Podobně jako v předchozí uvedené studii přichází také se závěrem, že predikce je přesnější při interpolaci. U těchto studií nebyla zohledněna úroveň běžců. Další studie ale sleduje rozdíly přesnosti predikce mezi běžci (n = 443) které podle výkonnosti řadí do 3 skupin. Výsledky potvrzují vysokou míru přesnosti predikce u nižší a střední výkonnostní úrovně běžců. Rozdíly, i když malého rozsahu, byli nalezeny u vysoce výkonných běžců (Tabben et. al., 2016). Nomogram byl testován i v závislosti na pohlaví ani zde však nedošlo k žádným významným odchylkám v predikci (Coquart et. al., 2015).

Mezi slabiny toho nomogramu bychom mohli zařadit omezení predikce pouze na vzdálenosti zahrnuté v nomogramu.

3 Cíle a úkoly práce

Tato kapitola nabízí přehled cílů práce, výzkumných otázek a úkolů práce.

3.1 Cíl práce

Najít přesnější způsob predikce pro potřeby softwaru Combatfit. Porovnat predikci softwaru s terénním měřením a vhodnou alternativou pro predikování

3.2 Výzkumné otázky

- Jaké budou rozdíly v predikci výkonu u softwaru a nomogramu?
- Jaká bude míra těsnosti vztahu mezi terénním měřením a predikcí nomogramu při interpolaci?
- Jaká bude míra těsnosti vztahu mezi terénním měřením a predikcí nomogramu při extrapolaci?

3.3 Úkoly práce

- Rešerše literatury
- Realizace měření
- Vyhodnocení nasbíraných dat
- Návrh aplikace nomogramu

4 Výzkumné metody a postup řešení

V této kapitole reflektujeme výzkumnou metodu, která byla použita. Dále metodiku využitou v rámci měření. A využití způsoby analýzy získaných dat při jejich zpracování.

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Soubor subjektů byl tvořen 10 studenty VO při FTVS UK. Průměrný věk v souboru činil $21,2 \pm 1,2$ let. Průměrná váha subjektů byla $79,4 \pm 4,9$ kg, průměrná výška $182 \pm 5,3$ cm. Subjekty byli v dobré fyzické kondici (viz. Kapitola 5.1 Vstupní testy), a to hlavně díky profesním nárokům. Z hlediska výkonnosti v běhu, měli subjekty lehce rozdílnou úroveň. U subjektů nebylo zjištěno žádné zdravotní omezení. Zdravotní komplikace se neobjevili ani v průběhu měření nebo po jeho skončení. Dále uvádíme stručnou charakteristiku jednotlivých subjektů.

Subjekt č. 1

Věk: 22

Váha [kg]: 74

Výška [cm]: 175

Od dětství se věnuje kanoistice. Dále se věnoval na republikové úrovni orientačnímu běžeckému lyžování. V současné době se především věnuje kanoepolu.

Subjekt č. 2

Věk: 23

Váha [kg]: 86

Výška [cm]: 186

Na základní i střední škole se věnoval atletice a basketbalu. V patnácti letech skončil s basketbalem a rok se věnoval bojovým sportům. Dále až do nástupu na vysokou školu trénoval desetiboji. V současné době se nejvíce věnuje fitness a atletice.

Subjekt č. 3

Věk: 21

Váha [kg]: 85

Výška [cm]: 192

V mládí se amatérsky věnoval fotbalu a hokeji. Na střední škole přidal bojové sporty. Nejvíce času ale věnoval snowboardingu, ve kterém působil i v závodní sféře.

Subjekt č. 4

Věk: 22

Váha [kg]: 83

Výška [cm]: 180

V minulosti trénoval především atletiku. V současné době ale věnuje více času fitness.

Subjekt č. 5

Věk: 20

Váha [kg]: 79

Výška [cm]: 184

Jeho sportovním zaměřením je volejbal ale často se věnuje také běhu a bruslení.

Subjekt č. 6

Věk: 21

Váha [kg]: 84

Výška [cm]: 188

Vyniká a úspěchů dosáhl především ve sjezdu na kajaku. Dále se ale zaměřuje i na běh a běžecké lyžování.

Subjekt č. 7

Věk: 20

Váha [kg]: 72

Výška [cm]: 178

V mládí se věnoval hokeji. Poté přešel k basketbalu, kterému se stále nepravidelně věnuje. Rekreačně se věnuje běhu.

Subjekt č. 8

Věk: 19

Váha [kg]: 73

Výška [cm]: 175

Od mládí se věnoval plavání. Po nástupu na střední školu se zaměřil na futsal. V současné době se těmto sportům věnuje rekreačně spolu s cyklistikou.

Subjekt č. 9

Věk: 22

Váha [kg]: 81

Výška [cm]: 182

V mládí se amatérsky věnoval fotbalu. Po nástupu na střední školu začal trénovat basketbal. Basketbalu se věnoval do osmnácti let. V posledních letech se věnuje především fitness.

Subjekt č. 10

Věk: 22

Váha [kg]: 77

Výška [cm]: 180

Od 10 let se věnoval sjezdovému lyžování. Postupně přidal kolo, běh a brusle. Těmto sportům se věnuje i dnes, i když ne na závodní úrovni.

4.2 Použité metody

Druhá část této práce, Empirická část, je výzkumnou prací kvantitativního charakteru. Potřebná data budou získána od subjektů za stanovených podmínek. Stejně podmínky jako budou u měření, budou následně i zohledněny při zadání úkolu do softwaru Combatfit. Dále pak budou získané časy využity pro predikci pomocí nomogramu a to jak interpolací, tak extrapolací. Pro vyhodnocení naměřených dat a získaných dat pomocí predikce bude použita korelační analýza. Ta bude použita jak pro porovnání predikce softwaru Combatfit s terénním měřením, tak pro porovnání predikce nomogramu, extrapolací i interpolací, s terénním měřením. Dále pak bude využito základních statistických metod pro srovnání a přehled získaných údajů.

4.3 Sběr dat

Sběr dat zahrnoval organizační a metodické naplánování měření a následně jeho praktickou realizaci.

4.3.1 Plán výzkumu

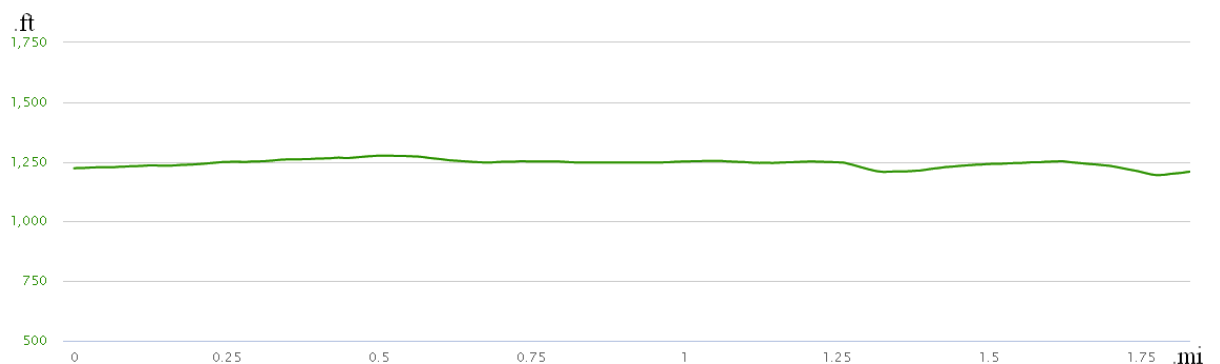
Měření proběhlo ve třech dnech během dvou týdnů. Mezi měřeními byl rozestup minimálně dvou dnů. Všechna měření byla realizována v oboře Hvězda na Praze 6. Měřeny byly časy při zrychleném přesunu na třech tratích, a to sice na 3km, 5km, a 8km. Tyto vzdálenosti byly vybrány tak, aby mohly být využity k predikci výkonu pomocí nomogramu. Zadání pro zrychlený přesun bylo zvládnout danou trať co možná nejrychleji, tedy během. Všechna měření byla realizována na stejné trati a za stejných organizačních podmínek tak aby mohli být výsledky objektivně použity. Běh proběhl na zpevněných cestách. Zpevněné cesty byly hlinitého charakteru bez výrazných nerovností. Ukázkou povrchu cesty ukazuje obrázek č. 3. Trasa byla rovinného profilu. U 3 km tratě bylo nastoupáno 10 m a sestoupáno 12 m. U 5 km tratě bylo nastoupáno 20 a sestoupáno 17 m. U 8 km tratě bylo nastoupáno 32 m a sestoupáno 29 m. Nejvyšší bod tratě byl položen v 374 m.n.m. . Graf č. 6 znázorňuje profil tratě. Trať byla změřena v softwaru Locus Map Pro (verze 3.20.1) na základě mapových podkladů, zároveň i importem GPS dat ze sporttestru.

Daný terén a trasa byli zvoleny, jelikož běh na tratích mimo stadion lépe odpovídá podmínkám vojenských přesunů. Zároveň byly ale ostatní podmínky zvoleny tak, aby byl omezen počet proměnných, které by musely být zohledněny. Účastníci běželi ve sportovním oblečení a vhodné sportovní obuvi. Sportovní oděv a obuv byly zvoleny proto, abychom mohli využít nomogram Merciera et. al. bez dodatečných úprav koeficienty kvůli vlivu obuvi. Mimo sledovaného času byla měřena tepová frekvence subjektů. K tomuto účelu byly využity sporttestry značky Garmin typu Forerunner



Obrázek 3- Povrch

310XT. Zaznamenána byla i teplota vzduchu při měření. Pro zadání vstupních záznamů do softwaru byly využity výsledky z výročního přezkoušení (viz. kapitola č. 2.4.2). Data byla zadána do softwaru Combatfit, kde byly vytvořeny karty probandů.



Graf 6 - Profil 3 km tratě

4.3.2 Průběh měření

Měření byla realizována v oboře Hvězda. Probandi byli seznámeni s trasou běhu, ta byla navíc vyznačena šipkami. Byla změřena venkovní teplota digitálním teploměrem. Měřena byla teplota vzduchu ve stínu. Byly naměřeny tyto teploty : u prvního měření 6,2 °C, u druhého měření 4,5 °C, u třetího měření pak teplota dosahovala 5,1 °C. Před každým měřením byla u sporttetrů ověřena funkčnost a správné nastavení. Sporttesty byly označeny a podle čísel přiřazeny jednotlivým subjektům. Po zapnutí sporttetrů před měřením bylo vyčkáno až do načtení sledování srdeční frekvence a signálu pro potřeby GPS. U všech subjektů proběhl tento proces přípravy úspěšně. Před začátkem měření dostali subjekty čas na individuální rozcvičení. Současně se spuštěním nezávislého měření času spustili subjekty měření sporttetrů. Při doběhu byly zaznamenávány časy subjektů do záznamového archu. Export dat ze sporttetrů byl proveden později za pomoci softwaru Garmin Connect.

4.4 Analýza dat

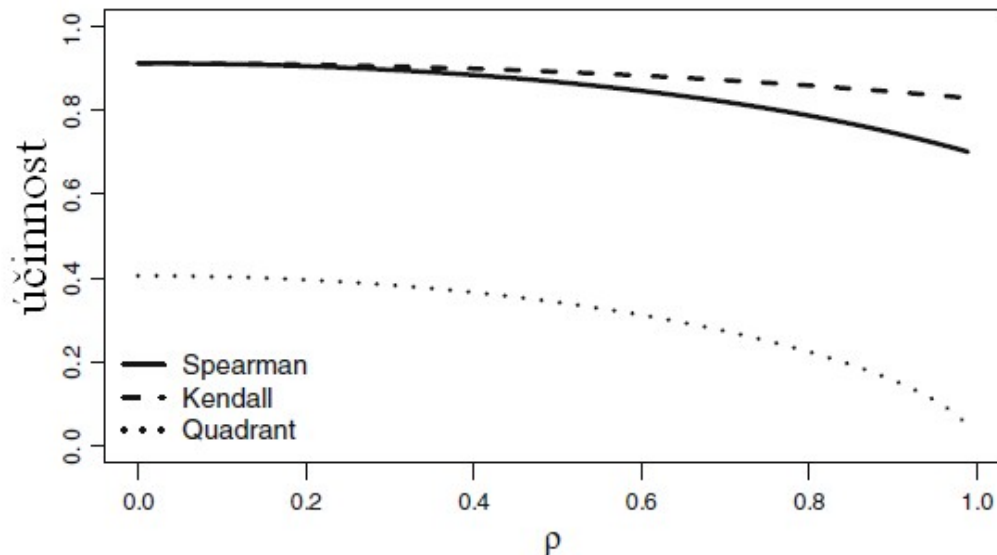
Získaná data byla zadána a dále zpracována s pomocí softwaru Microsoft Office Excel. Zde byly také realizovány statistické výpočty a vytvořeny tabulky. Pro dosažení cílů práce, a tedy porovnání naměřených dat a dat získaných za pomoci predikcí byla použita korelační analýza. Většina testů hypotéz a významností vyžaduje různé předpoklady o rozložení pravděpodobnosti. Často je požadavkem normální rozložení. V praxi nastávají situace, kdy tyto předpoklady nejsou naplněny nebo o nich panují pochyby. Proto byly vyvinuty různé testy a metody, které jsou nezávislé na rozložení. Jedná se o takzvané neparametrické testy (Spiegel, 2008). Neparametrické metody jsou vhodné i v případě že pracujeme s parametrickými daty, ale náš zkoumaný soubor je příliš malý. Neparametrické metody tak mohou být pro konkrétní situaci více relevantní. Kromě toho, hypotéza testovaná neparametrickými testy může být vhodnější pro výzkumné šetření (Siegel, 1988).

V našem případě jde o malý testový soubor, proto využijeme neparametrického testu v podobě vhodného korelačního koeficientu. Korelační koeficient je hodnota vyjadřující míru těsnosti vztahu dvou veličin. Pro realizaci výpočtu byl zvolen Kendallův korelační koeficient někdy také známý jako Kendallovo tau.

4.4.1 Kendallův korelační koeficient

Kendalovo tau je neparametrickou variantou korelačního koeficientu. Tedy nevyžaduje normalitu dat. Proto ho používáme nejčastěji v případech, kdy nemůžeme předpokládat linearitu očekávaného vztahu nebo normální rozdělení sledovaných proměnných (Spiegel, 2008). U normálního rozdělení je Pearsonův korelační odhad nejúčinnější, ale i tak statistická účinnost Spearmanovy a Kendallovy korelace zůstává nad 70% pro všechny možnosti rozložení populace. To je z toho důvodu, že poskytují dobrý kompromis mezi odolností a účinností. Nejvíce uplatnění mají ale především pro neparametrická data. I když rozdíl v účinnosti není tak velký (viz. graf č. 3) vychází lépe pro Kendallův koeficient oproti Spearmanově (Croux, Dehon, 2010). Kendallův koeficient vykazuje vyšší citlivost na některé nelineární vztahy (Hendl, 2012). Výhodou Kendallovi pořadové korelace nad Spearmanovou je funkce S (score, viz. str. 47). Ta se blíží normálnímu rozložení při malém počtu srovnávaných dvojic a navíc s distribucí S je snadnější pracovat (Valz, 1994). Kendallova korelace má přiměřeně nízké hodnoty

citlivosti k hrubým chybám. Citlivost k chybám stejně tak jako statistická účinnost jsou závislé u pravé hodnoty korelace v nelineárním směru. Kendalova korelace je silnější a trochu více účinná než Spearmanova, což z ní dělá lepší odhadovou funkci z obou perspektiv (Croux, Dehon, 2010).



Graf 7 – Účinnost jednotlivých druhů korelací jako funkce korelace ρ s dvěma proměnnými při normálním rozložení (Croux, Dehon, 2010)

4.4.2 Výpočet Kendalova Tau

Kendallův koeficient korelace neboli Kendalovo Tau je definováno vztahem

$$\tau = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i < j} \text{sign}((x_i - x_j)(y_i - y_j)).$$

(Croux, Dehon, 2010)

Ten je často také vyjadřován jako $\tau = S/D$

Potom platí
$$S = \sum_{i < j} (\text{sign}(x[j] - x[i]) * \text{sign}(y[j] - y[i]))$$

$$D = n(n-1)/2.$$

S se v takovémto případě nazývá Score (skóre) a D je nazýváno jako denominator (jmenovatel) (Kendall, 1976). Princip výpočtu si vysvětlíme na definovaném vztahu, kdy S si vyjádříme jako $n_c - n_d$.

Pak tedy dostaneme
$$\tau = \frac{n_c - n_d}{n(n-1)/2}$$

Máme tedy dvourozměrný soubor dat. Data tvoří dvojce. Uvažujme dvojce (x_i, y_i) a (x_j, y_j) . Tyto dvojce budou konkordantní neboli ve shodě, když $x_i > x_j$ a zároveň $y_i > y_j$ nebo pokud $x_i < x_j$ a zároveň $y_i < y_j$. Řekněme, že budou diskordantní, neboli že nejsou ve shodě, když $x_i < x_j$ a zároveň $y_i > y_j$ nebo pokud $x_i > x_j$ a zároveň $y_i < y_j$. Pokud nastane situace, kdy $x_i < x_j$ nebo $y_i > y_j$ nejde ani o konkordanci, ani o diskordanci. n_c je počet konkordantních párů. n_d je počet diskordantních párů. Jmenovatele tvoří celkový počet dvojic, kde n je počtem pozorování (Hazewinkel, 2002). Pokud neexistuje vztah mezi veličinami, koeficient nabývá hodnoty 0. Naopak tedy, jeli závislost úplná, nabývá koeficient hodnot ± 1 . V ostatních případech leží mezi 0 a ± 1 (Spiegel, 2008). Interpretace je pak velice podobná u většiny autorů, jednu z používaných interpretací uvádí tabulka č. 5.

Koeficient korelace	Interpretace
$ r = 1$	naprostá závislost (funkční závislost)
$1,00 > r \geq 0,90$	velmi vysoká závislost
$0,90 > r \geq 0,70$	vysoká závislost
$0,70 > r \geq 0,40$	střední závislost
$0,40 > r \geq 0,20$	nízká závislost
$0,20 > r \geq 0,00$	slabá (nepoužitelná) závislost
$ r = 0$	naprostá nezávislost

Tabulka 5 - Přibližná interpretace hodnot korelačního koeficientu (Chráška, 2000)

5 Výsledky

Tato kapitola shrnuje všechny dosažené výsledky měření po statistickém zpracování dle plánované metodologie.

5.1 Vstupní testy do softwaru Combatfit

Vstupní testy proběhly podle metodiky popsané v Normativním výnosu Ministerstva obrany č. 12/2011 (viz. Kapitola 2.4.2.). Výsledky byly převzaty z výročního přezkoušení pro rok 2016, a to sice s normami pro výkonnostní skupinu A. Následovalo vytvoření karet všech subjektů v programu. Přehled hodnocení probandů z výročního přezkoušení znázorňuje tabulka č. 6.

	Hodnocení
Subjekt č.1	1
Subjekt č.2	1
Subjekt č.3	2
Subjekt č.4	1
Subjekt č.5	1
Subjekt č.6	2
Subjekt č.7	1
Subjekt č.8	1
Subjekt č.9	1
Subjekt č.10	1

Tabulka 6- Výsledky vstupních testů

5.2 Měřené přesuny a jejich predikce

Tato kapitola postupně reflektuje získané výsledky, tedy naměřené hodnoty jednotlivých subjektů během terénního měření. Dále popisuje výsledky predikce softwaru Combatfit a výsledky predikce nomogramu. A zahrnuje provedené srovnání jak mezi predikcemi a reálným měření, tak mezi predikcemi a u nomogramu mezi interpolací a extrapolací.

5.2.1 Výsledky měření

Dosažený čas byl úspěšně naměřen u všech subjektů. U některých došlo k sekundovým výpadkům u záznamu tepové frekvence. Na měření to ale nemělo vliv. Tabulka č. 7 nabízí přehled naměřených dat při terénním měření na 3km trase. Nejlepší dosažený čas byl u subjektu č. 1. s průměrnou rychlostí 17,1 km/h. Průměrný čas celého souboru byl 11 minut 34 sekund. Nejvyšší průměrná tepová frekvence byla naměřena u subjektu č. 8. Průměrná tepová frekvence všech subjektů byla vypočítána na 174 tepů za minutu.

3 km	Čas (mm:ss)	Průměrná rychlost (km/h)	Průměrná TF
Subjekt č.1	10:31	17,1	172
Subjekt č.2	11:48	15,3	160
Subjekt č.3	11:38	15,5	180
Subjekt č.4	12:06	14,9	185
Subjekt č.5	11:31	15,6	163
Subjekt č.6	10:59	16,4	170
Subjekt č.7	10:50	16,6	186
Subjekt č.8	13:07	13,7	192
Subjekt č.9	12:10	14,8	166
Subjekt č.10	10:59	16,4	175
Průměr	11:34	15,6	174,9
Směrodatná odch.	0:44	1,0	10,1

Tabulka 7 – Výsledky měření 3 km

Na 5 km trati dosáhl nejlepšího času subjekt č. 1 s časem 18 minut 48 sekund. Trať zvládl s průměrnou rychlostí 16,0 km/h. Průměrný čas celého souboru byl 20 minut 53 sekund. Nejvyšší průměrná tepová frekvence byla naměřena u subjektu č. 3. Průměrná tepová frekvence všech subjektů byla vypočítána na 175,6 tepů za minutu. Přehled všech výsledků z měření 5 km zachycuje tabulka č. 8.

5 km	Čas (mm:ss)	Průměrná rychlost (km/h)	Průměrná TF
Subjekt č.1	18:48	16,0	180
Subjekt č.2	21:36	13,9	165
Subjekt č.3	21:14	14,1	184
Subjekt č.4	22:02	13,6	176
Subjekt č.5	21:00	14,3	170
Subjekt č.6	19:25	15,5	179
Subjekt č.7	19:02	15,8	170
Subjekt č.8	23:28	12,8	183
Subjekt č.9	22:16	13,5	170
Subjekt č.10	19:00	15,8	179
Průměr	20:53	14,5	175,6
Směrodatná odch.	1:44	1,2	6,1

Tabulka 8 – Výsledky měření 5 km

Poslední měření proběhlo na 8 km trati kde byl naměřen nejlepší čas u subjektu č.10. Jak můžeme vidět v následující tabulce, dosáhl času 30 minut 57 sekund. Celá skupina zvládla 8 km s průměrným časem 35 minut 11 sekund. Průměrná tepová frekvence byla 176,5 tepu za minutu.

8 km	Čas (mm:ss)	Průměrná rychlost (km/h)	Průměrná TF
Subjekt č.1	31:36	15,2	184
Subjekt č.2	36:55	13,0	162
Subjekt č.3	36:16	13,2	185
Subjekt č.4	37:28	12,8	174
Subjekt č.5	36:08	13,3	166
Subjekt č.6	33:26	14,4	177
Subjekt č.7	31:12	15,4	182
Subjekt č.8	39:51	12,0	174
Subjekt č.9	38:02	12,6	180
Subjekt č.10	30:57	15,5	181
Průměr	35:11	13,7	176,5
Směrodatná odch.	3:00	1,2	7,2

Tabulka 9 – Výsledky měření 8 km

5.2.2 Výsledky predikce softwaru Combatfit

Po vytvoření záznamů subjektů a zadání jejich výsledků ve vstupních testech, byl nastaven Pohybový úkol (pěší přesun). Ten byl nastaven v souladu s podmínkami měření tak, aby se nastavení vlivů shodovalo se skutečností. Terén byl vzhledem

k profilu tratě nastaven jako Rovina, odpovídající prvnímu bodu ze čtyř bodové možnosti. Povrch se nejvíce blížil charakterem šotolině (viz. Obrázek č. 3). Šotolina je v softwaru uvedena jako druhý nejlepší povrch, který lze v nabídce vybrat. Na prvním místě je asfalt s koeficientem 1 (100%). Při volbě výstroje byla z nabídky Výstroj zvolena možnost Sportovní oděv. Z nabídky Obuv, možnost Sportovní obuv. Teplota nastavená v softwaru odpovídala změřené teplotě při terénním měření. Všechny teploty spadaly do intervalu teplot $-9 - 20$ °C, v tomto intervalu software výpočet vzhledem k teplotě nijak neovlivňuje. Tlak, vlhkost a nadmořská výška neovlivňují výpočet predikce, proto nebyly měřeny a ani použity. Přehled použitých proměnných zasahujících do modelu formou koeficientů softwarem Combatfit:

- Terén: 100%
- Povrch: 82%
- Výstroj: 120%
- Obuv: 120%
- Teplota: 100%

(koeficienty nebo vliv na výkon v procentech)

Přehled použitých základních algoritmů odpovídajících výkonnostní skupině subjektu.

- Organizační celek A. Výkonnostní úroveň 1 (výtečně).

$$y = 1,9081\ln(x) - 1,4644$$

Subjekty č.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10.

- Organizační celek A. Výkonnostní úroveň 2 (dobře).

$$y = 1,9111\ln(x) - 1,5657$$

Subjekt č. 8.

V softwaru Combatfit jsem postupoval následovně. Byl vytvořen pohybový úkol odpovídající podmínkám při měření. Po vytvoření pohybového úkolu bylo nastaveno vyhodnocení vzhledem k vzdálenosti. Výpočty softwaru byly postupně provedeny pro jednotlivé délky tratí, podle vzdálenosti měřených tratí tedy pro 5km, a 8 km. Pro 3 km

trať nebyl výpočet realizován. Připomeňme, že software Combatifit (viz. kapitola 2.4.4.) odhaduje vzdálenosti od 5 do 15 km.

Výsledky predikce softwaru jsou znázorněny v tabulce č. 10. Vypočtený čas je uveden v minutách. Můžeme vidět, že mezi časem výkonnostní skupiny 1 (výtečně) a skupinou 2 (dobře) je rozdíl v případě 5 km trati 1 minuta 34 sekund. U druhého výpočtu, tedy pro 8 km trať, činí rozdíl výkonnostních skupin 3 minuty 38 sekund.

	5 km	8 km
Subjekt č.1	22,28	44,49
Subjekt č.2	22,28	44,49
Subjekt č.3	22,28	44,49
Subjekt č.4	22,28	44,49
Subjekt č.5	22,28	44,49
Subjekt č.6	22,28	44,49
Subjekt č.7	22,28	44,49
Subjekt č.8	23,84	48,13
Subjekt č.9	22,28	44,49
Subjekt č.10	22,28	44,49
Průměr	22,44	44,85
Směrodatná odch.	0,47	1,09

Tabulka 10- Výsledky predikce softwaru Combatfit

5.2.3 Výsledky predikce nomogramu

Predikce proběhla podle postupu, který byl již zmíněn v kapitole 2.6.3. Tedy pomocí přímky protínající dvě známé hodnoty byla z nomogramu vyčtena predikce pro požadovanou vzdálenost. V případě predikce času u 3 km a 8 km se jednalo o extrapolaci. U 5 km šlo o interpolaci. Časy byly vyčteny v minutách a sekundách. Vyčtené časy byly dále převedeny na minuty se zaokrouhlením na dvě desetinná místa. Výsledky prezentuje tabulka č. 11.

	3 km	5 km	8 km
Subjekt č.1	10,70	18,62	32,20
Subjekt č.2	12,15	21,33	36,75
Subjekt č.3	11,87	21,00	36,50
Subjekt č.4	12,45	21,70	38,50
Subjekt č.5	11,67	20,77	36,38
Subjekt č.6	10,77	19,53	32,75
Subjekt č.7	11,10	18,60	31,75
Subjekt č.8	13,27	23,33	40,25
Subjekt č.9	12,50	22,00	39,02
Subjekt č.10	11,13	18,77	31,52
Průměr	11,76	20,57	35,56
Směrodatná odch.	0,80	1,54	3,09

Tabulka 11 – Výsledky predikce nomogramu

5.2.4 Základní srovnání

Následující tabulky ukazují rozdíly mezi teréním měřením a jednotlivými predikcemi. Průměr a směrodatná odchylka, v případě rozdílu, počítají s hodnotami jako s absolutními. Už na první pohled si můžeme všimnout skutečnosti již zmíněné v bakalářské práci a to sice že predikce pomocí softwaru Combatfit je omezena na výkonnostní skupiny. Oproti tomu predikce v případě nomogramu probíhá individuálně. Podívejme se na odlišnosti mezi predikcí softwarem Combatfit a nomogramem.

U běhu na 5 km se liší predikce softwaru Combatfit oproti měření v průměru o 1 minutu 39 sekund. V případě nomogramu v průměru o 14 sekund. Největší odlišnosti od měření dosahuje u predikce softwarem Combatfit subjekt č. 1 s rozdílem 3 minuty 29 sekund. U nomogramu jde o subjekt č. 7 s rozdílem 26 sekund.

Při predikci běhu na 8 km se rozdíli oproti měření zvětšují. Software Combatfit dosahuje rozdílu v průměru 9 minut 40 sekund. S největším rozdílem u subjektu č. 10, 13 minut 32 sekund. U nomogramu není nárůst rozdílu tak velký, v průměru 33 sekund. Největší rozdíl u subjektu č. 4 s rozdílem 1 minuta 2 sekundy.

Interpolace nomogramu a extrapolace pro kratší vzdálenost mají velice podobné rozdíly oproti měření. Extrapolace pro delší vzdálenost vychází s většími rozdíly.

5 km	Čas při měření	Predikce	Rozdíl
Subjekt č.1	18,80	22,28	-3,48
Subjekt č.2	21,60	22,28	-0,68
Subjekt č.3	21,23	22,28	-1,05
Subjekt č.4	22,03	22,28	-0,25
Subjekt č.5	21,00	22,28	-1,28
Subjekt č.6	19,42	22,28	-2,86
Subjekt č.7	19,03	22,28	-3,25
Subjekt č.8	23,47	23,84	-0,37
Subjekt č.9	22,27	22,28	-0,01
Subjekt č.10	19,00	22,28	-3,28
Průměr	20,79	22,44	1,65
Směrodatná odch.	1,55	0,47	1,33

Tabulka 12 - Rozdíl predikce softwaru Combatfit a měření 5 km

8 km	Čas při měření	Predikce	Rozdíl
Subjekt č.1	31,60	44,49	-12,89
Subjekt č.2	36,92	44,49	-7,57
Subjekt č.3	36,27	44,49	-8,22
Subjekt č.4	37,47	44,49	-7,02
Subjekt č.5	36,13	44,49	-8,36
Subjekt č.6	33,43	44,49	-11,06
Subjekt č.7	31,20	44,49	-13,29
Subjekt č.8	39,85	48,13	-8,28
Subjekt č.9	38,03	44,49	-6,46
Subjekt č.10	30,95	44,49	-13,54
Průměr	35,19	44,85	9,67
Směrodatná odch.	3,00	1,09	2,60

Tabulka 13 - Rozdíl predikce softwaru Combatfit a měření 8 km

3 km	Čas při měření	Predikce	Rozdíl
Subjekt č.1	10,52	10,70	-0,18
Subjekt č.2	11,80	12,15	-0,35
Subjekt č.3	11,63	11,87	-0,23
Subjekt č.4	12,10	12,45	-0,35
Subjekt č.5	11,52	11,67	-0,15
Subjekt č.6	10,98	10,77	0,22
Subjekt č.7	10,83	11,10	-0,27
Subjekt č.8	13,12	13,27	-0,15
Subjekt č.9	12,17	12,50	-0,33
Subjekt č.10	10,98	11,13	-0,15
Průměr	11,57	11,76	0,24
Směrodatná odch.	0,74	0,80	0,08

Tabulka 14 - Rozdíl predikce nomogramu a měření 3 km

5 km	Čas při měření	Predikce	Rozdíl
Subjekt č.1	18,80	18,62	0,18
Subjekt č.2	21,60	21,33	0,27
Subjekt č.3	21,23	21,00	0,23
Subjekt č.4	22,03	21,70	0,33
Subjekt č.5	21,00	20,77	0,23
Subjekt č.6	19,42	19,53	-0,12
Subjekt č.7	19,03	18,60	0,43
Subjekt č.8	23,47	23,33	0,13
Subjekt č.9	22,27	22,00	0,27
Subjekt č.10	19,00	18,77	0,23
Průměr	20,79	20,57	0,24
Směrodatná odch.	1,55	1,54	0,09

Tabulka 15 - Rozdíl predikce nomogramu a měření 5 km

8 km	Čas při měření	Predikce	Rozdíl
Subjekt č.1	31,60	32,20	-0,60
Subjekt č.2	36,92	36,75	0,17
Subjekt č.3	36,27	36,50	-0,23
Subjekt č.4	37,47	38,50	-1,03
Subjekt č.5	36,13	36,38	-0,25
Subjekt č.6	33,43	32,75	0,68
Subjekt č.7	31,20	31,75	-0,55
Subjekt č.8	39,85	40,25	-0,40
Subjekt č.9	38,03	39,02	-0,98
Subjekt č.10	30,95	31,52	-0,57
Průměr	35,19	35,56	0,55
Směrodatná odch.	3,00	3,09	0,28

Tabulka 16 - Rozdíl predikce nomogramu a měření 8 km

5.2.5 Korelační analýza

Pro výpočet Kendallova korelačního koeficientu byl využit online software Kendall tau Rank Correlation - Free Statistics Software (Wessa, 2012). Získaná data byla zadávána jako dvourozměrný soubor dat pro jednotlivé vztahy. Dvojce složena z času naměřeného a času predikovaného pro danou vzdálenost a způsob predikce. Celkem bylo tedy sledováno 5 případů. Každý z nich o 10 dvojicích dat. Korelace je významná na hladině $\alpha = 0,05$. Vypočítané korelační koeficienty zachycuje tabulka č. 17.

	3 km	5 km	8 km
Combatfit	x	0,447214	0,447214
nomogram	0,943880	0,911111	1

Tabulka 17 – Výsledky korelační analýzy

Od predikce očekáváme nejen existenci vztahu mezi proměnnými ale i vysokou míru těsnosti vztahu. Především určení této míry bylo cílem korelační analýzy. V případě softwaru Comatfit byla nalezena existence vztahu ale pro účely predikce s nízkou mírou těsnosti vztahu. Kendallovo tau s hodnotu 0,447214 může být dle Chrástky (2000) označeno jako středně silná závislost. Predikce by ale měla dosahovat závislosti vysoké až absolutní. Jinými slovy očekáváme, že hodnota Kendallova tau se bude blížit 1. K čemuž u predikce softwaru Combatfit nedochází.

Výsledky výpočtu Kendallova tau pro nomogram ukazují existenci vztahu a navíc velmi vysokou závislost (dle interpretace podle Chrástky (2000)). Predikce pro 8 km dosahuje dokonce absolutní závislosti ($\tau = 1$).

5.2.6 Aplikace nomogramu

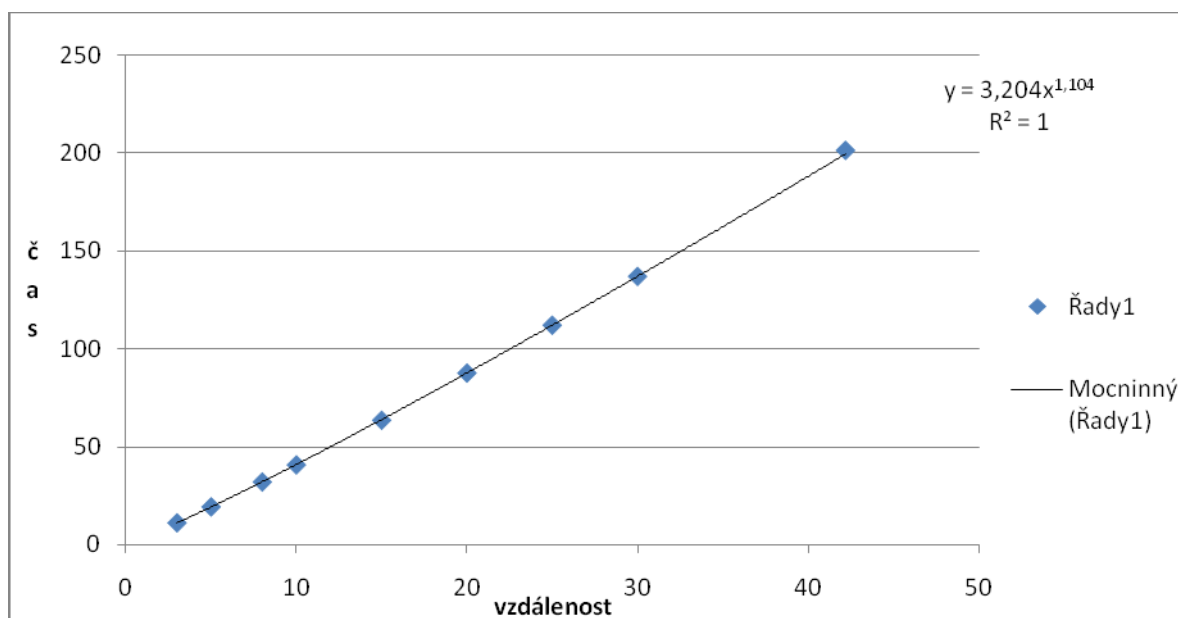
Hlavní nevýhodou nomogramu je jeho omezenost na předdefinované vzdálenosti. Aby mohl být nomogram použit pro účely predikce v pojetí softwaru Combatfit je třeba najít takový přístup, který využije přesnost nomogramu, ale zároveň nebude omezovat v zadání predikované vzdálenosti. Nomogram byl vytvořen s účelem usnadnění výpočtu predikce v době, kdy nebyla běžně dostupná výpočetní technika (Mercier et. al., 1984). S tímto problémem se dnes již nesetkáváme. Proto bylo snahou zjistit vztahy, na kterých byl nomogram vytvořen. Následně by mohli být využity pro predikci jakékoliv vzdálenosti s pomocí softwaru. Původní studie zabývající se nomogramem (Mercier et. al., 1984, 1986) nebylo možné získat v rámci akademických informačních zdrojů. Proto jsme oslovili samotné autory nomogramu s žádostí o pomoc. Autoři poslali všechny studie, které souvisí s nomogramem, který vytvořili. Bohužel ani jedna ze studií nepojednává o základě, na kterém je nomogram vytvořen. Jediná získaná informace na základě komunikace s autory uvádí, že horizontální rozložení vzdáleností v nomogramu je založeno na logaritmické funkci. Ani po konzultaci s odborníky na FTVS nebyl nalezen způsob jak původní rovnici najít. Z těchto důvodů jsme se pokusili s využitím funkcí v softwaru Excel najít možné řešení.

Využili jsme dat, která predikuje nomogram, jako základu pro další výpočty. Pomocí mocninné spojnice trendu jsme získali rovnici založenou na těchto datech. Tu jsme využili pro možnost predikce libovolné vzdálenosti. Software Excel uvádí u dané rovnice spolehlivost R . Ta může nabývat hodnot od 0 do 1. Spolehlivost R ukazuje, s jakou přesností se predikované hodnoty na spojnici trendu blíží skutečným hodnotám. Pokud se R blíží nebo rovná 1 dosahuje spojnice trendu nejpřesnějších výsledků. V našem případě vychází $R = 1$. Přesto dochází při výpočtu k odchýlkám od predikce nomogramu. Rozdíl mezi predikcí nomogramu a výpočty zachycuje následující tabulka č. 18. V tabulce byly využity data subjektu č. 7. Predikce byla vytvořena na základě 3 km a 5 km. Můžeme vidět, že k největší odchýlce dochází u maratónu, kde rozdíl činí pouze necelé 2 minuty.

km	nomogram	výpočet	rozdíl
3	10,83	10,78	0,05
5	19,03	18,94	0,09
8	31,75	31,82	-0,07
10	40,52	40,71	-0,19
15	63,33	63,69	-0,36
20	87,51	87,50	0,01
25	112	111,95	0,05
30	137	136,91	0,09
42,195	201,5	199,52	1,98

Tabulka 18 – Porovnání predikce a výpočtu

V tomto případě byl výpočet založen na rovnici $y = 3,204x^{1,104}$. Která vycházela z následujícího grafu č. 8. Pro názornost postupu dále přikládáme soubor softwaru Excel s vypracovanými vzorci a tabulkami jako elektronickou přílohu.



Graf 8 – Mocninná spojnice trendu

6 Diskuze

V bakalářské práci bylo hlavní snahou ověřit schopnost softwaru predikovat čas při zrychleném přesunu v možných podmínkách armádního prostředí. Do té doby nebyl software nikdy v praxi testován. Výsledky ukázali nedostatečnou schopnost softwaru predikovat čas tak aby bylo naplněno jeho poslání. Přesto myšlenka softwaru je směrem, který stojí za pozornost a je originální především ve svém komplexním přístupu. Komplexnost softwaru je dána především snahou pokrýt specifika vojenských přesunů. To znamená rozsáhlý výzkum a vývoj programu. Obtížnost realizace myšlenky by ale neměla být důvodem k její neúspěšnosti. Proto jsem se pokusil v této oblasti pokračovat. Podle výsledků jsem logickým úsudkem došel k závěru, že chyba se nachází v základním modelu výpočtu. Z tohoto důvodu bylo cílem v této práci zaměřit se na přesnější možnosti predikce a sledování chování softwaru při prostém běhu.

Zvolit pro sledování základního modelu prostý běh, bylo rozhodnutím problematickým. Pokud se totiž podíváme na výzkum, ze kterého vycházeli autoři, byl realizován v polním stejnokroji a polní obuvi. To znamená, že pro běh ve sportovním oblečení a obuvi používá software již úpravy. Konkrétně jde o zlepšení času o 20% díky obuvi a o 20% díky oblečení oproti základu počítajícím s vojenskou výstrojí. Nicméně v bakalářské práci byly provedeny výpočty, které ukazovali tak nepřesný odhad, že nemohl být způsoben koeficienty. Navíc měření v bakalářské práci bylo realizováno ve vojenské výstroji, a tak bylo chování softwaru v takovém případě již sledováno. Posledním a důležitým důvodem pro zvolení sportovní výstroje byla možnost takový běh a predikci porovnat a použít v jiných přístupech k predikci výkonu.

Spíše než hledat nový model jsme zvolili přístup dle metodologie, tedy založit postup na možnostech z naší i zahraniční literatury a z dostupných studií. Po provedení analytické části práce se jako nejvhodnější možností ukázalo použít nomogram pro predikci výkonu. Jeho hlavní předností je dostatek studií ukazující jeho kvalitu. Konkrétně jde o nezávislost na pohlaví, výkonnostní úrovni, vzdálenosti v rámci jeho rozsahu (3 – 42,195 km). Navíc dosahuje lepších výsledků než ostatní přístupy (viz. kapitola č. 2.6). Vyžaduje ale dva vstupní známé výkony. A jako samotný je omezen na vzdálenosti v něm uvedené.

V empirické části porovnááme terénní měření s predikcí softwaru Combatfit a s predikcí nomogramu. Dále sledujeme jejich vztah k reálným časům. A porovnááme je mezi sebou. Sledovány byly běhy na 3 km, 5km a 8km. Ve všech případech byla predikce nomogramu přesnější než predikce softwaru Combatfit. Ta byla až o 13 minut 32 sekund nepřesná u jednoho z probandů. Rozdíly predikce nomogramu od terénního měření jsou velice malé, dalo by se říci až zanedbatelné. Vztah predikcí k reálným datům byl sledován pomocí Kendallova korelačního koeficientu. Korelační koeficient pro predikci softwaru ukázal výrazně nižší závislost oproti nomogramu v obou případech. V případě predikce nomogramu pro 8 km hovoříme dokonce o absolutní závislosti. Můžeme tedy říci, že nomogram v našem případě funguje velmi dobře a predikuje lépe než software Combatfit.

Hlavním omezením práce je testovaný soubor. Testovaný soubor je složen ze studentů VO při UK FTVS. Studenti jsou v dobré, až vynikající fyzické kondici. Jako testový soubor neodpovídají normálnímu rozložení výkonnosti v AČR. Na druhou stranu i zdatní jedinci tvoří zanedbatelnou část AČR. Všichni probandi kromě jednoho odpovídali výkonnostní skupině 1 (výborně) organizačního celku A. Výsledky nemůžeme zobecnit pro všechny výkonnostní skupiny.

Připomeňme důležitý faktor, který je uváděn i v jiných studiích, a tím je motivace jedince. Tento faktor je těžké postihnout a přitom může významně ovlivnit výsledky. Vliv motivace je společnou slabou stránkou jak všech predikčních metod v analytické práci sledovaných, tak i softwaru Combatfit.

Hlavním cílem práce bylo najít přesnější způsob predikce, který by mohl být využit. Nomogram je v daných podmínkách přesnější způsob, ale s omezením na vzdálenosti které postihuje (3 km, 5 km, 8 km, 10 km, 15 km, 20 km, 25 km, 30 km, 42,195 km). Proto se stala úkolem práce i snaha o aplikaci nomogramu pro myšlenku softwaru. Bylo nalezeno řešení umožňující predikci jakékoliv vzdálenosti od 3 km do 42,195 km. Slabinou aplikace nomogramu je konzultace postupu pouze s dvěma odborníky a dosavadní nedostupnost originální rovnice. Současně navržený způsob aplikace navíc zahrnuje původní vyčítání z nomogramu pomocí přímky. Vhodnější by bylo celý postup převést na možnost výpočtu realizovaného pouze softwarem.

Nomogram se ukázal jako potenciálně vhodný pro predikce softwaru Combatfit. Nicméně aby bylo možné ho s jistotou použít je třeba dalšího výzkumu. Především by

se měla další snaha zaměřit na testování, které bude probíhat s větším výzkumným souborem. Soubor by měl obsahovat hlavně další výkonnostní skupiny. Tak aby mohli být výsledky zobrazeny pro potřeby AČR.

7 Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo najít přesnější způsob predikce pro potřeby softwaru Combatfit. Dále pak porovnat predikci softwaru s terénním měřením a vhodnou alternativou predikce. Na základě analytické práce byl vybrán vhodný nomogram. Porovnání bylo realizováno u 3 km, 5 km a 8 km přesunu s danými podmínkami. Dále byl navržen postup aplikace nomogramu pro výpočet libovolné vzdálenosti od 3 km do 42,195 km.

Na základě výsledků naměřených u studentů Vojenského oboru při Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy v Praze a jejich dalšího statistického zpracování za pomoci základních statistických metod a Kendallova korelačního koeficientu jsem vyvodil následující závěry.

U všech subjektů dosahovala predikce softwaru při běhu na 5 km a 8 km horších výsledků, než nomogram. Statistické zpracování ukázalo, že vztahy mezi časy existují u obou způsobů predikce, což jsme předpokládali. Nicméně těsnost vztahu je v tomto případě důležitým ukazatelem. Nomogram dosahuje výrazně lepší závislosti než software Comatfit. Toto tvrzení platí pro testový soubor, který byl použit. Není zcela jisté, zda by bylo dosaženo stejných závěrů u ostatních výkonnostních skupin.

Nomogram se jeví jako vhodný nástroj pro přesnější predikci. Pro další pokračování by bylo vhodné rozšířit testový soubor o další výkonnostní skupiny. Cílem by pak mělo být použít nomogram v softwaru Combatfit.

8 Seznam použité literatury

1. BOSQUET, L, DUCHENE, A, LECOT, F, DUPONT, G, LÉGER, L. *Vmax estimate from three-parameter critical velocity models: validity and impact on 800 m running performance prediction*. Eur J Appl Physiol 97: 34–42, 2006.
2. BARTUŇKOVÁ, S. *Fyziologie pohybové zátěže: učební texty pro studenty tělovýchovných oborů*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2013, ISBN 978-80-87647-06-6.
3. CAI, Z., HSU, C., SU, C., LIN, C., LIN, Y., LIN, C., HSU, M., *Comparison of lower limb muscle activation during downhill, level and uphill running*. Isokinetics & Exercise Science, 2010, 18(3), 163-168.
4. COQUART, J. B. J., ALBERTY, M, BOSQUET, L. *Validity of a nomogram to predict long distance running performance*. Journal of Strength & Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins). 2009, roč. 23, č. 7, s. 2119-2123.
5. COQUART, J. J., BOSQUET, L., *Precision in the prediction of middle distance-running performances using either a nomogram or the modeling of the distance-time relationship*. Journal Of Strength & Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins), 2010, 24(11), 2920-2926.
6. COQUART, J. B., MERCIER, D., TABBEN, M., BOSQUET, L., *Influence of sex and specialty on the prediction of middle-distance running performances using the Mercier et al.'s nomogram*. Journal Of Sports Sciences, 2015, 33(11), 1124-1131. doi:10.1080/02640414.2014.986499.
7. CROUX, C., DEHON, C., *Influence functions of the Spearman and Kendall correlation measures*. Statistical Methods & Applications, 2010, 19(4), 497-515. doi:10.1007/s10260-010-0142-z.
8. ČELIKOVSKÝ, S., et al., *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*, 3. vyd. Praha: SPN, 1989.
9. ČELIKOVSKÝ, S., *Teorie pohybových schopností*. Vyd. 1. Praha: Univerzita Karlova, 280 s.
10. DE MOYA, R. G., *A biomechanical comparison of the military boot and the running shoe*. 1984.

11. DOVALIL, J., et al., *Výkon a trénink ve sportu*. 2002, Praha: Olympia. 320.
12. EVESHAM, H. A., *The history and development of nomography*. Boston: Docent Press, 1982. ISBN 1456479628.
13. FEBBRAIO, M. A., MURTON, P., SELIG, S. E., CLARK, S. A, LAMBERT, D., ANGUS, D. J., CAREY, M. F., *Effect of CHO ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures*. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 1996, 28(11), 1380-1387.
14. FORTNEY, S. M., VROMAN, N. B., *Exercise, performance and temperature control: temperature regulation during exercise and implications for sports performance and training*. *Sports Medicine*. 1985, roč. 2, č. 1, s. 8-20.
15. GAMELIN, F-X, COQUART, JBJ, FERRARI, N, VODOUGNON, H, MATRAN, R, LÉGER, L, BOSQUET, L. *Prediction of one-hour running performance using constant duration tests*. *J. Strength Cond Res* 20:735–739, 2006
16. GALLOWAY, S. R., MAUGHAN, R. J., *Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged exercise in man*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1997, 29(9), 1240-1249.
17. GALLOWAY, S. R., MAUGHAN, R. J., *Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. / Effets de la temperature ambiante sur la capacite d ' effectuer un exercice physique prolonge sur bicyclette ergometrique chez l ' homme*. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 1997, 29(9), 1240-1249.
18. HAVLÍČKOVÁ, L., *Fyziologie tělesné zátěže 1: obecná část*. Dotisk. Praha: Univerzita Karlova - Vydavatelství Karolinum, 1994, 180 s. ISBN 80-706-6506-8.
19. HAZEWINKEL, M., *Encyclopaedia of mathematics*. Berlin: Springer-Verlag, 2002. ISBN 14-020-0609-8.
20. HENDL, J., *Kvalitativní výzkum: analýza a metaanalýza dat*. Vyd. 2., opr. Praha: Portál, 2006, 583 s. ISBN 80-736-7123-9.
21. HENDL, J., *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2005, 265 s. ISBN 80-736-7040-2
22. HENDL, J., *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 4., rozš. vyd. Praha: Portál, 2012, 734 s. ISBN 978-80-262-0200-4.

23. CHEN, C. K., SINGH, R., SINGH, H. J., *High Ambient Temperature Impairs Endurance Performance in Heat-Adapted Recreational Athletes*. Asian Journal Of Exercise & Sports Science, 2004, 1(1), 53-61.
24. CHRÁSKA, M., *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. Vydání 1. Praha: Grada Publishing, 2007, 265 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
25. CHRÁSKA, M., *Základy výzkumu v pedagogice*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2000, str. 201.
26. JANDOVÁ, D., *Balneologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009, xvi, 404 s., 16 s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-2820-9.
27. JENSEN, K., JOHANSEN, L., KARKKAINEN, O., *Economy in track runners and orienteers during path and terrain running*. Journal of Sports Sciences. 1999, roč. 17, č. 12, s. 945-950.
28. KASA, J., *Športová kinantropológia (Terminologický a výkladový slovník)*. 1 ed. 2001, Bratislava: SVSTVŠ. FTVŠ UK Bratislava. 112.
29. KATCH, V. L., MCARDLE, W. D., KATCH, F. I., MCARDLE, W. D., *Essentials of exercise physiology*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams, c2011, xii, 699 p. ISBN 14-511-0323-9.
30. KENDALL, M. G., *Rank Correlation Methods*. 4th Ed. Griffin, 1976.
31. KNAPIK, J. J., REYNOLDS, K. L., HARMAN, E., *Soldier Load Carriage: Historical, Physiological, Biomechanical and Medical Aspects*. Military Medicine, 2004, 169(1), 45-56.
32. MARTIN, D. C., LEHNERTZ, K., *Handbuch der trainingslehre*. Schorndorf: Karl Hofmann, 1993.
33. MCLAUGHLIN, J. E., HOWLEY, E. T., BASSETT, D. R., THOMPSON, D. L., FITZHUGH, E. C., *Test of the classic model for predicting endurance running performance*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2010, 42, 991-997.
34. MÁČEK, M., RADVANSKÝ, J., *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha : Galén, 2011. 245 s. ISBN 978-80-7262-695-3.
35. MERCIER, D., LÉGER, L., DESJARDINS, M., *Nomogram to predict performance equivalence for distance runners*. Track Technique Winter, no. 94: 3004-3009, 1986.

36. MERCIER, D., LÉGER, L., DESJARDINS, M. *Nomogramme pour prédire la performance, le VO 2max et l'endurance relative en course de fond.* Médecine du sport, 58(4): 181-187, 1984.
37. MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., ALTMAN, D. G., *Reprint—Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement.* Physical Therapy. 2009, roč. 89, č. 9, s. 873-880.
38. MORTON, R. H., *A 3-parameter critical power model.* Ergonomics 39: 611–619, 1996.
39. NAGASHIMA, K., YOSHIDA, T., NOSE, H., TAKAMATA, A., MORIMOTO, T., *Negative pressure breathing and the kontrol of skin blood flow during exercise in a hot environment.* Ann NY Acad Sci, 1997, 813, 604_/609.
40. NIELSEN, B., STRANGE, S., CHRISTENSEN, N. J. WARBERG, J., SALTIN, B., *Acute and adaptative responses in humans to exercise in a warm, humid environment.* Pflugers Archives European Journal of Physiology, 1997, 434, 49-56.
41. NOAKES, T. D., *Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. / Implications de tests d' exercices pour determiner la performance athletique: une perspective contemporaine.* Medicine & Science In Sports & Exercise, 1988, 20(4), 319-330.
42. **NORMATIVNÍ VÝNOS MINISTERSTVA OBRANY Č. 12/2011: Služební tělesná výchova v rezortu Ministerstva obrany**
43. OKSA, J., *Neuromuscular performance limitations in cold.* Int J Circumpolar Health, 2002, 61(2):154–162.
44. PADULO, J., POWELL, D., MILIA, R., ARDIGÓ, L., *A Paradigm of Uphill Running.* Plos ONE, 2013, 8(7), 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0069006.
45. PANDOLF, K. B., GIOVONI, B., GOLDMAN, R. F., *Predicting energy expenditure with loads while standing or walking very slowly.* J Appl Physiol. 1977;43:577–581
46. PANDOLF, K. B., HAISMAN, M. F., GOLDMAN, R. F., *Metabolic energy expenditure and terrain coefficients for walking on snow.* Ergonomics. 1976, 19: 683-690.

47. PARISE, C. A., HOFFMAN, M. D., *Influence of Temperature and Performance Level on Pacing a 161 km Trail Ultramarathon*. International Journal Of Sports Physiology & Performance, 2011, 6(2), 243-251.
48. PATTON, J. F., KASZUBA, J., MELLO, R. P., REYNOLDS, K. L., *Physiological responses to prolonged treadmill walking with external loads*. European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology. 1991, roč. 63, č. 2, s. 89-93.
49. PEIFFER, J. J., ABBISS, C. R., *Influence of environmental temperature on 40 km cycling time-trial performance*. International Journal of Sports Physiology and Performance, 2011, 6, 208-220.
50. PERIČ, T., DOVALIL, J., *Sportovní trénink*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 157 s. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-802-4721-187.
51. PERONNET, F. F., THIBAUT, G. G., RHODES, E. C., MCKENZIE, D. C., *Correlation between ventilatory threshold and endurance capability in marathon runners. / Correlation entre le seuil ventilatoire et la capacite d' endurance chez les marathonniens*. Medicine & Science In Sports & Exercise, 1987, 19(6), 610-615.
52. POLCYN, A. F., BESSEL, C. K., HARMAN, E. A., OBUSEK, J. P., *The Effects of Load Weight: A Summary Analysis of Maximal Performance, Physiological, and Biomechanical Results from Four Studies of Load-Carriage Système*. Defense Technical Information Center. 2001.
53. RODMAN, J. R., HENDERSON, K. S., SMITH C. A., DEMPSEY, J. A., *Cardiovascular effects of the respiratory muscle metaboreflexes in dogs: rest and exercise*. J Appl Physiol, 2004, 95:1159–1169.
54. ROMER, L. M., BRIDGE, M. W., MCCONNELL, A. K., JONES, D. A., *Influence of environmental temperature on exercise-induced inspiratory muscle fatigue*. European Journal of Applied Physiology. 2004-5-1, vol. 91, 5-6, s. 656-663. DOI: 10.1007/s00421-003-1020-2.
55. SAGIV, M., BEN-SIRA, D., SAGIV, A., WERBER, G., ROTSTEIN, A., *Left ventricular responses during prolonged treadmill walking with heavy load carriage*. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1994, roč. 26, č. 3, s. 285-288.
56. SANDSUND, M., SAURSAUNET, V., WIGGEN, Ø., RENBERG, J., FÆREVIK, H., BEEKVELT, M., *Effect of ambient temperature on endurance performance while*

- wearing cross-country skiing clothing. *European Journal Of Applied Physiology*, 2012, 112(12), 3939-3947.
57. SIEGEL, S., CASTELLAN, N. J., *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (2nd. Ed.). New York, NY: McGraw-Hill, 1988.
58. SIPAVIČIUS, R., RAMANAUSKIENĖ, I., SKURVYDAS, A., DANIUSEVIČIŪTĖ, L., LINONIS, V., BARSINIENĖ, L., *Karių organizmo atsakas atliekant žygi aukštos temperatūros aplinkoje. / The effect of warm environment on the human organism performing military skills*. *Education. Physical Training*. 2008, Sport, (69), 87-92.
59. SPIEGEL, M. R., LARRY, J. S., *Schaum's outline of theory and problems of statistics*. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2008. ISBN 00-714-8584-8.
60. SVATONĚ, V., TUPÝ, J., *Program zdravotně orientované zdatnosti*. 1. vyd. Praha: NS Svoboda, 1997.
61. ŠTEFANSKÝ, M., *Predikce výkonu s pomocí softwaru Combatfit*. Praha, 2014. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Katedra vojenské tělovýchovy. Vedoucí práce Erik BARTÁK.
62. TABBEN, M., BOSQUET, L., COQUART, J. B., *Effect of Performance Level on the Prediction of Middle-Distance-Running Performances Using a Nomogram*. *International Journal Of Sports Physiology & Performance*, 2016, 11(5), 623-626.
63. TOKMAKIDIS, S., LÉGER, L., MERCIER, D., PÉRONNET, F., THIBAUT, G., *New approaches to predict VO2 max and endurance from running performances. / Methodes nouvelles de prediction de la consommation maximale d' oxygene et de l' endurance a partir des performances en course*. *Journal Of Sports Medicine & Physical Fitness*, 1987, 27(4), 401-409.
64. VALZ, P. D., THOMPSON, M. E., *Exact inference for Kendall's S and Spearman's rho*. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 1994, 3, 459-472.
65. VICKERS, A. J., VERTOSICK, E. A., *An empirical study of race times in recreational endurance runners*. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 2016, 81-9.
66. WANTA, D. M., NAGLE, F. J., WEBB, P., *Metabolic response to graded downhill walking*. *Med Sci Sports Exerc*, 1993 25: 159-162.

67. WESTERTERP, K. R., *Assessment of physical activity level in relation to obesity: current evidence and research issues*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1999, 31, S522-525.
68. YAMASHITA, Y., KAYA, M., KOYAMA, K., TSUJITA, J., & HORI, S., *Decreased energy expenditure during prolonged sub-maximal exercise in a warm environment*. *European Journal of Sport Science* 5(4): 153-158, 2005.

Internetové zdroje

69. WESSA, P., *Kendall tau Rank Correlation (v1.0.11) in Free Statistics Software (v1.1.23-r7)*, Office for Research Development and Education, 2012, URL http://www.wessa.net/rwasp_kendall.wasp/

9 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Schéma PRISMA Statement (Moher a kol., 2009)	12
Obrázek 2 - Nomogram Mercier et. al. (1984).....	37
Obrázek 3- Povrch.....	44

10 Seznam tabulek

tabulka 1- Koeficienty teploty uvedené v závěrečné zprávě.....	20
tabulka 2- Vliv teploty na výpočet	20
Tabulka 3 - Koeficienty a fyziologické ukazatele pro rozdílné povrchy	25
Tabulka 4- výsledky bakalářské práce	35
Tabulka 5 - Přibližná interpretace hodnot korelačního koeficientu (Chráška, 2000)...	48
Tabulka 6- Výsledky vstupních testů	49
Tabulka 7 – Výsledky měření 3 km	50
Tabulka 8 – Výsledky měření 5 km	51
Tabulka 9 – Výsledky měření 8 km	51
Tabulka 10- Výsledky predikce softwaru Combatfit	53

Tabulka 11 – Výsledky predikce nomogramu.....	54
Tabulka 12 - Rozdíl predikce softwaru Combatfit a měření 5 km.....	55
Tabulka 13 - Rozdíl predikce softwaru Combatfit a měření 8 km.....	55
Tabulka 14 - Rozdíl predikce nomogramu a měření 3 km.....	56
Tabulka 15 - Rozdíl predikce nomogramu a měření 5 km.....	56
Tabulka 16 - Rozdíl predikce nomogramu a měření 8 km.....	57
Tabulka 17 – Výsledky korelační analýzy	57
Tabulka 18 – Porovnání predikce a výpočtu	59

11 Seznam grafů

Graf 1 – Čas do vyčerpání pro čtyři rozdílné teploty. (Galloway, Maughan, 1997)....	23
Graf 2 – Čas do vyčerpání pro šest rozdílných teplot. (Sandsund et al., 2012).	23
Graf 3 – Model pro skupinu A	33
Graf 4 – Model pro skupinu B.....	33
Graf 5 – Model pro skupinu C.....	34
Graf 6 - Profil 3 km tratě	44
Graf 7 – Účinnost jednotlivých druhů korelací. (Croux, Dehon, 2010).....	47
Graf 8 – Mocninná spojnice trendu	59

12 Seznam příloh

Příloha č. 1 – Vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha č. 2 – Vzor informovaného souhlasu účastníků výzkumu

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce, zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Zpřesnění predikčního procesu u softwaru Combatfit

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: 11/2016

Předkladatel: Bc. Štefánský Michal

Hlavní řešitel: Bc. Štefánský Michal

Vedoucí práce (v případě studentské práce): Mgr. Vladimír Michalička

Název grantu:

Popis projektu: Diplomová práce je zaměřena na problematiku predikce výkonu při zrychleném přesunu, tedy při běhu nebo chůzi. Měření bude probíhat při běhu na tři vzdálenosti. Věkové rozmezí zkoumaných je 20 – 30 let a bude jich 10 až 20. Trasa vhodná pro měření je v Oboře Hvězda na Praze 6. Sledovaným bude měřena srdeční frekvence pomocí sporttestru, a dosažený čas. Každý proband bude měřen 3 krát. Jednotlivé trasy budou měřit 3km, 8km a 10km. Účastníky výzkumu budou tvořit studenti VT UK FTVS. Všichni účastníci mají dobrý zdravotní stav a platnou sportovní prohlídku.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky: Všichni účastníci testování budou seznámeni s průběhem měření. Měření bude probíhat v Oboře Hvězda. Jedná se o neinvazivní metodu. Rizika prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u tohoto typu testování.

Etické aspekty výzkumu: Účastníci výzkumu budou informováni, že jejich osobní údaje budou v rámci této diplomové práce nebo jiných dokumentech anonymizovány.

Informovaný souhlas: přiložen

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.

Potvrzuji, 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 10.11.2016

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: 162/2016

dne: 14. 11. 2016

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

podpis předsedkyně EK UK FTVS

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

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

Cílem této práce bude zpřesnit predikci výkonu při zrychleném přesunu, tedy při běhu nebo chůzi. V rámci tohoto projektu budou 3 měření při běhu. Měření budou probíhat na 3 vzdálenostech 3km, 8km a 10km. Realizace bude na vyznačené trase v Oboře Hvězda. Jedná se o neinvazivní metodu, sběr dat bude zabezpečen sporttesty. Rizika prováděného testování nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u tohoto typu testování.

Získaná data budou zpracovávána a uchována v anonymní podobě a publikována v diplomové práci a v odborných časopisech, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Osobní data budou po skončení výzkumu smazána.

S výsledky a závěry měření se účastníci mohou seznámit po domluvě s řešitelem práce. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení hlavního řešitele předkladatele projektu: Bc. Štefánský Michal Podpis:

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Štefánský Michal Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím se svojí účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se mé účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníkaPodpis: