

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Vliv stresových situací na tepovou frekvenci a spotřebu
vzduchu pod vodou**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Ing. et Mgr. Miloš Fiala, Ph.D.

Vypracoval:

Dušan Blažek

Praha, září 2014

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

V Praze, dne

.....

podpis diplomanta

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Mgr. Davidu Vondráškovi, za odborné konzultace a objasňování věcí týkajících se sledované problematiky.

Dále bych rád poděkoval vedoucímu práce panu Ing. et. Mgr. Milošovi Fialovi, Ph.D., za možnost konzultovat s ním danou problematiku.

Abstrakt

Název: Vliv stresových situací na tepovou frekvenci a spotřebu vzduchu pod vodou

Cíle: Cílem je zjistit spotřebu vzduchu u začínajících přístrojových potápěčů v závislosti na zvolených stresových situacích. Vyhodnotit nejsilnější námi zvolenou stresovou situaci na základě nárůstu stresových ukazatelů (TF, minutová spotřeba vzduchu). Dalším cílem této práce je určit souvislost mezi stresovou situací u začínajících potápěčů, jejich tepovou frekvencí a spotřebou vzduchu. V neposlední řadě je také cílem na základě těchto poznatků přispět k optimální metodě a doporučením týkajících se bezpečnosti a psychologické odolnosti potápěče.

Metody: V práci je použita metoda experimentu, nutná pro zjištění dat. Dále pak metoda analýzy a metoda komparace. Metoda analýzy byla aplikována v rozboru každého jednotlivého měření a metoda komparace v části porovnávání mezi měřeními navzájem. Statistické metody pro vyhodnocení naměřených dat z experimentu.

Výsledky: Výsledkem měření bylo zjištěno, že spotřeba vzduchu je při různých stresových situacích pod vodou rozdílná. Značně rozdílná je také spotřeba a tepová frekvence každého jedince. Významným stresorem byl ponor samotný. Jako optimální metoda psychologické odolnosti potápěče byla zvolena metoda kombinace tréninku konkrétní situace a metoda všeobecného zvládnutí stresu.

Klíčová slova: přístrojové potápění, tepová frekvence, spotřeba vzduchu, stres

Abstract

Title: Impact of stress situations on heart rate and air consumption under water

Objectives: The aim of this labour is to determine relation between air consumption in our selected stress situation. Determine strongest stress situation from our selection on the base of increase of stress indicators (hpb, minute air consumption). Next aim is to determine context between stress situation at beginning diver, their heart rate and air consumption. Last but not least aim of this labour is to conduce to optimal method and reccomendation related to safety and psychological resistance of the diver.

Methods: In our thesis we used a method of analysis and a method of comparison. We applied the method of analysis in each individual measurement and the method of comparison in part comparing each measurement together.

Results: By measurements was found out, that air consumption is at different stress situations under watter dissimilar. There is also very wild diference between air consumption and heart rate at each specimen.. Like optimal method of psychological resistance of the diver was selected method of combination. Significant stress, was dive itself. The combination consists of training concrete situation and method of general stress handling.

Keywords: scuba diving, heart rate, air consumption, stress

Obsah:

1. Úvod	10
2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA	11
2.1 Voda	11
2.1.1 Viditelnost	11
2.1.2 Teplota vody	12
2.1.3 Složení vody	13
2.2 Složení vzduchu	14
2.3 Tepová frekvence	15
2.3.1 Maximální tepová frekvence	15
2.3.2 Basální tepová frekvence	16
2.3.3 Srdeční rezerva	16
2.3.4 Srdeční bradykardie	16
2.3.5 Srdeční tachykardie	16
2.4 Dýchání	17
2.4.1 Zevní dýchání	17
2.4.2 Vnitřní dýchání	17
2.4.3 Dechový objem	18
2.4.4 Dechová frekvence	18
2.4.5 Minutová plicní ventilace	18
2.4.6 Vitální kapacita plic	18
2.4.7 Mrtvý prostor	19
2.4.8 Řízení ventilace	19
2.4.9 Nedostatek kyslíku (hypoxie)	19
2.4.10 Dušení (asfyxie)	20
2.5 Diving reflex	21
2.6 Stres	23
2.6.1 Psychické reakce na stres	24
2.6.1.1 Úzkost	24
2.6.2 Fyzická reakce na stress	25
2.6.3 Adaptační syndrom	25
2.6.4 Obvyklé stresové faktory (stresory)	26
2.6.5 Zvládání stresu a hlavní obranné mechanismy	26
3. CÍL PRÁCE	28
3.1 Hypotéza	28
3.2 Vědecké otázky	28
4. METODIKA PRÁCE	29
4.1 Popis výzkumného souboru	31
4.2 Použité metody měření	32
4.3. 1 Měřicí odchylka přístroje Galileo-Sol	32
4.4 Sběr dat	34
4.5 Analýza dat	35
5. VÝSLEDKY	36
5.1 Teplota vody a hloubka měření	40
5.2 Hloubka jednotlivých měření	41
5.3 Atmosférický koeficient	43
5.4 Atmosférická spotřeba vzduchu	45
5.4.1 Atmosférická spotřeba vzduchu v měřených situacích	47
5.5 Tepová frekvence	55

5.6 Srovnání spotřeby vzduchu a tepové frekvence v měřených situacích	62
5.7. Významnost měření	66
5.7.1 Věcná významnost	66
5.7.2 Statistická významnost	66
5.7.2.1 Zjištění normality dat	67
5.7.2.2 Párový T-test	68
5.7.3 Korelace nárůstu tepové frekvence a spotřeby vzduchu	71
5.7 Vyhodnocení stresové situace a její zvládnutí	79
5.8 Modelové zvládnutí stresové situace	85
6. DISKUZE	87
7. ZÁVĚR	90
8. SEZNAM LITERATURY	92
9. Přílohy:	95
Příloha č. 1	96
Příloha č. 2	97

1. Úvod

Ať potápěčské instruktory, či rekreační potápěče, všechny by měla zajímat především bezpečnost potápění. Během potápěčského kurzu je frekventant seznámen se základní manipulací s výstrojí, standardními situacemi nastávajícími pod vodou a více či méně potřebnou teorií. Rizikovým situacím se musí věnovat zvláště velká pozornost.

Ať se jedná o banální zatékání vody do masky, ztrátu automatiky z úst, o závažnější dezorientaci, o zaseknutí potápěče, či o úplnou ztrátu masky, je to vždy více či méně závažná situace. U nezkušených osob, které se s takovou situací nikdy neseťkaly, mohou vyvolat tyto faktory nečekanou zkratovou reakci.

Jelikož každá minuta výuky potápění je drahá, o to víc, je-li strávená pod vodou. Tento dokument poslouží každému instruktorovi, který stojí o prohloubení svých znalostí v problematice potápění.

V této práci jsou popsány největší obavy začínajících potápěčů, které jsou do značné míry zkreslené jejich nevědomostí. Jen pro představu, zkušený potápěč nejspíše nebude uvádět jako jednu z největších obav studenou vodu. V praktické části této práce jsou prezentovány reálné výsledky simulující stresovou situaci. Při těchto situacích je mimo jiné měřena spotřeba vzduchu, který je pod vodou tak drahocenný a vlivem stresových situací se rychlost jeho ubývání z dýchacího média značně mění.

Tepová frekvence, jakožto nedílná součást existence člověka se mění v závislosti na stimulech okolního prostředí. Velmi důležitým faktorem je voda samotná. Jinak reaguje člověk na stejný podnět nad vodou, jinak pod vodou.

Obecné přiblížení vodního prostředí, jakožto člověku nepřirozeného, i s jeho zákonitostmi a zvláštnostmi ocení zejména začínající potápěči. Pro pokročilé a instruktory bude mít tato část zejména opakující charakter.

V poslední části práce je popsáno jak předejít úzkostným stavům, či jak minimalizovat jejich dopad, když již nastanou. Je důležité si uvědomit, že většina těchto stavů má své opodstatnění a účel. Nicméně v podvodním prostředí se v zásadě řadí mezi stavy kontraproduktivní.

2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Voda

Jelikož se jedná o prostředí, ve kterém se potápeč pohybuje, je to jeden ze zásadních faktorů, ovlivňující spotřebu vzduchu, psychiku a tepovou frekvenci potápeče. Z tohoto hlediska jsou velmi důležité tyto faktory:

- Viditelnost
- Teplota vody
- Složení vody

2.1.1 Viditelnost

Podle Hartla (1999) je ze všech těchto faktorů nejpodstatnějším viditelnost. Kromě toho, že se snižuje fyzická orientace v prostředí, má snížená viditelnost značný dopad i na psychiku jedince. Znečištění vody dělíme zpravidla podle typu znečištění na biologické (řasy, sinice, plankton) a mechanické (bahno, písek, sediment).

Z hlediska prostorového pak dělíme znečištění na globální a lokální. Mezi globální patří zejména velké vodní plochy, jezera, či řeky. Do druhé skupiny lokálních patří zejména malá pásma znečištění, často způsobená samotnými potápeči. Zejména tyto lokální, nahodile vzniklé útvary jsou dle Sellerse (1993) nejrizikovější a to zejména díky své nečekanosti. Ten dokonce uvádí, že se jedná o nejintenzivnější stresový faktor, se kterým se většina potápečů setká.

2.1.2 Teplota vody

Teplota vody zásadně ovlivňuje tělo a psychiku potápěče hned dvojitým způsobem. V první řadě se jedná o kontakt vody s obličejovou částí potápěče a jejím vlivu na takzvaný diving reflex. Této problematice bude dále věnovaná zvláštní kapitola.

V druhém případě se jedná o tepelný diskomfort, který značně podněcuje neracionální chování jedince. Jelikož voda odvádí teplo minimálně 23x ochotněji než vzduch, (URL_1) se s přehřátím pod vodou lze setkat naprosto ojediněle. Přehřátí před samotným ponorem již takovou vzácností není. Nicméně jelikož při kontaktu s vodou dochází k ochlazení těla a tím pádem i k úlevě od přehřátí, nemá tento faktor na ponor samotný velký vliv.

Opakem přehřátí je tepelný diskomfort z důvodu chladu, neboli podchlazení. S tímto jevem se lze naopak setkat poměrně často, zejména pak v českých podmínkách. Největší zákeřností tohoto jevu je zejména nekonstantnost teploty vody, jenž se může lišit i o několik desítek stupňů. Se zvyšujícím se stupněm prochladnutí začíná potápěč opomíjet další důležité faktory ponoru, jelikož se soustředí zejména na svůj aktuální a stále se zvyšující problém (chlad). Pokud se ke stávajícímu problému chladu připojí problém další, například zamrznutí automatiky, jedná se pro potápěče o zcela nový druh výzvy, kdy místo jednoho problému řeší naráz dva a i přes naučené stereotypy se může zachovat neadekvátně.

Přestože je ve většině instruktážních publikací (CMAS, UDI, SSI) uváděno, že ponor by se měl ukončit při prvních náznacích podchlazení, ne vždy se povede toto pravidlo dodržet.

Oddálení prochlazení docílíme zejména vhodnou izolační ochranou. V případě potápění mluvíme zpravidla o neoprenovém obleku. Ten vybíráme zejména podle minimální předpokládané teploty vody při ponoru.

- 1,5mm - velmi teplá voda, (30 °C)
- 3 mm- teplá voda, vlažná voda (18-30 °C)
- 5 mm-studená voda (10-18 °C)
- 7,5 mm/suchý oblek- ledová voda (0-10 °C)

(URL₂)

2.1.3 Složení vody

Pokud se jedná o standardní vodu alespoň užitkové kvality, má tento faktor na aktuální stav jedince v porovnání s ostatními činiteli minimální vliv. V základním měřítku lze u složení vody vnímat dvě kritéria.

- chemické složení (obsah soli, odpadových průmyslových chemických látek, minerálů)
- biologické složení (obsah zárodků, mikroskopických organismů, biologické složky)

2.2 Složení vzduchu

Jelikož se tato práce z velké části zabývá také respiračním procesem, je v následujících řádcích uveden rychlý přehled procentuálního zastoupení jednotlivých složek atmosférického vzduchu. Veškeré uváděné hodnoty týkající se složení atmosférického vzduchu jsou zaokrouhleny. Pro účel této práce jsou údaje zcela dostačující.

- Dusík (78%)
- Kyslík (21%)
- Vodní páry, oxid uhličitý, vzácné plyny (1%)

Pro potápěče je nejdůležitější z plynů zejména kyslík. Jedná se o prvek, který se nachází téměř všude na Zemi. Bez kyslíku by nehořel oheň, ani neexistoval život v podobě, které je znám. Jedná se o plyn bez barvy, chuti a zápachu, který často reaguje s ostatními prvky. Jeho čistá forma je často používána v zdravotnictví, či v určitých fázích potápění. (Kliner, 2001) Faktem také je, že při vyšším parciálním tlaku se stává v lidském organismu toxickým. Tento fakt hraje významnou roli při stresových situacích a může ji ještě více zhoršit.

2.3 Tepová frekvence

Puls (tep), je tlaková vlna, která je vyvolána vypuzením krve z levé srdeční komory do srdečnice (aorty), odkud se šíří dalšími tepnami do celého těla. V lékařství série těchto vln odpovídá srdečnímu rytmu a frekvenci. (URL₃)

Tep lze nahmatat na větších tepnách, které se nacházejí blízko povrchu těla (krkavice, vřetenní tepna, zápěstní tepna, pažní tepna). Nejčastěji se při zjišťování tepové frekvence operuje s tepy za minutu (bpm).

Průměrný tep v klidu je u mužů kolem 75 úderů za minutu a 82 u žen. Nižší tepová frekvence u mužů je zdůvodňována vyšší srdeční kapacitou a vyšší silou kontrakce. (URL₃)

2.3.1 Maximální tepová frekvence

Jedná se o maximální tepovou frekvenci, kterou jedinec může dosáhnout bez poškození organismu. Tepová frekvence je velmi kolísavá a v rámci populace značně rozdílná. Například u olympijských veslařů, kde se předpokládá podobná elitní výkonnost, byly naměřeny při stejné dávce zatížení tepy v rozmezí 160-220 tepů za minutu. (Kolata, 2001)

Tato studie a jiné (Robergs, 2002; Tanaka, 2001) zcela převrací všeobecně zakořeněný mýtus o výpočtu maximální tepové frekvence, kdy se výpočet prováděl prostým odečtením věku od čísla 220. Po korekci je o něco málo přesnější metoda vzorce $HR_{max}=205,8-(0,685 \times \text{věk})$. Nejpresnější metodou zatím zůstávají zátěžové testy (spiroergometrie).

2.3.2 Basální tepová frekvence

Jedná se o tepovou frekvenci, která je naměřena u člověka, který je v klidu, ale bdělý. Při měření by měl být objekt v neutrálním prostředí, bez větších podnětů. Tato hodnota je důležitá pro další diagnostiku.

2.3.3 Srdeční rezerva

Jedná se o rozdíl mezi basální tepovou frekvencí a maximální tepovou frekvencí jedince. Na základě této hodnoty lze odhadnout fyzickou úroveň jedince. Tato hodnota je v přímé úměře s $VO_2\text{max}$.

2.3.4 Srdeční bradykardie

Podle nejnovější definice se za bradykardický považuje srdeční sval, který provede kontrakci méně než 50x za minutu. K velké individuálnosti srdečního tepu, však nelze brát tuto hodnotu stěžejně. Adolescenti a děti mají tuto hodnotu posunutou směrem nahoru. Naopak sportovně orientovaní lidé směrem dolů. Například Miguel Indurain, Španělský cyklista, který pětkrát vyhrál Tour de France má klidovou tepovou hodnotu 28 bpm. Martin Brandy, který drží rekord v nejnižší tepové frekvenci, jakožto zdravý člověk dosáhl v klidu hodnoty 27 bpm. (URL₄)

2.3.5 Srdeční tachykardie

Za tachykardický se považuje srdeční sval, který v klidovém stavu provádí kontrakci více než 100x za minutu. U dětí jsou tyto hodnoty zvýšeny. V potápění se s tímto stavem setkáváme zejména při stresových situacích či hypoxii.

2.4 Dýchání

Dýcháním označujeme celý proces dodávky kyslíku do tkání a odstraňování plyných zplodin látkové výměny. Vnější dýcháním pak označujeme plicní ventilaci (výměna vzduchu mezi vnějším prostředím a plícemi) a výměnu plynů mezi vzduchem a krví. Vnitřním dýcháním pak označujeme výměnu plynů mezi krví a tkáněmi a tkáňové dýchání (spotřebovává se kyslík, vydává se oxid uhličitý).

2.4.1 Zevní dýchání

Při zevním dýchání prochází vzduch nosní nebo ústní dutinou horními a dolními cestami dýchacími do plic. Při průchodu vzduchu nosní dutinou se vzduch ohřívá žilními pleteněmi, zvlhčuje nosní sliznicí a očišťuje od prachových částic, které jsou zachycovány drobnými chloupky. Proto by člověk měl dýchat přednostně nosem. Nádech je aktivní proces, kdy vzduch je do plic nasáván stahem bránice a roztažením hrudníku zevními mezižeberními svaly. (Maťák, 1997)

Výdech je na rozdíl od vdechu děj pasivní. Vzduch je z plic vytlačován uvolněnou bránicí a hrudním košem, který se vrací do původní polohy. Teprve při usilovném dýchání se na vdechu i výdechu účastní i další tzv. pomocné svaly dýchací.

2.4.2 Vnitřní dýchání

Při průchodu vlásečnicemi předává krev kyslík pracujícím tkáním a přebírá od nich oxid uhličitý. Množství předávaných plynů je úměrné rozdílu jejich parciálních tlaků. V klidu odebírají tkáně asi 20% kyslíku z krve. Při tělesné zátěži může tato hodnota stoupnout až na 80%.

2.4.3 Dechový objem

Jedná se o objem vzduchu, který člověk nadechne jedním dechem. V klidu činí u zdravého muže ve věku 20-30 let 0,3-0,5 litru, při intenzivní tělesné činnosti může dosáhnout i 2-3 litrů a více.

2.4.4 Dechová frekvence

Jedná se o počet dýchacích cyklů (výdech, nádech) za jednu minutu. Normálně se u zdravého muže ve věku 20-30 let pohybuje v rozsahu 10-20 dechů za minutu. Při intenzivní tělesné činnosti však může stoupnout až na 30-50 dechů/min.

2.4.5 Minutová plicní ventilace

Je množství vzduchu, které projde plicemi za jednu minutu. Značně se mění s intenzitou tělesné činnosti. V klidu činí asi 6-8 litrů/min., při vysokém zatížení může dosahovat hodnoty až 100 litrů/min. Pro potápění je důležitá, protože limituje dobu pobytu pod vodou. Zvyšuje se také působením stresu. Zkušenější potápěč se pohybuje pod vodou účelněji a ekonomičtěji a proto má menší spotřebu vzduchu. Tím se stejnou zásobou vzduchu vydrží pod vodou déle, než začínající potápěč.

2.4.6 Vitální kapacita plic

Jedná se o maximální výdech, po maximálním nádechu. Objem tohoto vzduchu v průměru činí u mužů 4-5 litrů, u žen okolo 3,5 litru.

2.4.7 Mrtvý prostor

Je objem vzduchu, který se nepodílí na výměně plynů. Jedná se o dýchací cesty, včetně průdušinek. Při mělkém dýchání je mrtvý prostor relativně mnohem větší, než u hlubokého dýchání.

2.4.8 Řízení ventilace

Intenzita dýchání je dána za normálních okolností především potřebou odvést z plic oxid uhličitý. Dýchací centra řídící dechovou frekvenci a objem dýchání jsou umístěna v prodloužené míše a jsou citlivá na obsah oxidu uhličitého v krvi a kyselost krve. Vyšší hladina oxidu uhličitého tato centra dráždí a zvýšenou ventilací se snižuje obsah oxidu uhličitého v krvi, čímž opět klesá nutkání nádechu. Na úrovni ventilace se podílí jistou mírou i chemoreceptory, citlivé na koncentraci kyslíku v krvi, tělesná námaha, teplo, stres a jiné vlivy. Do určité míry je možno plicní ventilaci ovládat vůlí. (Maťák, 1997)

2.4.9 Nedostatek kyslíku (hypoxie)

Je stav, kdy tkáně nedostávají, popřípadě neodebírají dostatečné množství kyslíku, zejména z důvodů:

- zástavy nebo omezení ventilace plic
- nemoci plic, jež zamezují difúzi kyslíku z plicních sklípků do krve
- poruchy krevního oběhu
- otravy zabraňující buňkám využívat dodaný kyslík

Při náhlých příhodách (např. zablokování průdušnice vdechnutým předmětem) jsou potíže jednoznačné a člověk musí rychle podniknout kroky k nápravě. Nedostatek kyslíku ve tkáních ústřední nervové soustavy vede k rychlému bezvědomí. Ostatní příčiny a příznaky jsou daleko méně patrné a člověk je nemusí postřehnout.

Nedostatkem kyslíku je nejdříve postižen mozek a první příznaky hypoxie se podobají alkoholickému opojení. (Maťák, 1997)

2.4.10 Dušení (asfyxie)

Je stav, při němž je ve tkáních současně nedostatek kyslíku a přebytek oxidu uhličitého. Zástava dechu může být způsobena zablokováním průchodnosti dýchacích cest překážkou, nebo zraněním. Při potápění k tomu může dojít vdechnutím vody a s tím spojenou křečí hlasivek, vdechnutím slin, zvratků, nebo vdechnutím cizího předmětu (potrava, umělý chrup apod.) Kořen jazyka osoby v bezvědomí může zapadnout do krku a ucpat dýchací cesty. Bez včasné pomoci následuje poškození mozku a během několika minut smrt. (Pyš, 1996)

2.5 Diving reflex

Z hlediska zařazení lze tuto podkapitolu zařadit jak do složky dýchání, tak i do složky tepové frekvence

Diving reflex je reflex, který umožňuje savcům prodloužit dobu pobytu pod vodou, bez nutnosti nádechu. Efektivitu tohoto jevu lze podle Goodena (1994) zvýšit pomocí 4 základních činitelů.

- Teplota vody
- Voda dotýkající se obličejové části
- Poloha těla
- Apnoický stav

Zásadním předpokladem aktivace je teplota vody maximálně 21°C. Pro prohloubení efektu dále pak horizontální poloha hlavou dolů, s odkrytou obličejovou částí, se zadržným dechem, ideálně v co nejstudenější vodě.

Pro potlačení naopak zaujímáme vertikální pozici, hlavou k hladině, snažíme se co nejvíce izolovat od okolí obličejovou část hlavy, dýcháme a snažíme se vystoupat do teplejších částí vodního sloupce.

Cílem tohoto reflexu je zachovat životně důležité funkce organismu při náhlém pádu do vody. Tento jev je pozorován u všech savců, se stejnou fyziologickou odezvou, ale různé intenzity. U lidí je tento reflex v porovnání s ostatními savci podprůměrný. (Elsner 1983)

Fyziologickou odezvou diving reflexu je silné snížení tepové i dechové frekvence, odvod krve z periferií do centrálních částí těla a zvýšené prokrvení životně důležitých orgánů. Cílem je celkové šetření kyslíku pro životně nezbytné funkce organismu,

snížení celkového energetického výdeje a celkovým oddálením ztráty vědomí zamezit průniku vody do plic.

Pro nádechové potápění je tento reflex esenciální a je velmi žádoucí jeho další rozvinutí. V přístrojovém potápění, kde je přísun vzduchu zajištěn z dýchacího média je tento jev žádaný zejména z hlediska úspory vzduchu.

Nicméně vzhledem k nezkušenosti začínajících potápěčů a individuálnosti intenzity tohoto reflexu může způsobovat prudký pokles tepové frekvence nepříjemné pocity, mdloby, závrať a tím vyústit k nečekanému jednání. Ojedinělé nejsou ani případy, kdy vlivem diving reflexu došlo ke smrti sportovců ve vodním prostředí (Zeman 2006)

2.6 Stres

Lidský organizmus je starý přes 800 000 let. Po většinu této doby bylo primární náplní člověka lovit, množit se a nenechat se sežrat jinými zvířaty. Zejména pro zvýšení účinnosti prvního bodu a vyhnoutí se třetímu, vymyslela příroda důležitý obranný mechanismus, známý jako stres. Bohužel rozmanitost lidské činnosti se v porovnání s adaptací tohoto mechanismu značně rozšířila. A proto se dnes setkáváme s touto obrannou reakcí organismu i v případě, kdy může stresový stav člověku naopak uškodit, než-li ho zachránit před zavírající se čelistí predátora.

Odborný popis stresu tedy je: funkční stav živého organismu, kdy je tento organismus vystaven mimořádným podmínkám (stresorům) a jeho následné obranné reakce, které mají za cíl zachování homeostázy a zabránění poškození, nebo smrti organismu. (Linhart 2010)

Jelikož je stres spjat se zachováním života organismu, obsahuje nespočet fyzických, i psychických procesů různé intenzity. Vždy lze však s jistotou říci, že čím větší bude podnět (stresor), tím silnější bude následující reakce.

U laické veřejnosti panuje představa o stresu jako o něčem záporném, negativním. Nicméně je nutné si uvědomit, že v drtivé většině případů, je spojen s pozitivními změnami (například v tréninkovém procesu). Proto bylo vytvořeno následující rozdělení.

- Eustres- jedná se o pozitivní zátěž, která v přiměřené míře stimuluje jedince k lepším nebo vyšším výkonům. Nebo-li stresor je adekvátním zatížením a tím vede ke zlepšení organismu formou adaptace na stížené podmínky.
- Distres– jedná se o negativní zátěž, která v nepřiměřené míře působí na organismus. Tato zátěž může způsobit poškození, nemoci, či dokonce smrt.

2.6.1 Psychické reakce na stres

Psychické reakce na stres se skládají z přizpůsobení, úzkosti a deprese. Pokud stres vede k přizpůsobení a zvýšení psychického, či fyzického výkonu, jedná se o eustres. Pokud však stres trvá příliš dlouho, či má příliš velkou intenzitu (distres), může vést k rozhodnutím, jejichž důsledkem je úzkostné (únik), nebo depresivní (ústup) chování. (URL₅)

2.6.1.1 Úzkost

Úzkost je složitá kombinace emocí, zahrnující strach, zlé předtuchy a obavy. Často je doprovázena fyzickými příznaky, jako je bušení srdce, pocit nevolnosti, bolest na hrudi a zkrácené dýchání. Úzkost může trvat velmi krátce, akutně - nebo dlouhodobě. Intenzita úzkosti je různá, od lehkého neklidu až po stav výrazné paniky. (URL₆) Deprese mívá zpravidla dlouhodobější charakter a z hlediska této práce je nezajímavá.

Složky úzkosti dle Slepíčky (2009):

- Kognitivní – Zahrnuje očekávání neurčitého nebezpečí
- Somatická – Tělo se připravuje na únik z nebezpečí. Zvyšuje se krevní tlak, puls, vylučování potu. Může se dostavit nevolnost. Začíná převládat sympatikus. Krev se nalévá do velkých svalových skupin, pozastavuje trávicí funkce. Člověk se projevuje bledostí pokožky, pocením, chvěním a rozšířením zornic.
- Emocionální – Týká se pocitu strachu nebo paniky.
- Behaviorální - Zahrnuje únik nebo vyhnutí se zdroji úzkosti.

2.6.2 Fyzická reakce na stress

Kromě změn psychických stavů je odezvou mozku zejména velká spousta fyziologických reakcí mobilizujících rezervy organismu. Tato rezerva má za účel překonat stávající situaci. V nelehčí možné formě by se dalo říci že je utlumen parasympatikus a silně začíná převládat sympatikus. Pro účely této práce je však nutné zajít něco málo dopodrobna.

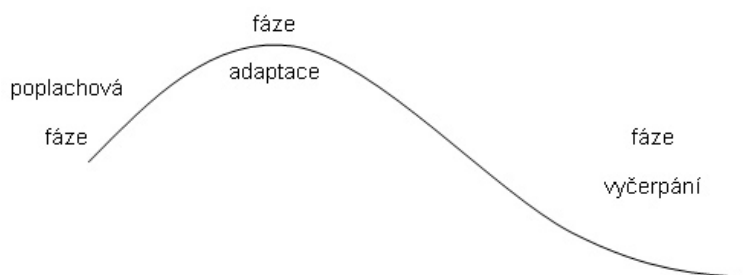
Stresová situace aktivuje sympatoadrenální osu, jenž má za následek vyplavení noradrenalinu. Tento hormon je důležitý aktivátor sympatických změn a ovlivňuje funkci a sekreci téměř všech orgánů v těle. V konkrétním případě to znamená zejména stimulaci nadledvin, jenž vylučují adrenalin, který má podobnou funkci jako noradrenalin. Uvolňuje se také velké množství glukokortikoidů, zejména pak kortizol a kortizon. Tyto hormony hrají důležitou roli při metabolických procesech. Při reakci typu “útek nebo boj” tedy sympatikus umožní dodat potřebné živiny a energii do svalů a dalších orgánů, které mají podat zvýšení výkon. Zvyšuje se jejich prokrvení, stimuluje srdeční činnost, zvyšuje se krevní tlak a to zejména pro dosažení dostatečného zásobení příslušných částí živinami. Dochází k uvolnění energetických zásob organismu, zejména glykogenů, jakožto rychlého zdroje energie. (Atkinson 2003)

2.6.3 Adaptační syndrom

Těž někdy označovaný jako GAS (generalizovaný adaptační syndrom), je označení pro tři stupně biologické reakce na stress.

- Iniciační/poplachová fáze - spuštění poplachové reakce u člověka, který je vystaven stresu. Začínají pracovat obranné mechanismy a organismus se pokouší stres zvládnout.
- Adaptace - organismus se začíná přizpůsobovat. Stres se stává přirozenou věcí. Počáteční šok ustupuje, obranné mechanismy pracují.
- Fáze vyčerpání. – Dostavuje se únava organismu, která je důsledkem zvládnání stresu. Adaptivní reakce selhává a tělo se dostává do energetické krize. Energetický výdej může být dohnán na absolutní dno, což může vést i k těžkým zdravotním onemocněním

a ke smrti.



Obr.1 grafické znázornění GAS (URL₇)

2.6.4 Obvyklé stresové faktory (stresory)

Jak samotní autoři uvádí, výčet všech stresových faktorů ani není možný. Nicméně existuje všeobecný seznam faktorů, který je následující:

- Fyzikální faktory (světlo, hluk, teplota, viditelnost)
- Psychické faktory (psychický stav, rozpoložení, únava)
- Sociální faktor (zejména životospráva, konzumace drog, alkoholu, kouření)
- Traumatické faktory (podobnost situace s jinou traumatizující událostí, přirovnávání situace k situacím z vyprávění)
- Dětské faktory (nepříjemné zážitky z mládí mohou vést ke zvýšenému stresovému vypětí i v pozdějším životě)

2.6.5 Zvládání stresu a hlavní obranné mechanismy

Stres samotný se dá řešit pouze snahou o jeho překonání. Samozřejmě existují určité lékařské přípravky, které se dají využít při extrémních životních situacích. Nicméně z dlouhodobějšího hlediska a zejména pak při rizikových sportech je tato forma překonávání stresu nevhodná. Vhodná se naopak jeví různá meditační cvičení, fyzická

cvičení, relaxační techniky, či jejich kombinace.

Následující techniky nemění stresovou situaci, nýbrž způsob, jakým je člověk vnímá, či jak o nich přemýšlí. Všechny tedy obsahují prvek sebeklamu. (Atkinson 2003)

- Vytěsnění - Vyloučení bolestivých impulzů či vzpomínek z vědomí. Může se jednat například o předchozí špatné zkušenosti z ponoru.
- Racionalizace - Přidělení logických argumentů situaci, aby se zdálo že jednáme racionálně. Jedná se prakticky o výmluvy. Příkladem racionalizace je při větším nedodržení ponorového plánu spoléhat na rezervní zásobu vzduchu. Naopak příkladem racionálního myšlení by bylo přizpůsobit ponor novým skutečnostem a zkrátit ho.
- Reaktivní formace - Vyjádření opačného motivu. Například opominutá kontrola vybavení před ponorem poté vede k přehnané kontrole vybavení pod vodou.
- Projekce - Připisování vlastních nedostatků jiným v přehnané míře.
- Intelektualizace - Snaha udržet emoční odstup od stresové situace. Jedná se o jakési otupění smyslů na často se opakující stresový podnět.
- Popření - popření existence nepříjemné vnější reality. Například potápěč si nepřipouští, že mu je zima.
- Sublimace - Přesunutí potřeby, kterou nelze uspokojit, na náhradní cíl. Například při lokálním prochladnutí se potápěč soustředí na části těla, které podchlazené nejsou.

K dalším uznávaným metodám patří různá dechová cvičení, svalová relaxace, autogenní trénink, či stop techniky. Jako velmi efektivní se jeví kombinace spojující jak psychické, tak fyzické projevy.

3. CÍL PRÁCE

Cílem je zjistit spotřebu vzduchu u začínajících přístrojových potápěčů v závislosti na zvolených stresových situacích. Vyhodnotit nejsilnější námi zvolenou stresovou situaci na základě nárůstu stresových ukazatelů (TF, minutová spotřeba vzduchu). Dalším cílem této práce je určit souvislost mezi stresovou situací u začínajících potápěčů, jejich tepovou frekvencí a spotřebou vzduchu. V neposlední řadě je také cílem na základě těchto poznatků přispět k optimální metodě a doporučením týkajících se bezpečnosti a psychologické odolnosti potápěče.

3.1 Hypotéza

H1: Při přístrojovém potápění začínajících potápěčů - změna tepové frekvence a minutová spotřeba vzduchu v měřených stresových situacích budou vzájemně korelovat.

3.2 Vědecké otázky

1. Spotřeba vzduchu u začínajících přístrojových potápěčů při daných stresových situacích pod hladinou oproti klidovému stavu nad hladinou bude významně vyšší (tj. nad 10%)?
2. Spotřeba vzduchu u začínajících přístrojových potápěčů při stresových situacích pod hladinou oproti klidovému stavu pod hladinou bude významně vyšší (tj. nad 10%)?.

4. METODIKA PRÁCE

V této práci byly použity metody kvantitativního charakteru. Zejména pak metoda experimentu, popsaného o odstavce níže. Korelační šetření bylo využito ke zjištění vztahu mezi tepovou frekvencí a spotřebou vzduchu. Metody měření byly využity k získání dat o tepové frekvenci a spotřebě vzduchu. Dále pak byly použity statistické metody, které byly využity zejména k vyhodnocení naměřených údajů.

Po hromadném rozplavání jsou během probíhající hodiny potápění střední intenzity náhodně selektováni její účastníci. Měření probíhá vždy po jednom. Frekventant je odveden do klidné místnosti, ve které nejsou přítomny rozptylující podněty. Zvuky mírné až střední intenzity nejsou striktně zakázány. Dotyčný je vybaven hrudním pásem a sport testerem snímajícím tepovou frekvenci. Zaujímá pohodlnou pozici v sedě, s mírně pokrčenými nohama. Následuje klidová fáze 2-3 minuty, během kterých je sledována zpravidla klesající tepová frekvence. Po uplynutí této doby, se přechází na minutové měření TF. Výstupem z tohoto měření by měla být klidová tepová frekvence v sedu. Následuje měření v téže pozici po dobu jedné minuty, s nasazenou potápěčskou maskou. Dotyčný v této fázi měření dýchá z potápěčské automatiky a vzduchového média, ze kterého lze určit spotřebu vzduchu. Na souši lze použít přístroj Galileo-Sol, který snímá tlak v lahvi a je zmíněn dále v textu. Z důvodu přesnosti měření musí být použito médium se sondou o kapacitě menší než 1,5 litru. Důležité je, aby mezi samotným měřením tepové frekvence a tímto měřením nedošlo k pohybu osoby, jelikož by se muselo opět čekat na pokles srdečních tepů. Tímto končí měření klidových hodnot nad vodou a dotyčný se přesouvá zpátky na bazén. Poté je během přibližně 4 minut vystrojen do předem připravené výstroje. Výstrojí se v tomto případě rozumí žaket, potápěčská automatika, tlaková láhev se vzduchem o objemu 5,46 litrů, potápěčská maska. Žaket je zatížen na negativní vztlak při úplném nádechu potápěče. Před samotným ponorem je však žaket nafouknutý na vztlak vůči vodě pozitivní. Proband je po celou dobu vybaven hrudním pásem snímajícím tepovou frekvenci. Čtecí zařízení k hrudnímu pasu, (opět přístroj Galileo-Sol) je po celou dobu na levém předloktí frekventanta. Vstup do vody je proveden pozvolným sestupem po žebříku a doplaváním na určené místo, jímž je v tomto případě kraj bazénu u prostředního bloku. Stěžejní je,

aby proband nepoužíval po celou dobu ponoru žaket, neboť by docházelo ke zkreslení výsledků spotřeby vzduchu. Z bezpečnostních důvodů však zůstává žaket zapojený. Vypuštěním žaketu instruktorem, nádechem z automatiky a dosažením hloubky kolem jednoho metru začíná samotné vodní měření. Po kontaktu se dnem je frekventant v hloubce přibližně 1,25 m a přesouvá se libovolným stylem střední intenzity po dně, na druhou stranu bazénu, která má hloubku 2,5 metru. Instruktor je celou dobu po probandovo levici, kde může kontrolovat měřící přístroje. Po přesunu, který trvá do dvou minut, následuje půlminuta klidu, při kterém zúčastněný klečí na dně bazénu, ruce má spojené před tělem. Instruktor je ve vzdálenosti do půl metru před ním v téže pozici. Následuje strhnutí potápěčské masky frekventantovi a následné navrácení do ruky. Po nasazení masky probandem samotným, které by nemělo přesáhnout dobu 30 vteřin, následuje dalších 30 vteřin klidu v kleku na dně, ruce před tělem spojené. Po této pauze následuje třicetivteřinový nácvik dezorientace. Při této situaci je frekventantovi stržena maska a instruktor s ním provede 2 vertikální obraty-první obrat vpřed, druhý vzad. Dále pak 2 horizontální obraty-napravo a nalevo. Při nemožnosti provedení těchto pohybů, zejména pak u prostorově výrazných lidí, je možné přejít k různým otřesům, či půlobratům. Po této půlminutě dezorientace nastává 30 vteřin klidu v poloze v kleče. Následuje návrat do místa zanoření. Po návratu na toto místo dojde k vykopání, či stoupnutí subjektu na dno. Až v tomto okamžiku je možné použít žaket. Třicetivteřinové úseky uvedené výše není nutno v případě prudkých změn tepové frekvence striktně dodržovat. Výsledný čas by se však neměl lišit o více jak 50%, čili patnáct vteřin. Probandi byli předem seznámeni s průběhem měření, nevěděli však, v jakém pořadí, či v jakém okamžiku daná situace nastane.

4.1 Popis výzkumného souboru

Se souhlasem etické komise UK FTVS, bylo vybráno 23 začínajících potápěčů, kteří mají s přístrojovým potápěním žádnou, či naprosto minimální zkušenost. Koheze celku je zvětšena do značné míry také tím, že většina měřených chodí na stejnou sportovní školu a absolvuje výuku potápění pod stejným instruktorem. Jedná se tedy o skupinu mužů i žen se sportovním založením, ve věkovém rozpětí 18-25 let. Po předchozím rozhovoru a splněné lékařské prohlídce, lze předpokládat, že se jedná o skupinu lidí bez fyzických, i psychických handicapů. Jediná praktická dovednost, která je po subjektech vyžadována a zároveň nezbytnou součástí pro uskutečnění měření je dovednost základního vylévání masky libovolným způsobem a pohyb vpřed pod vodou libovolným stylem. U tohoto vzorku bylo docíleno požadovaných dovedností předchozí výukou plavání a základů potápění. Dovednost vyrovnání tlaku ve středouší, stejně tak jako precizní zvládnutí prsařských nohou, či jiné pohybové techniky pod vodou není podmínkou, nýbrž výhodou. V potaz se musí brát, že i v takto mělké vodě dochází ke změně tlaku a u lidí s méně průchodnou Eustachovo tubicí, či s nachlazením, nebude muset být měření proveditelné. Zejména z tohoto důvodu a jiných, nebyli do měření použity osoby s virózou, či nachlazením. Z celkového počtu 23 měřených bylo alespoň z části možné použít 20 naměřených výsledků, což je přibližně 87% celku. U zbývajících 3 osob se měření nezdařilo, zejména ze subjektivních vnitřních pocitů.

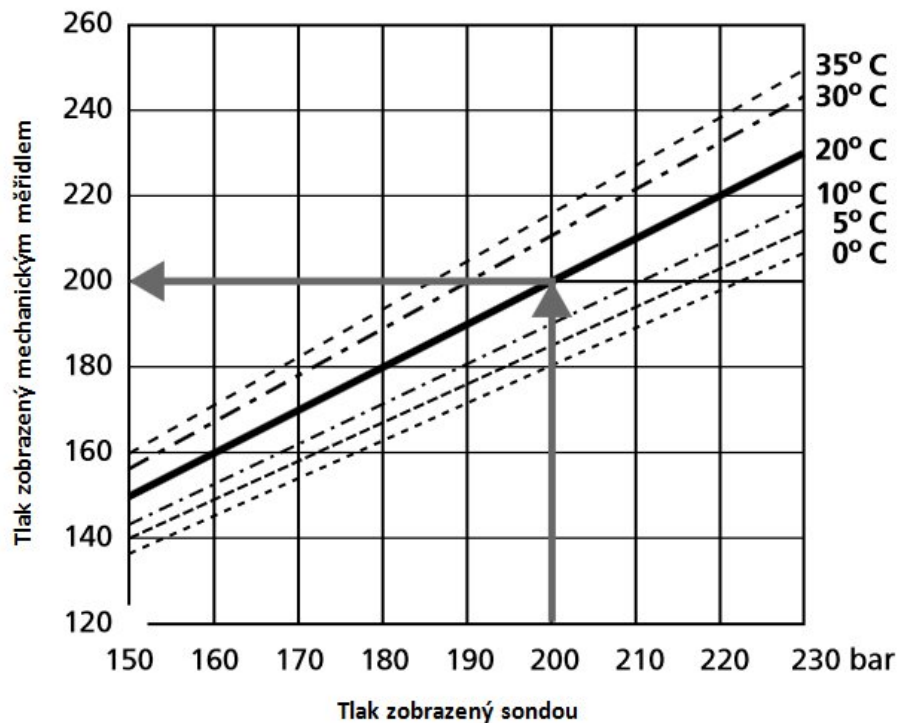
4.2 Použité metody měření

Pro samotné měření byl použit snímající přístroj Galileo-Sol. Tento přístroj snímá za pomoci hrudního pásu umístěného na probandovi aktuální tepovou frekvenci. Zároveň pomocí snímací sondy umístěné na prvním stupni automatiky snímá tlak v barech u příslušné tlakové lahve. Přístroj vytváří záznam až od hloubky kolem jednoho metru. Po aktivaci v této hloubce se však záznam nezastaví ani při překročení této hranice směrem k hladině. Tento přístroj byl pro měření vybrán zejména z důvodů možnosti jeho zapůjčení na UK FTVS.

Výsledek měření lze exportováním převést do excelového souboru. Nutné je ovšem dodat, že přístroj ne vždy měří naprosto spolehlivě a vzorkové výsledky přístroje jsou tvořeny vždy průměrem v 4 vteřinovém intervalu. Pro eliminaci diagnostických chyb, kdy například v tlakové lahvi místo ke spotřebě vzduchu docházelo k jeho přibývání, byly tyto výsledky vyloučeny ze statistických měření. Stejně tak byly vyloučeny do větší míry neúplné záznamy, týkající se jak tepové frekvence, tak spotřeby vzduchu.

4.3. 1 Měřicí odchylka přístroje Galileo-Sol

Přístroj Galileo-Sol komunikuje se snímací sondou na bezdrátovém rozhraní. Při použití mechanického měřicího přístroje (manometru) lze zjistit, že za určitých podmínek se naměřené hodnoty tlaku v lahvi pomocí manometru a naměřené hodnoty pomocí přístroje Galileo-Sol liší. Přístroj Galileo-Sol vždy přepočítává tlak v lahvi na teplotu 20 °C. Zatímco manometr zobrazuje aktuální tlak ovlivněný okolní teplotou. Pro jasnou představu odchylky mezi měřením pomocí manometru a pomocí přístroje Galileo-Sol poslouží následující graf č. 1.



Graf č. 1 rozdíl tlaku v láhvi v závislosti na použitém měřicím přístroji

Jak je z grafu patrné, rozdíly v měření pomocí manometru a přístroje Galileo-Sol při jiné teplotě než 20 °C jsou značné, proto nelze používat manometr jako kontrolní prvek. Celková nepřesnost čidla snímající tlak je udávána výrobcem na $\pm 0,25\%$ z rozsahu 300 barů (0,75b).

U hrudního pásu, který je součástí měřicího zařízení Galileo-Sol je výrobcem udávána EKG přesnost.

4.4 Sběr dat

Konkrétní měření bylo sestaveno na základě dotazníku, týkajícího se obav pod vodou. Tento dotazník byl vyplňován čerstvě vyškolenými začínajícími potápěči (1 hvězda CMAS). Následující měření probíhá během celého semestru. Vždy ve stejných dnech, ve večerních hodinách a na stejném místě. Jelikož příprava na samotné měření, které trvá okolo šesti minut je daleko náročnější, lze za hodinu naměřit průměrně 3-4 lidi. Tento počet je v našem případě ještě omezen probíhající výukou. Teplota bazénu je vždy v rozmezí dvou stupňů mezi 25°C až 27°C. Tento faktor je důležité dodržet z důvodu rozdílnosti tepelných ztrát a zejména účinku diving reflexu. Měření jedinci po většinu roku trénovali kondiční potápění, nikoli přístrojové potápění. Proto výsledky našeho měření byly ovlivněny získanými zkušenostmi jen v minimální míře.

4.5 Analýza dat

K vyhodnocení dotazníku lze dojít pomocí četnosti. K vyhodnocení a exportování dat ze snímajícího přístroje je nezbytný program SmartPACK diving manager. Pro výpočty, grafy a tabulky je vhodný program Microsoft Excel. Při práci v tomto programu se pro získání dílčích výsledků využívá základních statistických a matematických funkcí jako sčítání, odečítání, dále pak průměru, sm. odchylka a korelace. Pro zjištění statistické významnosti byl použit program NCSS.

Jelikož přístroj „Galileo-Sol“ provádí záznam v čtvrtéřinových intervalech a měří pouze tepovou frekvenci a tlak v lahvi, je nutné provést následující úkony:

- Označení jednotlivých situací a spočítání průměrných hodnot tepové frekvence a hloubky ponoru u jednotlivých situací.
- Odečtení údaje o tlaku v lahvi na konci každého dílčího měření (situace) od údaje o tlaku v lahvi na počátku každého dílčího měření (situace). Příslušnou hodnotu vynásobit objemem lahve a přepočítat na průměrnou minutovou spotřebu
- Výpočet atmosférického koeficientu na základě hloubky ke každému probandovi ke každé jeho situaci a jeho následné vynásobení minutovou spotřebou vzduchu v dané situaci (přepočet na atmosférický tlak)
- Porovnat jednotlivé výsledky a situace mezi sebou

5. VÝSLEDKY

Experiment samotný byl stanoven na základě dotazování čerstvě vyškolených začínajících potápěčů (CMAS P*). Byla jim položena otázka: “Které věci se pod vodou nejvíce obáváte?” S odkazem na kapitolu stress, lze předpokládat, že čím větší strach z něčeho daný proband má, tím silnější bude stresová odezva při situaci. Skupina, u které byl dotaz položen je vhodná zejména z důvodu, že o potápění již něco málo ví, ale na druhou stranu neví příliš, aby byla schopná objektivně zhodnotit situace a rizika s nimi spojená. Proto následující vyhodnocení i s počtem respondentů, bude pro pokročilého potápěče úsměvné, pro absolutního laika nic neříkající (viz tabulka č. 1). Každý z probandů mohl určit tři věci, ze kterých má pod vodou největší strach, každá věc mohla od dotyčného dostat maximálně jeden hlas.

Důležité je připomenout, že stres je funkční stav živého organismu, kdy je tento organismus vystaven mimořádným podmínkám (stresorům) Součástí stresu je i následná obranná reakce, která má za cíl tento stres překonat. Mezi tyto obranné reakce patří i zvýšení tepové frekvence (Linhart, 2010). Proto lze veškeré následující situace považovat za stresové.

Tabulka č. 1 Vyhodnocení dotazovaných potápěčů

Stresový faktor	Počet lidí připisující faktoru nejvyšší důležitost
Závada na výstroji	13
Studená voda	9
Zranění	8
Barotraumata	6
Strach z vodních živočichů	6
Ztráta orientace/dezorientace	8
Spotřeba vzduchu v lahvi	4
Veliká hloubka pod potápěčem	3
Nezkušenost (panika)	4
Dekompresní nemoc	3
Špatná viditelnost, ztráta masky	4
Vdechnutí vody	2
Uvznutí mezi skalisky	1
Celkem: 13 stresorů	71 hlasů
Počet dotázaných: 21	

Tabulka č. 1: vyhodnocení dotazovaných potápěčů (zdroj:vlastní)

Zdrojem dat v předchozí tabulce je odpověď od 25 respondentů na otázku „Které věci pod vodou se nejvíce obáváte?“. Výsledkem následující četnosti jednotlivých hlasů u každé situace je tabulka č. 1.

Simulace závady, například automatiky by byl bez pochyby jeden z největších, dokonce život ohrožujících stresorů vůbec. Pro náročnost experimentu, nezkušenost účastníků a celkovou rizikovost bylo však od tohoto experimentu upuštěno. Z důvodu složitosti měření v bazénových podmínkách a celkového zkreslení výsledků možným diving reflexem, bylo také upuštěno od zkoumání stresového faktoru studené vody. Položky zranění, barotrauma, dekomprese, či vdechnutí vody jsou bez pochyby silnější stresory, než v tomto experimentu zvolené, nicméně se jedná o položky s vážným zdravotním poškozením, či přílišným rizikem.

Na základě dříve uvedených informací proto do tohoto experimentu byla vybrána položka dezorientace a samotné strhnutí masky, jakožto problémový prvek začínajících potápěčů.

U každého z 20 účastníků, kteří mají alespoň do minimální míry použitelná nějaká data, je výsledkem měření následující tabulka č. 2.

Tabulka č. 2. Ukázková tabulka jednotlivce

Značení	Situace	Průměrná spotřeba l/min	Průměrná tepová frekvence/min	Atmosférická spotřeba v litrech
Značení	Situace	l/min	bpm	l/min
	Klid zem	/	65	/
Prob. 1	Maska zem	12,1	71	12,1
	Prvotní pohyb	30,3	N	25,3
	Klid 1	17,3	101	14
	Strhnutí	30,7	101	25,2
	Nasazení	22,1	100	18,2
	Dezorientace	NV	104	NV
	Klid 2	14,5	98	11,7
	Návrat-vynoření	K	K	K

Tabulka č. 2: ukázková tabulka jednotlivce

Pro pochopení jednotlivých zkratk v této a ostatní tabulkách jsou na další straně popsány jednotlivé situace.

- Klid zem/souše – situace, kdy dotyčný je v sedu na zemi a je mu měřena pouze klidová tepová frekvence.
- Masky souše/masky zem – situace, kdy dotyčný je v sedu na zemi, má nasazenou masku a dýchá z automatiky.
- Prvotní pohyb – situace, kdy začíná měření ve vodním prostředí. Jedná se o ponoření a překonání přibližně 23 metrů pod vodou.
- Klid 1 – situace, kdy se dotyčný nachází v kleku na dně bazénu. Měl by být uvolněný a nezabývat se okolním prostředím.
- Strhnutí – situace, kdy je probandovi bez upozornění strhnuta maska a je mu následně vložena do dlaně
- Nasazení – situace, kdy proband nasadil a vyfoukl masku a klečí na dně. Do této situace se počítá i opětovné vylévání masky, či zatékání dovnitř.
- Dezorientace – situace, kdy je frekventantovi stržena maska a po dobu 30-45 vteřin je s ním vertikálně a horizontálně přetáčeno. Poté mu je maska do ruky navracena.
- Klid 2 – konec dezorientace – situace 30-45 vteřin, kdy je frekventant po dezorientaci opět v kleče na dně bazénu s nasazenou maskou.
- Návrat/vynoření – situace, kdy se proband z pozice v kleku přesouvá po dně bazénu zpátky na druhou stranu bazénu (23 m) a vynořuje se.

Použité zkratky v tabulce:

- N= neměřeno (neměřená hodnota)
- NV= naměřeno, vynecháno (naměřená hodnota, vynechána ze statistických výpočtů zejména ze zkreslujících důvodů)
- K= konec (konec měření, hodnoty nebylo možné doplnit z důvodu ukončení experimentu)

5.1 Teplota vody a hloubka měření

Stěžejním bodem vícenásobného měření je dodržení stejných podmínek. V tomto případě je proměnnou teplota vody, která se vlivem rozdílnosti vyhřívání bazénu může značně lišit. Správným předpokladem měření bylo, že stejně jako v přírodních nádržích teplota vody s ohledem na hloubku není konstantní. V případě bazénu, jak z následující tabulky č.3 jasně vyplývá, je však tento rozdíl minimální.

Tabulka č. 3 Teplota vody a hloubka měření

Situace	Průměrná teplota vody	Průměrná hloubka měření v metrech	Použitých záznamů vzhledem k hloubce
Situace	°C	m	ks
Prvotní pohyb	26,85	1,65	19/20
Klid na dně	27	1,91	19/20
Strhnutí	26,96	1,79	19/20
Nasazení	27,02	1,79	19/20
Dezorientace	26,97	1,77	19/20
Klid na dně	26,97	1,90	18/20
Návrat-vynoření	26,98	1,33	17/20

Tabulka č. 3 Teplota vody a hloubka měření

Zdrojem dat předchozí tabulky je průměrná teplota vody a průměrná hloubka v jednotlivých situacích u 17-19 probandů. Výsledky byly zjištěny přístrojem Galileo-Sol. K vypočítání hodnot uvedených výše v tabulce šlo z důvodu poškození, neúplnosti, či nereálnosti hodnot použít 129/140 hodnot, což je přibližně 92,1%.

Rozdíl průměrné teploty vody v kontextu s hloubkou bazénu je necelé dvě desetiny (0,17) °C. Vliv takto malé hodnoty má na zkrácení výsledků téměř neměřitelný vliv, proto se s ním v této práci neoperuje.

5.2 Hloubka jednotlivých měření

Určení hloubky jednotlivých částí ponoru je stěžejní pro další správné zpracování výsledků. Jelikož nárůstem hloubky dochází ke zvýšení spotřeby vzduchu vlivem narůstajícího tlaku prostředí, není možné počítat s celkovou průměrnou hloubkou u jednotlivých situací. Jen při srovnání průměrných hloubek návratové části (1,25m) a klidové situace (1,89m), dochází vlivem hloubky a tím pádem zvýšením okolního tlaku k 6,4 % nárůstu spotřeby vzduchu. Aby se minimalizovalo hloubkové zkreslení, je u každého probanda, v každé situaci pod vodou měřena hloubka ponoru, která je použita k dalším výpočtům, jenž jsou prezentovány dále. Hloubka je měřena přístrojem Galileo-Sol. Výsledná průměrná hloubka u každého probanda, v každé podvodní situaci je poté prezentována v tabulce č. 4. V tabulce jsou pro zajímavost tučně zvýrazněny hloubky přesahující +/- 2 směrodatné odchylky. V celkové statistice je s nimi počítáno.

Tabulka č. 4 Průměrná hloubka vybraných situací u jednotlivých probandů

Proband	Hloubka prvotního pohybu [m]	Hloubka situace klid 1	Hloubka situace strhnutí	Hloubka situace nasazení	Hloubka situace dezorientace	Hloubka situace klid 2	Hloubka situace návrat/vynoření
proband č.	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	1,76	1,85	1,76	1,80	1,78	1,83	1,21
2	1,67	1,78	1,81	1,77	1,50	1,81	1,45
3	1,66	1,91	1,84	1,92	1,78	1,82	1,51
4	1,68	1,90	1,78	1,70	1,78	1,98	1,13
5	N	N	N	N	N	N	N
6	1,50	1,85	1,70	1,87	1,78	1,94	1,19
7	1,87	1,87	1,71	1,82	1,90	1,92	1,47
8	1,72	1,86	1,86	1,86	1,62	1,98	1,09
9	1,51	1,84	1,80	1,81	1,76	1,90	1,51
10	1,69	1,88	1,78	1,84	1,88	1,98	1,25
11	1,83	1,90	1,81	1,71	1,82	1,38	N
12	1,65	1,84	1,60	1,84	1,55	1,76	1,38
13	1,68	2,00	1,85	2,06	1,86	2,03	1,39
14	1,47	1,84	1,81	1,70	1,49	N	N
15	1,77	1,87	1,87	1,78	1,87	2,12	1,66
16	1,57	1,93	1,82	1,96	1,91	1,95	1,42
17	1,41	1,89	1,80	1,82	1,76	1,93	1,11
18	1,66	2,18	1,86	1,90	1,89	1,68	0,49
19	1,55	2,10	1,85	1,99	1,98	2,02	1,72
20	1,67	1,91	1,67	1,71	1,65	1,77	1,58
Součet	31,29	36,19	33,96	34,86	33,57	33,78	22,56
Průměr	1,65	1,90	1,79	1,83	1,77	1,88	1,25
Sm. odch.	0,12	0,09	0,07	0,10	0,14	0,17	0,29
Sm.odchx2	0,24	0,19	0,15	0,20	0,29	0,33	0,58
Sm. min.	1,89	2,09	1,93	2,04	2,05	2,21	1,83
Sm. max.	1,40	1,72	1,64	1,63	1,48	1,55	0,68

Tabulka č. 4 Zjištění průměrné hloubky měřených situací u jednotlivých probandů, (Zdroj: autor)

Legenda: Sm. min=průměr-(SM. odch.x2), SM max. = průměr+(sm. odch*2)

Zhodnocení tabulky č. 4:

I přes maximální hloubku bazénu 2,5 metru je průměrná hloubka klidové pozice přibližně 1,9 metru. Tento fakt je způsoben zejména klidovou pozicí v kleče, a vzdáleností měřícího přístroje od hladiny, jenž je umístěn na zápěstí probanda.

Rozdílnost mezi jednotlivci je pak způsobena překonáním negativního vztlaku, nestejnou výškou, rozdílnou délkou stehenní kosti, či trupu.

5.3 Atmosférický koeficient

Jak již bylo zmíněno o kapitole výše, se zvyšující se hloubkou ponoru, roste úměrně i tlak okolí a tím se zvyšuje spotřeba vzduchu při objemově stále stejném nádechu. Pomocí následujícího vzorce, s využitím jednotlivých hloubek ponoru (tabulka č. 4) lze přepočítat spotřebu vzduchu v jednotlivých hloubkách na atmosférickou spotřebu.

Popis koeficientu:

$$K = 101\,325 / (\rho \cdot g \cdot h)$$

použité zkratky a čísla:

101 325 Pa (hodnota normálního atmosférického tlaku při hladině moře)

$\rho = 101\,325 \text{ kg/m}^3$ (hustota chlorované vody při průměrné teplotě 27 °C)

$g =$ gravitační konstanta $9,81 \text{ m.s}^{-2}$

$h =$ hloubka měření (proměnná u každého probanda a každé situace) naměřená potápěčským počítačem Galileo - Sol.

Interpretace tabulky č.5:

Tabulka ukazuje koeficienty nutné k přepočtení spotřebovaného vzduchu pod vodou na atmosférickou spotřebu. Vlivem nestejně průměrné hloubky měření má každý proband pro každou situaci svůj vlastní koeficient. Pomocí vzorce uvedeného výše a koeficientu, lze vyloučit tlak prostředí jako zkreslující faktor spotřeby. Tabulka zobrazuje pouze první tři desetinná místa, ve výpočtech je však počítáno s číslem se všemi desetinnými místy.

Tabulka č. 5 Atmosférický koeficient jednotlivých probandů

Pro band	Koeficient prvotní pohyb	Koeficient pro klid 1	Koeficient pro strhnutí	Koeficient pro nasazení	Koeficient pro dezorientaci	Koeficient pro klid 2	Koeficient pro návrat/vynoření
1	0,824	0,815	0,824	0,819	0,821	0,817	0,879
2	0,833	0,822	0,818	0,823	0,849	0,819	0,855
3	0,834	0,809	0,815	0,807	0,821	0,817	0,848
4	0,831	0,810	0,822	0,830	0,822	0,802	0,886
5	N	N	N	N	N	N	N
6	0,849	0,814	0,830	0,813	0,821	0,805	0,881
7	0,813	0,812	0,828	0,818	0,809	0,808	0,853
8	0,828	0,813	0,814	0,813	0,838	0,802	0,891
9	0,849	0,815	0,819	0,818	0,823	0,81	0,848
10	0,831	0,812	0,822	0,815	0,811	0,802	0,874
11	0,816	0,809	0,818	0,829	0,817	0,862	N
12	0,835	0,815	0,840	0,815	0,845	0,823	0,861
13	0,832	0,800	0,815	0,793	0,814	0,797	0,861
14	0,853	0,816	0,818	0,829	0,850	N	N
15	0,822	0,813	0,813	0,821	0,813	0,788	0,834
16	0,843	0,807	0,817	0,804	0,808	0,805	0,858
17	0,859	0,811	0,820	0,818	0,823	0,807	0,888
18	0,834	0,782	0,813	0,810	0,810	0,832	0,950
19	0,844	0,789	0,815	0,801	0,801	0,798	0,828
20	0,832	0,809	0,833	0,828	0,835	0,822	0,842

Tabulka č. 5 Atmosférický koeficient jednotlivých probandů (Zdroj: autor)
 Legenda: N= neměřeno (neměřená/nedopočitatelná hodnota)

5.4 Atmosférická spotřeba vzduchu

V následující tabulce č. 6. je zobrazena průměrná spotřeba za minutu jednotlivých probandů, v jednotlivých situacích. Vstupní údaje-spotřeba vzduchu za minutu byla změřena pomocí přístroje Galileo-Sol. Přepočet na atmosférickou spotřebu (tmavě šedivé sloupce) je proveden pomocí vynásobení průměrné spotřeby vzduchu probanda v jednotlivé situaci a příslušným koeficientem uvedeným v tabulce č. 5.

Tabulka č. 6 Přepoččet spotřeby vzduchu na atmosférickou spotřebu

Proband poband č.	MZ [l/min]	PPPAK [l/min]	PPAK [l/min]	K1 [l/min]	K1AK [l/min]	S [l/min]	SAK [l/min]	NAS [l/min]	NAK [l/min]	D [l/min]	DAK [l/min]	K2 [l/min]	K2AK [l/min]	NV [l/min]	NVAK [l/min]
1	9,38	21,66	17,85	18,6	15,16	21,84	18,00	34,4	28,19	35,1	28,85	28,08	22,94	33,34	29,31
2	10,72	22,93	19,11	20,48	16,83	17,75	14,53	17,55	14,45	27,3	23,20	20,48	16,78	22,23	19,01
3	9,38	22,05	18,40	11,56	9,36	16,38	13,36	15,36	12,41	21,06	17,31	14,63	11,97	17,55	14,89
4	12,06	25,55	21,25	17,55	14,22	16,38	13,47	19,89	16,51	23,21	19,09	25,15	20,18	20,75	18,40
5	10,72	NV	N	NV	N	K	N	K	N	K	K	K	K	K	K
6	8,04	21,23	18,04	NV(138)	N	NV(16,8)	N	18,18	14,79	13,31	10,94	9,94	8,01	N	N
7	17,42	14,56	11,84	9,36	7,61	NV(0)	N	NV(11)	N	NV(0)	NV	29,25	23,63	NV(184)	NV
8	12,06	18,02	14,92	14,62	11,90	13,65	11,11	17,55	14,28	21,06	17,65	20,75	16,65	14,63	13,04
9	13,31	10,78	9,15	13,31	10,85	17,75	14,55	18,43	15,09	13,65	11,25	17,55	14,22	12,74	10,81
10	12,06	30,33	25,22	17,34	14,09	30,71	25,26	22,11	18,04	46,8	38,00	14,49	11,62	N	N
11	4,7	16,14	13,18	26,91	21,79	22,93	18,77	25,27	20,96	9,36	7,65	13,46	11,60	NV(5,12)	NV
12	14,74	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	9,38	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	16,08	18,54	15,82	11,7	9,55	13,1	10,73	7,71	6,40	27,3	23,22	13,65	N	11,7	N
15	12,06	34,65	28,52	16,38	13,32	16,38	13,32	20,48	16,83	30,71	24,97	22,05	17,38	23,48	19,58
16	10,72	21,36	18,01	24,57	19,83	20,48	16,74	17,75	14,28	35,1	28,40	20,48	16,49	15,02	12,89
17	11	31,67	27,21	27,16	22,04	26,62	21,84	27,13	22,20	33,5	27,60	20,48	16,53	32,02	28,45
18	11,4	20,67	17,24	19,3	15,10	13,65	11,11	20,85	16,89	22,23	18,03	14,89	12,39	20,48	19,47
19	9,6	21,59	18,24	22,52	17,79	20,48	16,69	16,38	13,12	25,48	20,43	12,29	9,81	20,48	16,96
20	13,01	22,1	18,41	25,59	20,71	19,1	15,92	19,9	16,49	25,7	21,46	17,3	14,23	19,21	16,18
Suma	227,84	373,83	312,43	296,95	240,14	287,20	235,41	318,94	260,93	410,87	338,06	314,92	244,44	263,63	219,00

Tabulka č. 6 Přepoččet spotřeby vzduchu na atmosférickou spotřebu (Zdroj: autor)

Legenda: N= neměřeno (neměřená/nedopočitatelná hodnota) NV= naměřeno, vynecháno (Nedodržení podmínek měření, příliš velká směrodatná odchylka, jiné důvody). MZ= minutová spotřeba vzduchu probandem v situaci maska zem). PPBAK = minutová spotřeba vzduchu probandem v situaci prvotní pohyb. PPAK= minutová atmosférická spotřeba vzduchu probandem v situaci prvotní pohyb. K1= minutová spotřeba vzduchu probandem v situaci klid 1. K1AK= minutová atmosférická spotřeba vzduchu probandem v situaci klid 1. S= minutová spotřeba vzduchu probandem v situaci strhnutí. SAK= minutová atmosférická spotřeba vzduchu probandem v situaci strhnutí. NAS= minutová spotřeba vzduchu probandem v situaci nasazení. NAK= minutová atmosférická spotřeba vzduchu probandem v situaci nasazení. D= minutová spotřeba probanda v situaci dezorientace. DAK= minutová atmosférická spotřeba vzduchu probandem v situaci dezorientace. K2= minutová spotřeba vzduchu probandem v situaci klid 2. K2AK= minutová atmosférická spotřeba vzduchu probandem v situaci klid 2. N/V= minutová spotřeba vzduchu v situaci návrat/vynošení. N/VAK = minutová atmosférická spotřeba vzduchu probandem v situaci návrat/vynošení.

5.4.1 Atmosférická spotřeba vzduchu v měřených situacích

Po předchozím přepočtu na atmosférickou spotřebu je nutné odstranit ještě pokud možno co nejvíce zkreslujících faktorů. Pro zvýšení validity měření je nutné vynechat zkreslené a jinak poznamenané hodnoty. V tomto případě se jedná o hodnoty, které nejsou výsledkem exaktního průběhu měření, či hodnoty převyšující +/- 2 směrodatné odchylky od průměru. Další vyhodnocení měření, bez zatížení těchto chyb, je přehledně uvedeno v následující tabulce č. 7. Tabulka prezentuje atmosférickou spotřebu vzduchu jednotlivých probandů v jednotlivých situacích. Zároveň porovnává jejich minutovou spotřebu vzduchu v klidové situaci na zemi s maskou a jejich další situace, kterých se účastnili. Procentuální změnu spotřeby reprezentují šedivé sloupce. Řádek „sm. max pův“ a řádek „sm. min. pův“ prezentují krajní hodnoty nutné pro započítání do celkové statistiky, čili průměr +/- (2* sm.odch.). Řádek sm. max a sm. min prezentují to samé, po aktualizaci (odebrání) těchto nevyhovujících dat.

Tabulka č. 7 Srovnání minutové spotřeby vzduchu v situaci maska zem s ostatními situacemi

Proband proband.č.	Maska zem	Prvotní pohyb	RPMZ [%]	Klid 1	RK1MZ [%]	Strnutí	RSMZ [%]	Nasazení	RNMZ [%]	Dezontace	RDMZ [%]	Klid 2	RK2MZ [%]	Návrat/vynoření	RN/VMZ [%]
		[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]	[Dman]
1	9,38	17,85	90,33	15,16	61,62	18,00	91,95	28,19	200,58	28,85	207,57	22,94	144,61	29,31	212,48
2	10,72	19,11	78,25	16,83	57,04	14,53	35,58	14,45	34,81	23,20	116,45	16,78	56,55	19,01	77,32
3	9,38	18,40	96,14	9,36	-0,24	13,36	42,43	12,41	32,30	17,31	84,54	11,97	27,56	14,89	58,77
4	12,06	21,25	76,18	14,22	17,91	13,47	11,69	16,51	36,93	19,09	58,26	20,18	67,31	18,40	52,56
5	10,72	N	N	N	N	N	N	N	N	K	K	K	K	K	K
6	8,04	18,04	124,40	N	N	N	N	14,79	83,90	NV(10,94)	NV	8,01	-0,36	N	N
7	NV(7,48)	11,84	NV	7,61	NV	N	N	N	N	NV	NV	23,63	NV	NV	NV
8	12,06	14,92	23,75	11,90	-1,36	11,11	-7,85	14,28	18,41	17,65	46,39	16,65	38,06	13,04	8,11
9	13,31	9,15	-31,23	10,85	-18,45	14,55	9,34	15,09	13,40	NV(11,25)	NV	14,22	6,80	10,81	-18,77
10	12,06	25,22	109,11	14,09	16,82	NV(65,26)	NV	18,04	49,54	38,00	215,09	11,62	-3,63	N	N
11	NV(4,7)	13,18	NV	21,79	NV	18,77	NV	20,96	NV	7,65	NV	11,60	NV	NV	NV
12	14,74	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	9,38	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	16,08	15,82	-1,60	9,55	-40,63	10,73	-33,29	NV(6,40)	NV	23,22	44,43	N	N	N	N
15	12,06	28,52	136,45	13,32	10,43	13,32	10,46	16,83	39,54	24,97	107,04	17,38	44,15	19,58	62,38
16	10,72	18,01	68,03	19,83	84,98	16,74	56,19	14,28	33,16	28,40	164,88	16,49	53,83	12,89	20,23
17	11,00	27,21	147,38	22,04	100,33	21,84	98,56	22,20	101,82	27,60	150,93	16,53	50,27	28,45	158,68
18	11,40	17,24	51,24	15,10	32,47	11,11	-2,56	16,89	48,15	18,03	58,14	12,39	8,68	19,47	70,83
19	9,60	18,24	90,02	17,79	85,26	16,69	73,87	13,12	36,67	20,43	112,85	9,81	2,19	16,96	76,67
20	13,01	18,41	41,50	20,71	59,21	15,92	22,34	16,49	26,77	21,46	64,98	14,23	9,39	16,18	24,34
Suma	20,72	31,24	1099,95	240,14	465,39	210,16	408,70	254,53	755,98	315,88	1431,57	244,44	505,39	219,00	803,59
Průměr	11,43	18,38	73,33	15,01	33,24	15,01	31,44	16,97	54,00	22,56	110,12	15,28	36,10	18,25	66,97
Strn. odch	2,02	5,07	50,01	4,55	42,43	3,21	39,80	4,10	48,40	7,10	58,95	4,44	39,42	5,71	63,90
Strn x2	4,04	10,14	100,01	9,09	84,86	6,41	79,60	8,20	96,80	14,21	117,89	8,87	78,85	11,42	127,80
Strn min	7,39	8,24	-26,68	5,92	-51,62	8,60	-48,16	8,76	-42,80	8,35	-7,77	6,40	-42,75	6,83	-60,84
Strn max	15,47	28,52	173,34	24,10	118,10	21,42	111,04	25,17	150,79	36,77	228,01	24,15	114,95	29,67	194,77
Strn.min.přv.	5,76	8,24	-46,55	5,92	-142,81	7,56	-104,89	6,78	-118,75	5,75	-33,26	6,40	-48,97	6,83	-60,84
Strn.max.přv.	17,02	28,52	193,42	24,10	239,40	23,83	213,89	25,83	248,97	36,50	222,63	24,15	134,97	29,67	194,77

Tabulka č.7 Srovnání minutové spotřeby vzduchu v situaci maska zem s ostatními situacemi (Zdroj:autor)
 Legenda: N= neměřeno (neměřená hodnota/nedopočitatelná hodnota) NV= naměřeno, vynecháno (nedodržení podmínek měření, příliš velká směrodatná odchylka, jiné důvody), K= neměřená hodnota

z důvodu přerušení měření. RPPMZ = procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci maska zem a prvotní pohyb. RK1MZ= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci maska zem a klid 1. RSMZ= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci maska zem a strhnutí. RNMZ= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci maska zem a nasazení. RDMZ= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci maska zem a dezorientace. RK2MZ= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci maska zem a klid 2. RN/VMZ= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci maska zem a návrat/vynoření.

Vyhodnocení tabulky č. 7:

Na základě dat z předchozí tabulky (č. 7) lze stanovit průměrný nárůst spotřeby vzduchu probandů v jednotlivých situacích proti situaci maska zem. Výpočet tohoto nárůstu se provede součtem všech jednotlivých nárůstů spotřeby vzduchu v jednotlivých situacích u všech probandů a následně podělí počtem naměřených probandů. Například $RPPMZ_{1-20}/15$. Pro přehlednější vyhodnocení jsou tyto rozdíly uvedeny v následující tabulce č. 8.

Tabulka č. 8 Průměrný nárůst spotřeby vzduchu v měřených situacích proti situaci maska zem

Situace	Atmosférická spotřeba vzduchu	Procentuální rozdíl proti maska zem	Průměrný procentuální nárůst spotřeby vzduchu proti maska zem
	l/min	%	%
Maska zem	11,43	0,00	0,00
Prvotní pohyb	18,38	60,80	73,33
Klid 1	15,01	31,32	33,24
Strhnutí	15,01	31,34	31,44
Nasazení	16,97	48,47	54,00
Dezorientace	22,56	97,42	110,12
Klid 2	15,28	33,67	36,10
Návrat/vynoření	18,25	59,68	66,97

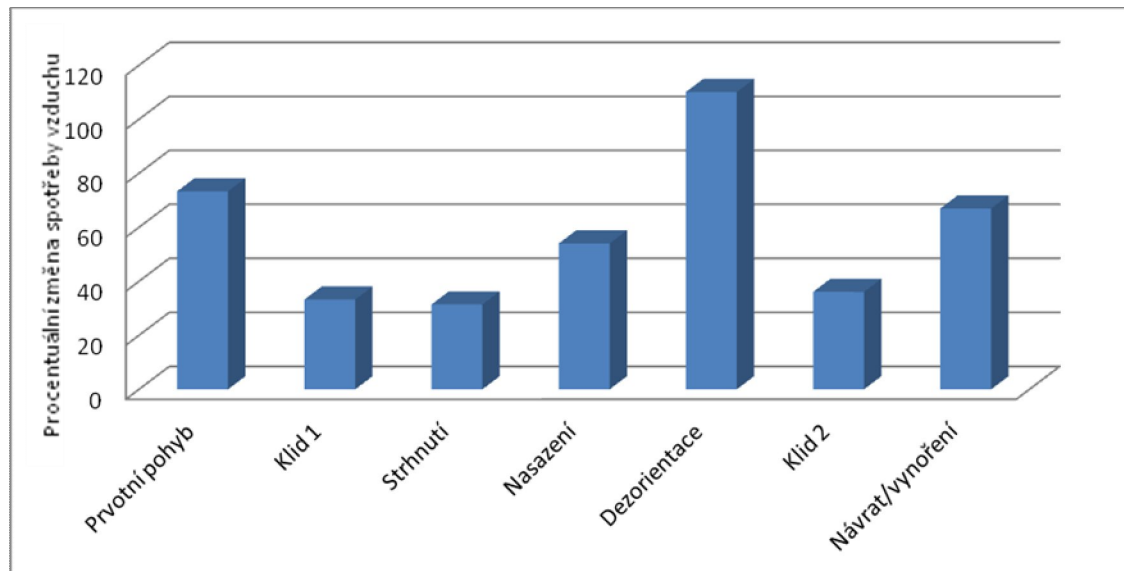
Tabulka č. 8 Průměrný nárůst spotřeby vzduchu v měřených situacích proti situaci maska zem (Zdroj:autor)

Vyhodnocení tabulky č. 8:

Na základě dat ze sloupce "atmosférická spotřeba vzduchu" z předchozí tabulky (č. 8) lze pozorovat že průměrná spotřeba vzduchu se v každé situaci liší. Následující sloupec prezentuje rozdílnost této spotřeby proti situaci maska zem v procentech. Pro účely této práce je však důležitý zejména poslední sloupec, ve kterém je prezentován procentuální průměr nárůstu spotřeby vzduchu všech probandů vůči jejich vlastním hodnotám

spotřeby vzduchu v situaci maska zem. Takto získané hodnoty jsou ze statistického hlediska pro tuto práci hodnotnější, než pouhé procentuální porovnání spotřeby vzduchu s ostatními situacemi. Pro jasnější prezentaci získaného výsledku slouží následující graf č. 2.

Graf č. 2. Průměrný procentuální nárůst spotřeby vzduchu proti situaci maska zem u 20 probandů



Graf č. 2 Průměrný procentuální nárůst spotřeby vzduchu proti situaci maska zem u 20 probandů (Zdroj:autor)

Vyhodnocení grafu č. 2:

Z grafu je jasné vidět, že největší průměrný procentuální nárůst spotřeby vzduchu oproti situaci maska zem nastal v situaci dezorientace (110,12%). Druhý největší procentuální nárůst nastal v situaci prvotní pohyb (73,33%). Třetí poté v situaci návrat/vynoření (66,97%). Čtvrtý v situaci nasazení (54,0%), následovaný situací strhnutí (31,44), poté klidem 2 (36,10 %) a konče klidem 1 (33,24%).

Interpretace výsledků grafu č. 2:

Získané hodnoty jsou velmi zajímavé, jelikož v situaci dezorientace není potápěč vystaven žádné fyzické práci a přesto jeho spotřeba je nepoměrně větší oproti ostatním situacím. Zajímavé také je, že při situaci prvotní pohyb došlo k 73,33% nárůstu spotřeby oproti situaci maska zem. Při téže činnosti na konci experimentu byla však spotřeba už o 6,36 % menší. Zvláštností je, že průměrně nejnižší procentuální nárůst spotřeby byl naměřen u situace strhnutí. Jednou z vědeckých otázek je, zda-li se spotřeba vzduchu při stresových situacích pod vodou, zvýší oproti klidové situaci pod vodou o více než 10%. Pro odpověď na tuto otázku je nutné provést srovnání spotřeb vzduchu v jednotlivých situacích s klidovou situací pod vodou. V tomto případě poslouží ke srovnání situace „klid 1“. Presentaci výpočtu porovnání procentuální změny spotřeby vzduchu v měřených situacích vůči situaci klid 1 u 20 probandů a následnou průměrnou procentuální změnu spotřeby vzduchu vůči této situaci přiblíží následující tabulka (č. 9):

Tabulka č. 9 Srovnání minutové spotřeby vzduchu v situaci klid 1 s ostatními situacemi

Proband	Klid 1 [l/min]	Maska zem [l/min]	RMZK1 [%]	Prvotní pohyb [l/min]	RPPK1 [%]	Srhrnutí [l/min]	RSK1 [%]	Nasazení [l/min]	RNK1 [%]	Dezo- rentace [l/min]	RDK1 [%]	Klid 2 [l/min]	RK2K1 [%]	Návrat /vynotoení [l/min]	RN/VK1 [%]
1	15,16	9,38	-38,13	17,85	17,76	18,00	18,76	28,19	85,97	28,85	90,30	22,94	51,35	29,31	93,34
2	16,83	10,72	-36,32	19,11	13,50	14,53	-13,67	14,45	-14,15	23,20	37,83	16,78	-0,31	19,01	12,91
3	9,36	9,38	0,25	18,40	96,62	13,36	42,78	12,41	32,62	17,31	85,00	11,97	14,89	14,89	59,16
4	14,22	12,06	-15,19	21,25	49,42	13,47	-5,28	16,51	16,13	19,09	34,22	20,18	41,90	18,40	29,39
5	N	10,72	N	N	N	N	N	N	N	K	K	K	K	K	K
6	N	8,04	N	18,04	N	N	N	14,79	N	NV(10,94)	K	8,01	N	N	N
7	7,61	NV(17,42)	NV	11,84	55,66	N	N	N	N	NV	K	23,63	210,61	NV	NV
8	11,90	12,06	1,38	14,92	25,46	11,11	-6,58	14,28	20,05	17,65	48,41	16,65	39,97	13,04	9,60
9	10,85	13,31	22,62	9,15	-15,67	14,55	34,08	15,09	39,06	NV(11,46)	NV	14,22	30,97	10,81	-0,39
10	14,09	12,06	-14,40	25,22	79,01	NV(25,26)	NV	18,04	28,02	38,00	169,73	11,62	-17,50	N	N
11	21,79	NV(4,70)	NV	13,18	-39,50	18,77	-13,85	20,96	-3,81	7,65	-64,87	11,60	-46,75	NV	NV
12	N	14,74	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
13	N	9,38	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
14	9,55	16,08	68,43	15,82	65,73	10,73	12,35	NV(6,40)	NV	23,22	143,26	N	N	N	N
15	13,32	12,06	-9,45	28,52	114,11	13,32	0,02	16,83	26,36	24,97	87,48	17,38	30,53	19,58	47,04
16	19,83	10,72	-45,94	18,01	-9,17	16,74	-15,56	14,28	-28,01	28,40	43,19	16,49	-16,84	12,89	-35,01
17	22,04	11,00	-50,08	27,21	23,49	21,84	-0,88	22,20	0,75	27,60	25,26	16,53	-24,99	28,45	29,13
18	15,10	11,40	-24,51	17,24	14,18	11,11	-26,44	16,89	11,84	18,03	19,38	12,39	-17,96	19,47	28,96
19	17,79	9,60	-46,02	18,24	2,57	16,69	-6,15	13,12	-26,23	20,43	14,89	9,81	-44,84	16,96	-4,64
20	20,71	13,01	-37,19	18,41	-11,12	15,92	-23,16	16,49	-20,38	21,46	3,63	14,23	-31,30	16,18	-21,90
Suma	240,14	203,72	-224,55	312,43	482,05	210,16	-3,38	254,53	168,21	315,88	737,72	244,44	232,70	219,00	247,59
Průměr	15,01	11,43	-16,04	18,38	30,13	15,01	-0,26	16,97	12,02	22,56	52,69	15,28	15,51	18,25	20,63
Sim. odch	4,55	2,02	32,36	5,07	43,09	3,21	20,30	4,10	30,82	7,10	59,33	4,44	63,31	5,71	35,49
Simx2	9,09	4,04	64,72	10,14	86,19	6,41	40,99	8,20	61,63	14,21	118,66	8,87	126,62	11,42	70,98
Sim min	5,92	7,39	-80,76	8,24	-56,06	8,60	-41,25	8,76	-49,62	8,35	-65,96	6,40	-111,11	6,83	-50,34
Sim max	24,10	15,47	48,69	28,52	116,32	21,42	40,74	25,17	73,65	36,77	171,35	24,15	142,13	29,67	91,61
Sim. min.přív.	5,92	5,76	-111,67	8,24	-56,06	7,56	-51,94	6,78	-54,76	5,75	-67,7	6,4	-111,11	6,83	-50,34
Sim. max.přív.	24,1	17,02	89,92	28,52	116,32	23,83	62,03	25,83	72,79	36,5	166,54	24,15	142,13	29,67	91,61

Tabulka č. 9 Srovnání minutové spotřeby vzduchu v situaci klid 1 s ostatními situacemi (Zdroj: autor) Legenda: N= nenaměřeno (nenaměřená hodnota/nedopočitatelná hodnota), NV= naměřeno, vynecháno (nedodržení podmínek měření, příliš velká směrodatná odchylka, jiné důvody), K= nenaměřená hodnota, z důvodu přerušení měření. RMZK1= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci maska zem a klid 1. RPPK1 = procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci prvotní pohyb a klid 1. RSK1= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci strhnutí a klid 1. RNK1= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci nasazení a klid 1. RDK1= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci dezorientace a klid 1. RK2K1= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci klid 2 a klid 1. RN/VK1= procentuální rozdíl spotřeby vzduchu probanda v situaci návrat/vynošení a klid 1. Sm. min. pův.= minimální hodnota nutná pro započtení do statistiky souboru (průměr-2x(Sm. min. pův.)). Sm max. pův. = maximální hodnota nutná do započtení statistiky (průměr+2x(Sm. max. pův.x2)). Sm. min= průměr-(2x sm. och). Sm. max= průměr+(2xsmodch)

Pro jasnější interpretaci výsledků předchozí tabulky a porovnání průměrné změny spotřeby vzduchu v měřených situacích se situací klid 1 je uvedený stručný průměrný přehled v následující tabulce.

Tabulka č. 10 Srovnání % změny spotřeby vzduchu v situacích maska zem a klid 1 s ostatními situacemi

Situace	Atmosférická spotřeba vzduchu	Průměrný procentuální nárůst spotřeby vzduchu proti situaci maska zem	Průměrný procentuální nárůst spotřeby vzduchu proti situaci klid 1	RS3S4
	l/min	%	%	%
Maska zem	11,43	-	-16,04	-
Prvotní pohyb	18,38	73,33	30,13	43,20
Klid 1	15,01	33,24	-	-
Strhnutí	15,01	31,44	-0,26	31,69
Nasazení	16,97	54,00	12,02	41,98
Dezorientace	22,56	110,12	52,69	57,43
Klid 2	15,28	36,10	15,51	20,59
Návrat/vynošení	18,25	66,97	20,63	46,33

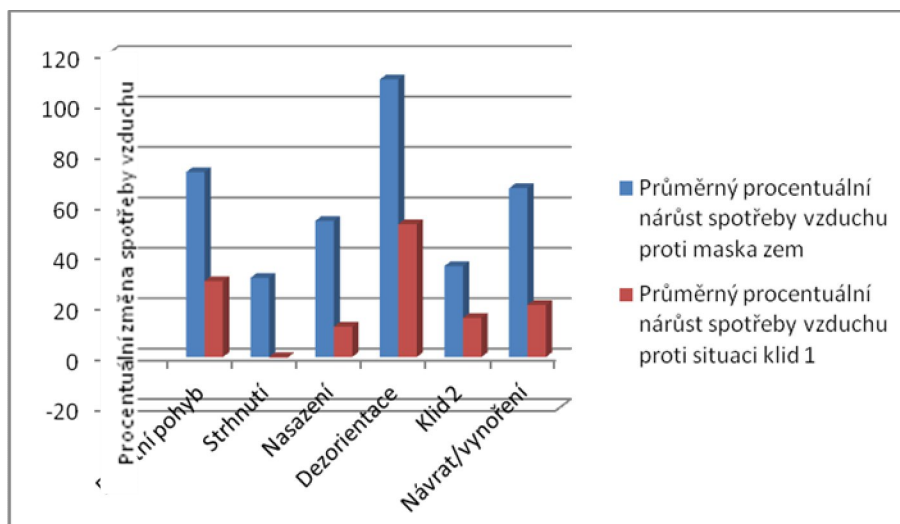
Tabulka č. 10 Srovnání % změny spotřeby vzduchu v situacích maska zem a klid 1, s ostatními situacemi (Zdroj: Autor) Legenda: RS3S4= rozdíl třetího a čtvrtého sloupce tabulky.

Interpretace tabulky:

V předchozí tabulce (č.10) je v posledním sloupci jasně vidět rozdílnost průměrného procentuálního nárůstu spotřeby vzduchu proti situaci maska zem a průměrnému procentuálnímu nárůstu spotřeby vzduchu proti situaci klid 1. Z tohoto sloupce je vidět

markantnost pouhého vlivu vody (stresového faktoru) na spotřebu vzduchu. Pro zlepšení představy tohoto rozdílu je zde uvedeno ještě grafické zpracování.

Graf č. 3. Průměrná procentuální změna spotřeby vzduchu v v porovnání s průměrným nárůstem spotřeby vzduchu v situaci maska zem a klid 1



Graf č. 3 Průměrná procentuální změna spotřeby vzduchu v porovnání s průměrným nárůstem spotřeby vzduchu v situaci maska zem a klid 1 (Zdroj: Autor)

5.5 Tepová frekvence

Postup výpočtu tepové frekvence v jednotlivých situacích a její následné vyhodnocení je značně podobný postupům výpočtu spotřeby vzduchu. V tomto případě jsou však výpočty zjednodušeny o přepočítání na atmosférický tlak. Zdrojem dat v následující tabulce (č. 11) jsou záznamy z přístroje Galileo-Sol. Do celkové statistiky byly opět započteny pouze hodnoty nelišící se od průměru o ± 2 směrodatné odchylky.

Tabulka č. 11 Porovnání průměrné tepové frekvence v situaci maska zem s ostatními měřenými situacemi.

Proband č.	Maska zem [bpm]	Klid zem [bpm]	RKZMZ [%]	Prvotní pohyb [bpm]	RPPMZ [%]	Klid 1 [bpm]	RK1MZ [%]	Srhnutí [bpm]	RSMZ [%]	Nasazení [bpm]	RNMZ [%]	Dezorientace [bpm]	RDMZ [%]	Klid 2 [bpm]	RK2MZ [%]	Návrat vymoření [bpm]	RN/VMZ [%]
1	64,0	60,0	-6,3	147,0	129,7	97,0	51,6	94,0	46,9	101,0	57,8	103,0	60,9	94,0	46,9	109,0	70,3
2	78,0	70,0	-10,3	98,0	25,6	100,0	28,2	97,0	24,4	93,0	19,2	93,0	19,2	85,0	9,0	n	N
3	70,0	63,0	-10,0	87,0	24,3	87,0	24,3	93,0	32,9	118,0	68,6	97,0	38,6	105,0	50,0	102,0	45,7
4	79,0	79,0	0,0	75,0	-5,1	93,3	18,1	93,4	93,4	96,3	21,9	105,0	32,9	117,0	48,1	117,0	48,1
5	78,0	72,0	-7,7	72,0	-7,7	72,0	-7,7	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
6	67,0	61,0	-9,0	104,0	55,2	92,0	37,3	101,0	50,7	102,0	52,2	112,0	67,2	108,0	61,2	116,0	73,1
7	82,0	80,0	-2,4	176,0	114,6	180,0	119,5	154,0	87,8	120,0	46,3	126,0	53,7	116,0	41,5	128,0	56,1
8	83,0	81,0	-2,4	104,0	25,3	90,0	8,4	164,0	97,6	138,0	66,3	115,0	38,6	117,0	41,0	108,0	30,1
9	66,0	62,0	-6,1	N	N	90,0	36,4	95,0	43,9	99,0	50,0	104,0	57,6	102,0	54,5	106,0	60,6
10	71,0	65,0	-8,5	105,0	47,9	101,0	42,3	101,0	42,3	100,0	40,8	104,0	46,5	98,0	38,0	97,0	36,6
11	76,0	73,0	-3,9	114,0	50,0	108,0	42,1	110,0	44,7	114,0	50,0	115,0	51,3	115,0	31,3	120,0	37,9
12	95,0	NV(92)	NV	107,0	12,6	90,0	-5,3	122,0	28,4	121,0	27,4	95,0	0,0	N	N	N	N
13	88,0	82,0	-6,8	138,0	56,8	104,0	18,2	113,0	28,4	95,0	8,0	101,0	14,8	117,0	33,0	114,0	29,5
14	N	60,0	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	72,0	65,0	-9,7	102,0	41,7	91,0	26,4	91,0	26,4	91,0	26,4	93,0	29,2	77,0	6,9	92,0	27,8
16	76,0	70,0	-7,9	107,0	40,8	110,0	44,7	105,0	38,2	98,0	28,9	102,0	34,2	107,0	40,8	108,0	42,1
17	68,0	61,0	-10,3	97,0	42,6	85,0	25,0	81,0	19,1	84,0	23,5	89,0	30,9	83,0	22,1	91,0	33,8
18	67,0	63,0	-6,0	101,0	50,7	97,0	44,8	95,0	41,8	93,0	38,8	92,0	37,3	79,0	17,9	94,0	40,3
19	74,0	69,0	-6,8	116,0	56,8	85,0	14,9	82,0	10,8	82,0	10,8	87,0	17,6	80,0	8,1	101,0	36,5
20	75,0	72,0	-4,0	110,0	46,7	100,0	33,3	101,0	34,7	105,0	40,0	100,0	33,3	90,0	20,0	108,0	44,0
Průměr	75,21	68,84	-6,55	108,89	44,92	98,54	31,71	105,13	39,84	102,79	37,61	101,83	36,87	99,41	34,72	106,94	45,79
Suma	1429,00	1308,00	-117,92	1960,00	808,63	1872,30	602,46	1892,40	717,15	1850,30	677,01	1833,00	663,65	1690,00	590,23	1711,00	732,64
Sm. odch	7,98	7,50	3,00	24,63	34,32	21,67	26,85	22,06	22,17	14,34	17,97	10,19	17,45	14,81	17,44	10,52	14,19
Sm.x2	15,97	15,00	6,00	49,25	68,65	43,34	53,69	44,12	44,34	28,69	35,94	20,39	34,90	29,61	34,88	21,03	28,38
Sm.min	59,24	53,84	-12,56	59,64	-23,73	55,20	-21,98	61,02	-4,49	74,11	1,67	81,45	1,97	69,80	-0,16	85,90	17,41
Sm.max	91,18	83,84	-6,55	158,14	113,57	141,88	85,40	149,25	84,18	131,48	73,55	122,22	71,77	129,03	69,60	127,97	74,17
Sm.min.přv.	59,24	52,1	-59,24	59,64	-23,73	55,2	-21,98	61,02	-4,49	74,11	1,67	81,45	1,97	69,8	-0,16	85,9	17,41
Sm.max.přv.	91,18	87,9	91,18	158,14	113,57	141,88	85,4	149,25	84,18	131,48	73,55	122,22	71,77	129,03	69,6	127,97	74,17

Tabulka č. 11 Porovnání průměrné tepové frekvence v situaci maska zem s ostatními měřenými situacemi (Zdroj: Autor) Legenda: N= neměřeno (neměřená hodnota/nedopočitatelná hodnota), NV= naměřeno, vynecháno (nedodržení podmínek měření, příliš velká směrodatná odchylka, jiné důvody), K= neměřená hodnota, z důvodu přerušování měření. RKZMZ= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci klid zem a maska zem. RPPMZ= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci prvotní pohyb a maska zem. RK1MZ= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci

klid 1 a maska zem. RSMZ= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci strhnutí a maska zem. RNMZ= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci nasazení a maska zem. RDMZ = procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci dezorientace a maska zem. RK2MZ= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci klid 2 a maska zem. RN/VMZ= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci návrat/vynoření a maska zem. . Sm. min. pův= minimální hodnota nutná pro započtení do statistiky souboru (průměr-2x(Sm. min. pův.)). Sm max. pův. = maximální hodnota nutná do započtení statistiky (průměr+2x(Sm. max. pův.x2)). souboru. Sm. min= průměr-(2x sm. och). Sm. max= průměr+(2xsmodch)

Pro zpřehlednění a celkovou statistiku skupiny jsou vybraná data z předchozí tabulky (č.11) přepsána do následující tabulky a interpretována pod samotnou tabulkou.

Tabulka č. 12 Tepová frekvence a její porovnání se situací maska zem

Situace	Průměrná TF.	Procentní rozdíl proti maska zem	Průměrná procentuální změna TF proti maska zem
	[bpm]	[%]	[%]
Klid zem	68,84	-8,47	-6,55
Maska zem	75,21	-	-
Prvotní pohyb	108,89	44,78	44,92
Klid 1	98,54	31,02	31,71
Strhnutí	105,13	39,79	39,84
Nasazení	102,79	36,68	37,61
Dezorientace	101,83	35,40	36,87
Klid 2	99,41	32,18	34,72
Návrat/vynoření	106,94	42,18	45,79

Tabulka č. 12 Tepová frekvence a její porovnání se situací maska zem (Zdroj:Autor)

Interpretace tabulky č. 12:

V prvním sloupci "situace" lze vidět situace, u kterých byla snímána tepová frekvence. Další sloupec prezentuje průměrné hodnoty naměřené v jednotlivých situacích. Třetí sloupec reprezentuje ty samé hodnoty v porovnání s procentuálním rozdílem oproti situaci maska zem. Poslední sloupec je z hlediska této práce nejdůležitější. Zobrazuje průměr průměrné změny tepové frekvence 20 probandů vůči situaci maska zem. Za zmínku jistě stojí, že čísla v posledním a předposledním sloupci si jsou značně podobná, což hovoří o homogenitě změn tepové frekvence v měřených situacích.

Pro zlepšení představy o průměrné procentuální změně tepové frekvence oproti situaci maska zem je zde ještě uvedeno grafické zpracování.

Graf č. 4 Průměrná procentuální změna TF v měřených situacích proti situaci maska zem



Graf č. 4 Průměrná procentuální změna TF v měřených situacích proti situaci maska zem (Zdroj:Autor)

Zdrojem dat v předchozím grafu je čtvrtý sloupec tabulky č. 12. Z grafu je vidět, že průměrná změna tepové frekvence u 20 probandů oproti situaci maska zem je v případě situace klid zem klesající. Naopak v ostatních situacích je vidět procentuální nárůst TF. v řadě několika desítek procent. Nejvíce pak v situaci návrat/vynoření (45,79%), poté v situaci prvotní pohyb (44,92 %), strhnutí (39,84%), nasazení (37,61%), dezorientace (36,87%), klid 2 (34,72%), Klid 1 (31,71%). Předchozí výsledky opět srovnávají situaci pod vodou a situaci nad vodou. Pro vyloučení vodního prostředí jakožto hlavního stresoru, je nutné ovšem provést srovnání s klidovou situací pod vodou. V tomto případě poslouží ke srovnání s ostatními situacemi situace „klid 1“. Presentaci výpočtu porovnání procentuální změny tepové frekvence v měřených situacích vůči situaci klid 1 u 20 probandů a následnou průměrnou procentuální změnu tepové frekvence vůči této situaci nejvíce přiblíží následující tabulka (č. 13):

Tabulka č. 13 Porovnání průměrné tepové frekvence v měřených situacích se
situací klid 1

Proband proband č.	Klid 1 [bpm]	Klid zem [bpm]	RKZK1 [%]	Maska zem [bpm]	RMZK1 [%]	Prvotní pohyb [bpm]	RPPK1 [%]	Sřídnutí [bpm]	RSK1 [%]	Nasazení [bpm]	RNK1 [%]	Dezo- rientace [bpm]	RDK1 [%]	Klid 2 [bpm]	RKZK1 [%]	Návrat vynorm. [bpm]	RN/VK1 [%]
1	97,0	60,0	-38,1	64,0	-34,0	147,0	51,5	94,0	-3,1	101,0	4,1	103,0	6,2	94,0	-3,1	109,0	12,4
2	100,0	70,0	-30,0	78,0	-22,0	98,0	-2,0	97,0	-3,0	93,0	-7,0	93,0	-7,0	85,0	-15,0	N	N
3	87,0	63,0	-27,6	70,0	-19,5	87,0	0,0	93,0	6,9	118,0	35,6	97,0	11,5	105,0	20,7	102,0	17,2
4	93,3	79,0	-15,3	79,0	-15,3	75,0	-19,6	93,4	0,1	96,3	3,2	105,0	12,5	117,0	25,4	117,0	25,4
5	72,0	72,0	0,0	78,0	8,3	72,0	0,0	K	K	K	K	K	K	K	K	K	K
6	92,0	61,0	-33,7	67,0	-27,2	104,0	13,0	101,0	9,8	102,0	10,9	112,0	21,7	108,0	17,4	116,0	26,1
7	180,0	80,0	-55,6	82,0	-54,4	176,0	-2,2	154,0	-14,4	120,0	-33,3	126,0	-30,0	116,0	-35,6	128,0	-28,9
8	90,0	81,0	-10,0	83,0	-7,8	104,0	15,6	164,0	82,2	138,0	53,3	115,0	27,8	117,0	30,0	108,0	20,0
9	90,0	62,0	-31,1	66,0	-26,7	N	N	95,0	5,6	99,0	10,0	104,0	15,6	102,0	13,3	106,0	17,8
10	101,0	65,0	-35,6	71,0	-29,7	105,0	4,0	101,0	0,0	100,0	-1,0	104,0	3,0	98,0	-3,0	97,0	-4,0
11	108,0	73,0	-32,4	76,0	-29,6	114,0	5,6	110,0	1,9	114,0	5,6	115,0	6,5	115,0	6,5	120,0	11,1
12	90,0	NV(Ø2)	NV	95,0	5,6	107,0	18,9	122,0	35,6	121,0	34,4	95,0	5,6	N	N	N	N
13	104,0	82,0	-21,2	88,0	-15,4	138,0	32,7	113,0	8,7	95,0	-8,7	101,0	-2,9	117,0	12,5	114,0	9,6
14	N	60,0	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
15	91,0	65,0	-28,6	72,0	-20,9	102,0	12,1	91,0	0,0	91,0	0,0	93,0	2,2	77,0	-15,4	92,0	1,1
16	110,0	70,0	-36,4	76,0	-30,9	107,0	-2,7	105,0	-4,5	98,0	-10,9	102,0	-7,3	107,0	-2,7	108,0	-1,8
17	85,0	61,0	-28,2	68,0	-20,0	97,0	14,1	81,0	-4,7	84,0	-1,2	89,0	4,7	83,0	-2,4	91,0	7,1
18	97,0	63,0	-35,1	67,0	-30,9	101,0	4,1	95,0	-2,1	93,0	-4,1	92,0	-5,2	79,0	-18,6	94,0	-3,1
19	85,0	69,0	-18,8	74,0	-12,9	116,0	36,5	82,0	-3,5	82,0	-3,5	87,0	2,4	80,0	-5,9	101,0	18,8
20	100,0	72,0	-28,0	75,0	-25,0	110,0	10,0	101,0	1,0	105,0	5,0	100,0	0,0	90,0	-10,0	108,0	8,0
Suma	1872,3	1308,0	-505,7	1429,0	-408,4	1960,0	191,5	1892,4	116,2	1850,3	92,5	1833,0	67,2	1690,0	14,3	1711,0	136,8
Průměr	98,5	68,8	-28,1	75,2	-21,5	108,9	10,6	105,1	6,5	102,8	5,1	101,8	3,7	99,4	0,8	106,9	8,6
Sm. odch	21,67	7,50	12,14	7,98	14,12	24,63	16,62	22,06	21,44	14,34	19,57	10,19	12,63	14,81	17,46	10,52	13,83
Sm. x2	43,34	15,00	24,28	15,97	28,24	49,25	33,25	44,12	42,88	28,69	39,15	20,39	25,27	29,61	34,91	21,03	27,67
Sm. min.	55,20	53,84	-52,38	59,24	-49,74	59,64	-22,61	61,02	-36,42	74,11	-34,01	81,45	-21,53	69,80	-34,07	85,90	-19,12
Sm. max	141,88	87,90	0,90	91,18	6,75	158,14	43,89	149,25	49,34	131,48	44,28	122,22	29,00	129,03	35,75	127,97	36,22
Sm. min. pův	55,20	52,10	-53,89	59,24	-49,74	59,64	-22,61	61,02	-36,42	74,11	-34,01	81,45	-21,53	69,80	-34,07	85,90	-19,12
Sm. max. pův	141,88	87,90	0,90	91,18	6,75	158,14	43,89	149,25	49,34	131,48	44,28	122,22	29,00	129,03	35,75	127,97	36,22

Tabulka č. 13 Porovnání průměrné tepové frekvence v situaci klid 1 s ostatními měřenými situacemi (Zdroj: Autor) Legenda: N=nenaměřeno (nenaměřená hodnota/nedopočitatelná hodnota), NV= naměřeno, vynecháno (nedodržení podmínek měření, příliš velká směrodatná odchylka, jiné důvody), K= nenaměřená

hodnota, z důvodu přerušení měření. RKZK1= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci klid zem a klid 1. RMZK1= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci maska zem a klid 1. RPPK1= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci prvotní pohyb a klid 1. RSK1= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci strhnutí a klid 1. RNK1= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci nasazení a klid 1. RDK1= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci dezorientace a klid 1. RK2K1= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci klid 2 a klid 1. RN/VK1= procentuální rozdíl minutové tepové frekvence v situaci návrat/vynošení a klid 1. . Sm. min. pův= minimální hodnota nutná pro započtení do statistiky souboru (průměr-2x(Sm. min. pův.)). Sm. max. pův. = maximální hodnota nutná do započtení statistiky (průměr+2x(Sm. max. pův.x2)). souboru. Sm. min= průměr-(2x sm. och). Sm. max= průměr+(2xsmodch)

Zdrojem dat v předchozí tabulce jsou záznamy z přístroje Galileo-Sol. Výsledky v šedivých sloupcích jsou procentuálním rozdílem situace. Pro lepší interpretaci celkových výsledků jsou celková průměrná data přepsána do následné přehledné tabulky č. 14.

Tabulka č. 14 Srovnání % změny TF v situacích maska zem a klid 1, s ostatními situacemi

Situace	Průměrná TF	Průměrná procentuální změna TF proti maska zem	Průměrná procentuální změna TF proti klid 1	RS3S4
	[bpm]	[%]	[%]	[%]
Klid zem	68,84	-6,55	-28,09	21,54
Maska zem	75,21	-	-21,50	-
Prvotní pohyb	108,89	44,92	10,64	34,29
Klid 1	98,54	31,71	-	-
Strhnutí	105,13	39,84	6,46	33,38
Nasazení	102,79	37,61	5,14	32,48
Dezorientace	101,83	36,87	3,74	33,13
Klid 2	99,41	34,72	0,84	33,88
Návrat/vynošení	106,94	45,79	8,55	37,24
Průměr	96,40	33,11	-1,78	32,28

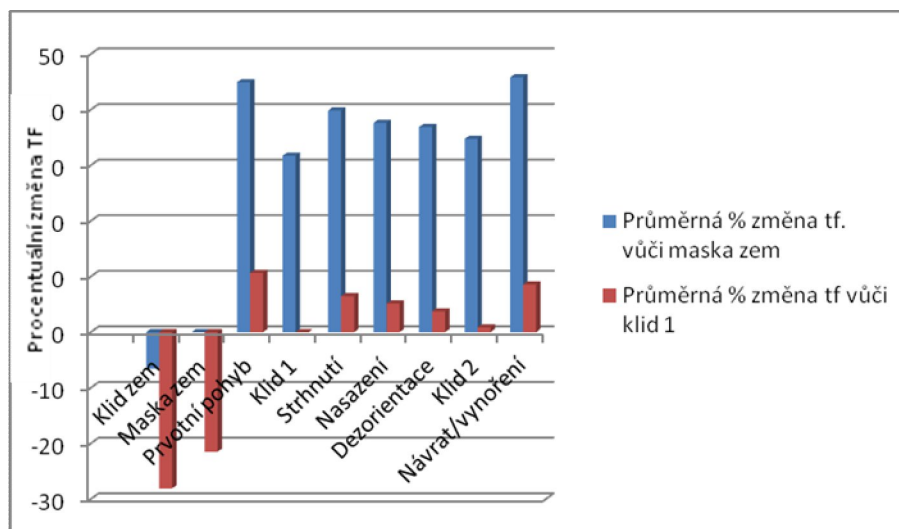
Tabulka č. 14 Srovnání % změny TF v situacích maska zem a klid 1, s ostatními situacemi (Zdroj: Autor)
 Legenda: RS3S4= rozdíl průměrné procentuální změny TF proti maska zem a průměrné procentuální změny TF proti klid 1.

Interpretace tabulky č. 14:

Zdrojem dat v předchozí tabulce je tabulka č. 13. Tabulka prezentuje průměrnou tepovou frekvenci dvaceti probandů v jednotlivých situacích a jejich průměrné procentuální změny vůči situacím maska zem a klid 1. Poslední sloupec tabulky je rozdílem průměrné procentuální změny tepové frekvence v situaci maska zem a

průměrným procentuálním rozdílem tepové frekvence v situaci klid 1 Pro zlepšení představy o průměrné změně tepové frekvence u všech dvaceti probandů vůči situacím maska zem a klid 1 je zde uvedeno ještě grafické zpracování (Graf č. 7).

Graf č. 5 Průměrná změna tepové frekvence v měřených situacích vůči situaci maska zem a klid 1



Graf č. 5: Průměrná změna tepové frekvence v měřených situacích vůči situaci maska zem a klid 1 (Zdroj: Autor)

5.6 Srovnání spotřeby vzduchu a tepové frekvence v měřených situacích

Jak již bylo zmíněno dříve, jedním z cílů této práce je zjistit nejsilněji námi vybraný působící stresor pod vodou u začínajících potápěčů. S odkazem na dřívější kapitolu č. 2.6 (Stres), je se stresující situací spojen nárůst tepové frekvence a spotřeby vzduchu. Proto jako objektivní vyhodnocení námi naměřených výsledků je použito změny procentuálního nárůstu ukazatelů stresu (tepové frekvence a minutové spotřeby vzduchu). Čím je nárůst těchto ukazatelů větší, tím se jedná o stresovější situaci.

Tabulka č. 15 Vyhodnocení intenzity stresoru v měřených situacích na základě průměrného procentuálního nárůstu spotřeby vzduchu vůči situaci maska zem a klid 1

Pořadí dle % nárůstu	Situace	Průměrný procentuální nárůst spotřeby vzduchu proti situaci maska zem	Pořadí dle % nárůstu	Situace	Průměrný procentuální nárůst spotřeby vzduchu proti situaci klid 1
1.	Dezorientace	110,12	1.	Dezorientace	52,69
2.	Prvotní pohyb	73,33	2.	Prvotní pohyb	30,13
3.	Návrat/vynoření	66,97	3.	Návrat/vynoření	20,63
4.	Nasazení	54,00	4.	Klid 2	15,51
5.	Klid 2	36,10	5.	Nasazení	12,02
6.	Klid 1	33,24	6.	Klid 1	-
7.	Strhnutí	31,44	7.	Strhnutí	-0,26
8.	Maska zem	-	8.	Maska zem	-16,04
	Průměr	57,89		Průměr	16,34

Tabulka č. 15 Vyhodnocení intenzity stresoru v měřených situacích na základě průměrného procentuálního nárůstu spotřeby vzduchu vůči situaci maska zem a klid 1. (Zdroj: autor)

Data v předchozí tabulce č. 15 jsou převzata z tabulky č. 8. V tomto případě jsou však uspořádána a seřazena takovým způsobem, aby byla z jednotlivých situací vidět jasná sestupná průměrná procentuální změna spotřeby vzduchu vůči situaci maska zem a situaci klid 1. Je logické, že pořadí při srovnání % nárůstu v situacích maska zem a klid 1 je téměř totožné. Při srovnání % změny spotřeby vzduchu v měřených situacích se situací maska zem a klid 1 se % zvýšila spotřeba nejvíce v situaci dezorientace. Zvláštností této situace je, že při této situaci není od probanda vyžadovaná žádná akce, tudíž se jedná zejména o působení stresu, jakožto hlavního činitele. Na druhém místě se umístila situace prvotní pohyb, následována situací návrat/vynoření, nicméně při těchto 2 situacích je nutné brát v potaz zvýšení spotřeby vzduchu vlivem pohybu probanda. Jediný bod, ve kterém se liší % nárůst ostatních situací ve srovnání s % nárůstem maska zem a klid 1 je 4. pořadí (nasazení a klid 2).

Tabulka č. 16 Vyhodnocení intenzity stresoru na základě tepové frekvence:

Pořadí dle % nárůstu	Situace	Průměrná TF	Průměrná % změna TF proti maska zem	Pořadí dle % nárůstu	Situace	Průměrná TF	Průměrná % změna TF proti klid 1
		[bpm]	[%]			[bpm]	[%]
1.	Návrat/vynoření	106,94	45,79	1.	Prvotní pohyb	108,89	10,64
2.	Prvotní pohyb	108,89	44,92	2.	Návrat/vynoření	106,94	8,55
3.	Strhnutí	105,13	39,84	3.	Strhnutí	105,13	6,46
4.	Nasazení	102,79	37,61	4.	Nasazení	102,79	5,14
5.	Dezorientace	101,83	36,87	5.	Dezorientace	101,83	3,74
6.	Klid 2	99,41	34,72	6.	Klid 2	99,41	0,84
7.	Klid 1	98,54	31,71	7.	Klid 1	98,54	-
8.	Maska zem	75,21	-	8.	Maska zem	75,21	-21,50
9.	Klid zem	68,84	-6,55	9.	Klid zem	68,84	-28,09
	Průměr	96,40	33,11		Průměr	96,40	-1,78

Tabulka č. 16 Vyhodnocení stresoru na základě tepové frekvence (Zdroj: Autor)

Data v předchozí tabulce jsou převzata z tabulky č. 13. V tomto případě jsou však uspořádána a seřazena takovým způsobem, aby byla z jednotlivých situací vidět jasná sestupná průměrná procentuální změna tepové frekvence vůči situaci maska zem a situaci klid 1. Je logické, že pořadí při srovnání % nárůstu v situacích maska zem a klid 1 je téměř totožné. Za povšimnutí jistě stojí zejména sloupec "Průměrná procentuální změna TF proti maska zem" a poslední sloupec tabulky. V obou sloupcích je patrné, jak se tepová frekvence mění v porovnání s ostatními situacemi pod vodou jen velmi nepatrně. Velký rozdíl potom nastává při srovnání se situacemi nad hladinou.

Tabulka č. 17 vyhodnocení stresoru na základě vyhodnocení % změn TF a spotřeby vzduchu

Pořadí dle % nárůstu	Situace	Průměrný % nárůst spotřeby vzduchu proti situaci maska zem	Průměrná % změna TF proti maska zem	Pořadí dle % nárůstu	Situace	Průměrný % nárůst spotřeby vzduchu proti situaci klid 1	Průměrná % změna TF proti klid 1
		[%]	[%]			[%]	[%]
1.	Dezorientace	110,12	36,87	1.	Dezorientace	52,69	3,74
2.	Prvotní pohyb	73,33	44,92	2.	Prvotní pohyb	30,13	10,64
3.	Návrat/vyn.	66,97	45,79	3.	Návrat/vyn.	20,63	8,55
4.	Nasazení	54,00	37,61	4.	Nasazení	12,02	5,14
5.	Strhnutí	31,44	39,84	5.	Klid 2	15,51	0,84
6.	Klid 2	36,10	34,72	6.	Strhnutí	-0,26	6,46
7.	Klid 1	33,24	31,71	7.	Klid 1	-	-
8.	Maska zem	-	-	8.	Maska zem	-16,04	-21,50
	Průměr	57,89	38,78		Průměr	16,38	1,98

Tabulka č. 17 Vyhodnocení stresoru na základě vyhodnocení % změn TF a spotřeby vzduchu (Zdroj:

Autor)

Zdrojem dat v předchozí tabulce (č. 17) jsou data z tabulky č. 14 a č. 15. Tabulka č. 17 uvádí pořadí, název jednotlivé situace a průměrné změny TF a spotřeby vzduchu oproti situacím maska zem a klid 1. Pořadí jednotlivých situací v tabulce je seřazeno podle průměrného procentuálního nárůstu stresových ukazatelů (spotřeba vzduchu, tepová frekvence) vůči dvěma již dříve zmíněným situacím. Situace jsou seřazeny sestupně. Od

nejvíce stresové (1) po ty nejméně stresové (8). Pořadí je odlišné při srovnání se situací maska zem a klid 1. Je vidět, že mezi situacemi je poměrně značný procentní rozdíl. Výjimku tvoří situace klid 2 a situace nasazení. Zajímavé jsou také celkové průměrné nárůsty tepové frekvence a spotřeby vzduchu, ze kterých je jasně vidět, že dechová složka reaguje mnohem ochotněji (vyšší procentní změna), než-li tepová frekvence (menší procentní změna).

5.7. Významnost měření

Významnost měření určuje, zda jsou data a jejich rozdíly opravdu významné, nebo ne. Veliká rozdílnost klíčových dat ještě nutně nemusí znamenat jejich velkou statistickou významnost a naopak.

5.7.1 Věcná významnost

Dle Sedláčka (2011) lze za všeobecnou věcnou významnost považovat změnu vůči stanovené hodnotě o více než 10%. Jelikož průměrný nárůst spotřeby vzduchu vůči situaci maska zem se zvýšil v situacích pod vodou vždy minimálně o 31,71% lze považovat tyto hodnoty za věcně významné. Nárůst tepové frekvence vůči téže situaci rovněž vykázal věcnou významnost ve všech měřených situacích. V porovnání se situací „klid 1“ byla zjištěna věcná významnost v průměrné změně spotřeby vzduchu ve všech měřených situacích, s výjimkou situace dezorientace. Věcná významnost v porovnání se situací klid 1 v průměrné změně tepové frekvence byla naměřena pouze pro situaci maska zem a situaci prvotní pohyb.

5.7.2 Statistická významnost

O statistické významnosti lze hovořit tehdy, když nastane taková odchylka od teoretického očekávání, která by za platnosti předem daného předpokladu měla velmi malou pravděpodobnost. V takovém případě se má za to, že předpoklad není správný.

Pro zjištění statistické významnosti nejdůležitějších dat v této práci (naměřená TF a spotřeba vzduchu) byl použit následující postup: Pomocí testu v programu NCSS (Kolmogorov, Smirnov, Shapiro) zjištěna parametrickost/ neparametrickost dat. Na základě tohoto zjištění výběr vhodného statistického testu (ANOVA, T-Test) a jeho následné vyhodnocení.

5.7.2.1 Zjištění normality dat

Vstupní data pro zjištění normality spotřeby vzduchu v měřených situacích jsou převzata z šedivých sloupců tabulky č. 6.

Zjištění normality dat

Název testu

Shapiro-Wilk W
Anderson-Darling
Martinez-Iglewicz
Kolmogorov-Smirnov
D'Agostino Skewness
D'Agostino Kurtosis
D'Agostino Omnibus

Testová hodnota

0,9375104
0,6109879
1,077203
0,2072644
0,8389641
0,5353
0,9904

Testová hladina

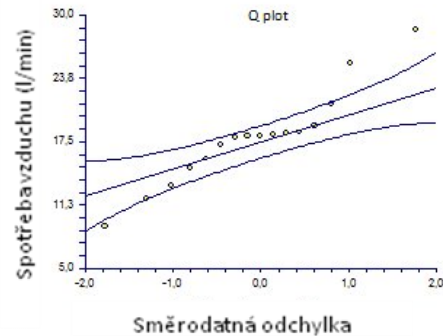
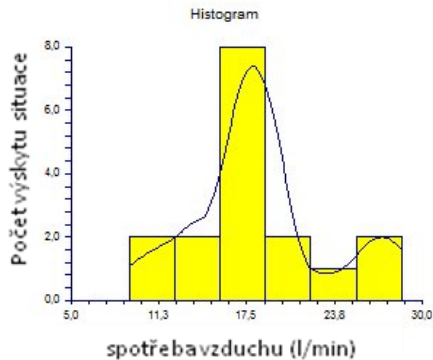
0,2898394
0,1121984

0,4014894
0,592415
0,609434

Rozhodnutí

Nezamítnutá normalita
Nezamítnutá normalita
Nezamítnutá normalita
Nezamítnutá normalita
Nezamítnutá normalita
Nezamítnutá normalita
Nezamítnutá normalita

Histogram a Q plot



Graf č. 8 Normalita dat minutové spotřeby vzduchu (Zdroj: Autor)

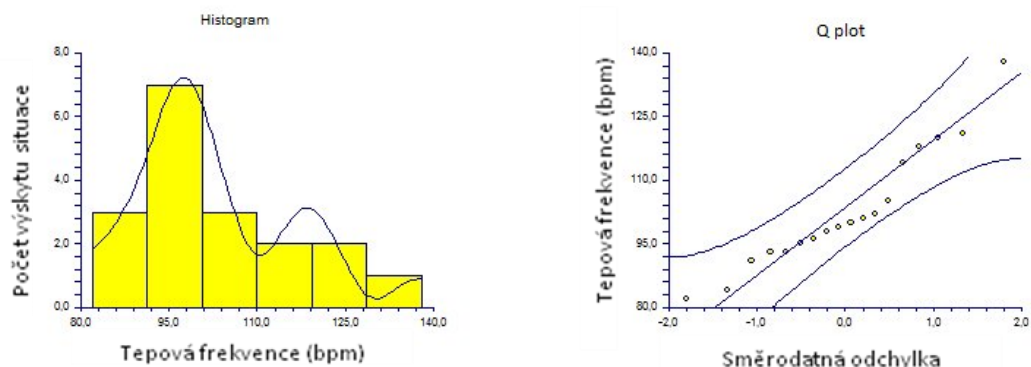
Na základě výše uvedených testů provedených v programu NCSS lze konstatovat, že naměřená data jsou parametrická.

Vstupní data pro zjištění normality dat tepové frekvence v měřených situacích jsou bílé sloupce tabulky č. 9

Zjištění normality dat

Název testu	Testová hodnota	Prob hladina	Rozhodnutí
Shapiro-Wilk W	0,9302202	0,1959283	Nezamítnutá normalita
Anderson-Darling	0,5655482	0,143178	Nezamítnutá normalita
Martinez-Iglewicz	1,188506		Nezamítnutá normalita
Kolmogorov-Smirnov	0,1887528		Nezamítnutá normalita
D'Agostino Skewness	1,666551	9,560363E-02	Nezamítnutá normalita
D'Agostino Kurtosis	0,8334	0,404625	Nezamítnutá normalita
D'Agostino Omnibus	3,4719	0,176230	Nezamítnutá normalita

Histogram a Q plot



Graf č. 9 Normalita dat tepové frekvence (Zdroj: Autor)

Na základě výše uvedených testů provedených v programu NCSS lze konstatovat, že naměřená data jsou parametrická.

5.7.2.2 Párový T-test

Zjištěním, že naměřená spotřeba vzduchu, i tepová frekvence jsou parametrická data, lze použít stejný postup výpočtu statistické významnosti pro obě složky. Jelikož je zkoumána statistická významnost průměrné změny spotřeby vzduchu a průměrné změny tepové frekvence v situacích maska zem a klid 1, vůči ostatním měřeným situacím, je použita varianta párového T-testu. Tento je rovněž proveden v programu NCSS.

**Tabulka č. 18 Statistická významnost průměrné procentuální změny
spotřeby vzduchu vůči situaci maska zem**

Pár		Párové rozdíly			Stupně volností	Statistická významnost
		Průměr	Sm. odchylka	Střední chyba měření		
1	MZ-prvotní pohyb	-7,767	5,519	1,425	14	0,000
2	MZ-klid 1	-3,422	4,889	1,306	13	0,021
3	MZ-strhnutí	-3,122	4,331	1,201	12	0,023
4	MZ-nasazení	-5,626	4,458	1,91	13	0,000
5	MZ-dezorientace	-12,206	6,142	1,703	12	0,000
6	MZ-klid2	-3,885	3,908	1,044	13	0,003
7	MZ-návrat	-7,024	6,372	1,839	11	0,003

Tabulka č. 18 Statistická významnost průměrné procentuální změny spotřeby vzduchu vůči situaci maska zem (Zdroj: Autor)

Jelikož za statisticky významnou hladinu je všeobecně považována hodnota nepřesahující 0,05 lze všechny výsledky týkající se spotřeby vzduchu vůči situaci maska zem považovat za statisticky významné.

**Tabulka č. 19 Statistická významnost průměrné procentuální změny
spotřeby vzduchu vůči situaci klid 1**

Pár		Párové rozdíly			Stupně volností	Statistická významnost
		Průměr	Sm. odchylka	Střední chyba měření		
Pár 1	K1-prvotní pohyb	-3,388	5,763	1,440	15	0,033
Pár 2	K1-Strhnutí	0,593	2,766	0,739	13	0,436
Pár 3	K1-nasazení	-1,196	4,770	1,274	13	0,365
Pár 4	K1-dezorientace	-6,726	8,454	2,259	13	0,11
Pár 5	K1-klid2	-0,388	6,928	1,789	14	0,831
Pár 6	K1-návrat	-2,656	5,546	1,601	11	0,125
Pár 7	K1-Maska zem	3,422	4,889	1,306	13	0,021

Tabulka č. 19 Statistická významnost průměrné procentuální změny spotřeby vzduchu vůči situaci klid1 (Zdroj: Autor)

Při všeobecně uznávané statisticky významné hladině $<0,05$ lze pouze výsledky situace prvotního pohybu a výsledky situace masky zem vůči situaci klid 1 považovat za statisticky významné.

Tabulka č. 20 Statistická významnost průměrné procentuální změny TF vůči situaci maska zem

		Párové rozdíly			Stupně volností	Statistická významnost
		Průměr	Sm. odchylka	Střední chyba měření		
Pár 1	MZ-klid zem	-3,454	2,157	0,508	17	0,00
Pár 2	MZ-prvotní pohyb	-4,777	24,896	6,038	16	0,00
Pár 3	MZ-klid 1	-39,235	20,391	4,806	17	0,00
Pár 4	MZ-strhnutí	-29,683	18,069	4,382	16	0,00
Pár 5	MZ-nasazení	-34,964	12,862	3,119	16	0,00
Pár 6	MZ-dezorientace	-32,547	9,535	2,312	16	0,00
Pár 7	MZ-klid2	-33,058	11,792	2,860	16	0,00
Pár 8	MZ-návrat	-30,235	8,541	2,135	15	0,00

Tabulka č. 18 Statistická významnost průměrné procentuální změny TF vůči situaci maska zem (Zdroj: Autor)

Při všeobecně uznávané statisticky významné hladině $<0,05$ lze průměr naměřených výsledků TF ve všech měřených situacích vůči situaci maska zem považovat za statisticky významný.

Tabulka č. 21 Statistická významnost průměrné procentuální změny TF vůči situaci klid 1

		Párové rozdíly			Stupně volností	Statistická významnost
		Průměr	Sm. odchylka	Střední chyba měření		
Pár 1	K1-klid zem	29,683	20,931	4,806	17	0,00
Pár 2	K1-prvotní pohyb	23,331	21,435	4,917	18	0,00
Pár 3	K1-Strhnutí	-9,872	15,883	3,743	17	0,017
Pár 4	K1-nasazení	-5,116	20,298	4,784	17	0,300
Pár 5	K1-dezorientace	-2,777	22,036	5,193	17	0,600
Pár 6	K1-klid2	-1,816	16,457	3,879	17	0,646
Pár 7	K1-návrat	1,194	21,221	5,146	16	0,819
Pár 8	K1-Maska zem	-6,293	17,864	4,466	15	0,179

Tabulka č. 20 Statistická významnost průměrné procentuální změny TF vůči situaci klid1 (Zdroj: Autor)

Při všeobecně uznávané statisticky významné hladině $<0,05$ lze průměr naměřených výsledků TF v situacích klid zem, prvotní pohyb a strhnutí vůči situaci maska zem považovat za statisticky významné. Z celkového počtu 30 párů, je 20 párů statisticky významných, což je 66,6% celku.

5.7.3 Korelace nárůstu tepové frekvence a spotřeby vzduchu

Jedním z cílů této práce je stanovit, zda-li nárůst spotřeby vzduchu u začínajících potápěčů je závislý na tepové frekvenci potápěčů. Pro zjištění tohoto vztahu nejlépe poslouží vzájemná korelace procentuálního nárůstu spotřeby vzduchu a procentuálního nárůstu tepové frekvence jednotlivých potápěčů. Pro výpočet je využit Pearsonův korelační koeficient v programu Microsoft Excel. Výsledná korelace poté určuje míru závislosti jedné složky (spotřeby vzduchu) na druhé (tepové frekvenci). Vychází-li korelace záporně, znamená to, že při nárůstu jedné složky se druhá zmenšuje. Čím více se blíží korelace číslu jedna, tím více spolu porovnávané složky souvisí a mají souhlasné tendence (nárůst/pokles). Pokud se korelace blíží nule, složky spolu nesouvisí. Posouzení korelace je velmi individuální. Například u vztahu léčiva na smrtelné choroby a vyléčením nemoci se považuje i velmi nízký korelační koeficient za úspěšný. Naopak u technických nákresů a odchylkami v reálné stavbě, může být i vysoká korelace nedostatečná. Za významný vztah v tomto měření bude proto považována korelace přesahující 0,8, nebo korelace menší než-li -0,8.

Tabulka č. 19 Korelační matice spotřeby vzduchu a tepové frekvence

Proband	Situace	Spotřeba vzduchu	Tepová frekvence
		[l/min]	[bpm]
1	Maska zem	9,38	64,0
	Prvotní pohyb	17,85	147,0
	Klid 1	15,16	97,0
	Strhnutí	18,00	94,0
	Nasazení	28,19	101,0
	Dezorientace	28,85	103,0
	Klid 2	22,94	94,0
	Návrat/vynošení	29,31	109,0
2	Maska zem	10,72	78,0
	Prvotní pohyb	19,11	98,0
	Klid 1	16,83	100,0
	Strhnutí	14,53	97,0
	Nasazení	14,45	93,0
	Dezorientace	23,20	93,0
	Klid 2	16,78	85,0
	Návrat/vynošení	19,01	n
3	Maska zem	9,38	70,0
	Prvotní pohyb	18,40	87,0
	Klid 1	9,36	87,0
	Strhnutí	13,36	93,0
	Nasazení	12,41	118,0
	Dezorientace	17,31	97,0
	Klid 2	11,97	105,0
	Návrat/vynošení	14,89	102,0
4	Maska zem	12,06	79,0
	Prvotní pohyb	21,25	75,0
	Klid 1	14,22	93,3
	Strhnutí	13,47	93,4
	Nasazení	16,51	96,3
	Dezorientace	19,09	105,0
	Klid 2	20,18	117,0
	Návrat/vynošení	18,40	117,0

Proband	Situace	Spotřeba vzduchu	Tepová frekvence
		[l/min]	[bpm]
5	Maska zem	10,72	78,0
	Prvotní pohyb	N	72,0
	Klid 1	N	72,0
	Strhnutí	N	K
	Nasazení	N	K
	Dezorientace	K	K
	Klid 2	K	K
	Návrat/vynoření	K	K
6	Maska zem	8,04	67,0
	Prvotní pohyb	18,04	104,0
	Klid 1	N	92,0
	Strhnutí	N	101,0
	Nasazení	14,79	102,0
	Dezorientace	NV (10,94)	112,0
	Klid 2	8,01	108,0
	Návrat/vynoření	N	116,0
7	Maska zem	NV (17,42)	82,0
	Prvotní pohyb	11,84	176,0
	Klid 1	7,61	180,0
	Strhnutí	N	154,0
	Nasazení	N	120,0
	Dezorientace	NV	126,0
	Klid 2	23,63	116,0
	Návrat/vynoření	NV	128,0
8	Maska zem	12,06	83,0
	Prvotní pohyb	14,92	104,0
	Klid 1	11,90	90,0
	Strhnutí	11,11	164,0
	Nasazení	14,28	138,0
	Dezorientace	17,65	115,0
	Klid 2	16,65	117,0
	Návrat/vynoření	13,04	108,0

Proband	Situace	Spotřeba vzduchu	Tepová frekvence
		[l/min]	[bpm]
9	Maska zem	13,31	66,0
	Prvotní pohyb	9,15	N
	Klid 1	10,85	90,0
	Strhnutí	14,55	95,0
	Nasazení	15,06	99,0
	Dezorientace	NV (11,24)	104,0
	Klid 2	14,22	102,0
	Návrat/vynoření	10,81	106,0
10	Maska zem	12,06	71,0
	Prvotní pohyb	25,22	105,0
	Klid 1	14,09	101,0
	Strhnutí	NV (25,26)	101,0
	Nasazení	18,04	100,0
	Dezorientace	38,00	104,0
	Klid 2	11,62	98,0
	Návrat/vynoření	N	97,0
11	Maska zem	NV (4,7)	76,0
	Prvotní pohyb	13,18	114,0
	Klid 1	21,79	108,0
	Strhnutí	18,77	110,0
	Nasazení	20,96	114,0
	Dezorientace	7,65	115,0
	Klid 2	11,60	115,0
	Návrat/vynoření	NV	120,0
12	Maska zem	14,74	95,0
	Prvotní pohyb	N	107,0
	Klid 1	N	90,0
	Strhnutí	N	122,0
	Nasazení	N	121,0
	Dezorientace	N	95,0
	Klid 2	N	N
	Návrat/vynoření	N	N

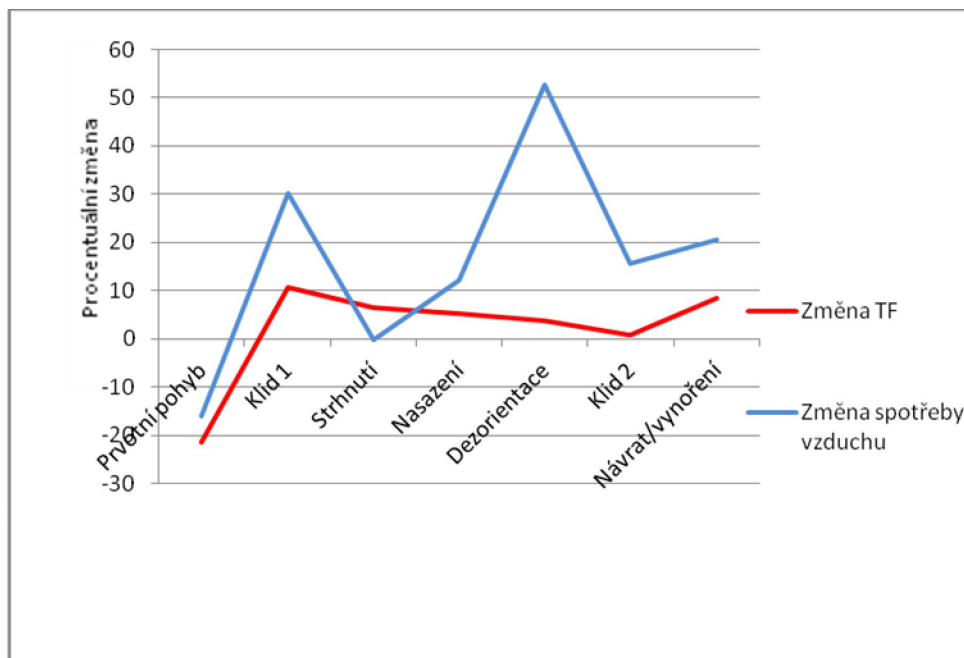
Proband	Situace	Spotřeba vzduchu	Tepová frekvence
		[l/min]	[bpm]
13	Maska zem	9,38	88,0
	Prvotní pohyb	N	138,0
	Klid 1	N	104,0
	Strhnutí	N	113,0
	Nasazení	N	95,0
	Dezorientace	N	101,0
	Klid 2	N	117,0
	Návrat/vynošení	N	114,0
14	Maska zem	16,08	N
	Prvotní pohyb	15,82	N
	Klid 1	9,55	N
	Strhnutí	10,73	N
	Nasazení	NV (6,40)	N
	Dezorientace	23,22	N
	Klid 2	N	N
	Návrat/vynošení	N	N
15	Maska zem	12,06	72,0
	Prvotní pohyb	28,52	102,0
	Klid 1	13,32	91,0
	Strhnutí	13,32	91,0
	Nasazení	16,83	91,0
	Dezorientace	24,97	93,0
	Klid 2	17,38	77,0
	Návrat/vynošení	19,58	92,0
16	Maska zem	10,72	76,0
	Prvotní pohyb	18,01	107,0
	Klid 1	19,83	110,0
	Strhnutí	16,74	105,0
	Nasazení	14,28	98,0
	Dezorientace	28,40	102,0
	Klid 2	16,49	107,0
	Návrat/vynošení	12,89	108,0

Proband	Situace	Spotřeba vzduchu	Tepová frekvence
		[l/min]	[bpm]
17	Maska zem	11,00	68,0
	Prvotní pohyb	27,21	97,0
	Klid 1	22,04	85,0
	Strhnutí	21,84	81,0
	Nasazení	22,20	84,0
	Dezorientace	27,60	89,0
	Klid 2	16,53	83,0
	Návrat/vynoření	28,45	91,0
18	Maska zem	11,40	67,0
	Prvotní pohyb	17,24	101,0
	Klid 1	15,10	97,0
	Strhnutí	11,11	95,0
	Nasazení	16,89	93,0
	Dezorientace	18,03	92,0
	Klid 2	12,39	79,0
	Návrat/vynoření	19,47	94,0
19	Maska zem	9,60	74,0
	Prvotní pohyb	18,24	116,0
	Klid 1	17,79	85,0
	Strhnutí	16,69	82,0
	Nasazení	13,12	82,0
	Dezorientace	20,43	87,0
	Klid 2	9,81	80,0
	Návrat/vynoření	16,96	101,0
20	Maska zem	13,01	75,0
	Prvotní pohyb	18,41	110,0
	Klid 1	20,71	100,0
	Strhnutí	15,92	101,0
	Nasazení	16,49	105,0
	Dezorientace	21,46	100,0
	Klid 2	14,23	90,0
	Návrat/vynoření	16,18	108,0
	Korelace	0,077213	

Tabulka č. 21 Korelační matice (Zdroj: Autor) Legenda: NV= naměřeno, vynecháno (přesah 2 směrodatných odchylek od průměru), N= nenaměřeno, K= konec měření

Z korelační matice č. 19 Spotřeby vzduchu a tepové frekvence vyplývá, že spotřeba vzduchu a tepová frekvence v námi měřených situacích nesouvisí ($r = 0,08$). Pro přiblížení tohoto zdánlivě nečekaného výsledku poslouží následující graf č. 10. Zdrojem dat v grafu je tabulka č. 16 a tabulka č. 17.

Graf č. 10 Grafické znázornění změny TF. a spotřeby vzduchu v ostatních situacích v porovnání se situací maska zem



Graf č. 10: Grafické znázornění změny TF a spotřeby vzduchu v ostatních situacích v porovnání se situací maska zem (Zdroj: Autor)

Z grafu je jasně vidět, že mezitím co v situacích prvotní pohyb, a návrat/vynoření dochází k nárůstu tepové frekvence a rovněž k nárůstu spotřeby vzduchu, v situacích klid 1, strhnutí, nasazení, dezorientace a klid 2 tomu tak není. Zde naopak dochází k nárůstu jednoho ukazatele a poklesu druhého ukazatele. Nejvýraznější kontrast nastává zejména v situaci dezorientace, kde se spotřeba vzduchu rapidně zvětšuje a TF pozvolně klesá.

Předchozí statistika slouží zejména jako orientační bod pro všeobecnou základnu potápěčů. Z následujících tabulek je však jasně vidět značná rozdílnost souboru. Je z nich patrná individualita jedince a nutnost přístupu ke každému potápěči jako k jednotlivci. Z tabulek vyplývá, že jedinci se zvýšenou spotřebou vzduchu v určité části měření nutně nemusí vykazovat vysoké hodnoty u jiné dílčí části. Na základě těchto dílčích měření lze však s velkou pravděpodobností určit slabou stránku daného potápěče a na tu se dále soustředit, ať už v rámci individuálního sebezdokonalování, či v rámci kurzovní výuky. Korelační koeficient u spotřeby vzduchu a tepové frekvence v rámci porovnání každého probanda s každým činí 0,1104. To znamená, velkou rozdílnost souboru a ještě více zvýrazňuje individualitu jedince.

5.7 Vyhodnocení stresové situace a její zvládnutí

Na základě dříve změřených dílčích výsledků lze s velkou pravděpodobností určit slabou stránku daného jedince a na tu se dále soustředit, ať už v rámci individuálního sebezdokonalování, či v rámci kurzovní výuky.

Pro snížení stresoru konkrétní situace (prvotního pohybu) lze využít následné škály adaptace:

- Dýchání z automatiky na souši v plné výstroji
- Dýchání z automatiky v bazénu spojené s opakovaným zanořováním do hloubky 1 metru.
- Přeplavání po dně s potápěčskou výstrojí za přítomnosti instruktora.
- Přeplavání po dně bazénu bez přítomnosti instruktora
- Dýchání z automatiky na volné vodě spojené se opakovaným zanořováním do hloubky 1 metru.
- Přeplavání úseku 25 metrů na volné vodě v metrové hloubce za přítomnosti instruktora
- Přeplavání úseku 25 metrů na volné vodě v hloubce 2 metrů za přítomnosti instruktora za potápěčem
- Přeplavání úseku 25 metrů na volné vodě v hloubce 3 metrů za tajného následování instruktorem.

Předchozími cvičeními lze pokračovat, kombinovat je a zvyšovat jejich náročnost, například prodloužením vzdálenosti, či zvýšením hloubky pohybu. Nutné je také brát v potaz silné stresové faktory, kterými jsou velikost vodní plochy, maximální hloubka, viditelnost, teplota vody, znečištění, či případní živočichové. V každém případě by však měl být cvičením přítomen vyškolený instruktor, či osoba mající příslušné proškolení a odhad.

Je s podivem, že někteří jedinci v klidové situaci vykazují zvýšenou tepovou frekvenci, či zvýšenou spotřebu vzduchu, než v jiných naměřených situacích. První vysvětlující možností by bylo, že se při měření projevil diving reflex. Tato možnost je však zamítnuta jelikož teplota vody nikdy neklesla pod 21°C a tím byl diving reflex vyloučen z měření. (URL₁₀). Druhou možností je, že se u těchto jedinců jednalo o opožděnou stresovou reakci, kdy je fyziologická odezva vyšší, než v případě působení samotného stresoru. Třetím vysvětlením může být, že klidová situace a relativní nečinnost ve velkém vodním prostoru je pro některé lidi samo o sobě větším stresorem, než když jsou dotyční fyzicky zabaveni. Jedná se období takzvaného blue orb syndromu, kdy lidé začnou panikařit bez racionální příčiny. Tento stav nastává zejména po stresové situaci, či při delší nečinnosti. Jedná se o čistě psychickou záležitost. (Chytil 2007)

Pro snížení stresoru konkrétní situace (klidový stav pod vodou) lze využít následné posloupnosti adaptace:

- Klečení na dně bazénu v hloubce 1 metru
- Klečení na dně bazénu v hloubce 3 metrů
- Klečení na mělkém dně otevřené vodní plochy
- Klečení na hlubším dně otevřené vodní plochy
- Vznášení v prostoru otevřené vodní plochy bez fyzických požadavků.

U každého z uvedených cvičení by měl být přítomen vyškolený instruktor, či osoba mající příslušné proškolení. Předchozími cvičeními lze pokračovat, kombinovat je a zvyšovat jejich náročnost, například zvýšením hloubky, či vzdáleností kontrolní osoby. V potaz je také nutné brát vnější podmínky, jako viditelnost, teplotu vody, či znečištění. Viditelnost se v tomto případě může projevit hned dvojitým způsobem. Buď může maximální viditelnost bez orientačních bodů u jedince způsobit neopodstatněný strach způsobený subjektivním hodnocením “nekonečnosti” vodního sloupce. Nízká viditelnost může způsobit subjektivní představu o blízkosti orientačních bodů, či naopak.

K úplnému stržení masky během ponoru dochází zřídka kdy. K částečnému zaplavení, či odchlípnutí lícnice dochází však téměř při každém ponoru. Jelikož se jedná o častou situaci, mělo by její zvládnutí být naprosto automatické. Tato situace má značně rozdílný fyziologický, i psychologický průběh v podmínkách bazénu a v podmínkách otevřené vody. Proto i přes excelentní osvojení nasazování masky v bazénů, mohou podmínky na otevřené vodě způsobovat problém. Z dotazování souvisejících s touto prací vyplynulo, že většina potápěčů byla nemile překvapena teplotou vody při stržení masky na otevřené vodě a to i opakovaně. Více než polovina respondentů také zmínila pocity počínající paniky. Tyto pocity jsou přisuzovány zejména faktu, že teplota vody na otevřeném prostranství v českých podmínkách zřídka kdy dosáhne teploty přesahující 21°C a začne se projevovat diving reflex, který může u začínajících potápěčů vyvolat úzkost. Tato úzkost může přerůst v potlačení rozumové části chování (nasazení masky) a vest k potenciálně nebezpečnému jednání, jako je nekontrolovaný panicky výstup na hladinu.

Pro snížení stresoru konkrétní situace (strhnutí masky) lze využít následné posloupnosti adaptace:

- Nasazení a vyfouknutí vody z masky v bazénu na mělčině
- Nasazení a vyfouknutí vody z masky v bazénu v hloubce
- Nasazení a vyfouknutí vody z masky v bazénu, za pohybu, v různých polohách.
- Úplná ztráta kontaktu s maskou v bazénu. Vedení dráhy ponoru instruktorem a po 1 minutě navrácení masky.
- Nasazení a vyfouknutí vody z masky na otevřené vodě na mělčině
- Nasazení a vyfouknutí vody z masky na otevřené vodě v hloubce.
- Nasazení a vyfouknutí vody z masky na otevřené vodě za pohybu, v různých polohách.
- Úplná ztráta kontaktu s maskou, na otevřené vodě. Vedení dráhy ponoru instruktorem a po 1 minutě její navrácení potápěči.

U každého z uvedených cvičení by měl být přítomen vyškolený instruktor, či osoba mající příslušné proškolení. Předchozími cvičeními lze pokračovat, kombinovat je a zvyšovat jejich náročnost. Například nahodilostí kdy instruktor odebere masku, teplotou vody, délkou pobytu bez masky, či hloubkou, ve které se cvičení koná.

Při simulaci dezorientace došlo podle předpokladu k největší spotřebě vzduchu, oproti tomu tepová frekvence v porovnání s ostatními situacemi mírně klesala. Při přenosu situace do otevřeného vodního prostředí lze očekávat obdobné výsledky. Zajímavé je, že při pouhém stržení masky došlo ke snížení spotřeby vzduchu a naopak k nárůstu tepové frekvence oproti klidovým hodnotám pod vodou. Při stržení masky a následné dezorientaci došlo k markantnímu nárůstu spotřeby vzduchu oproti klidové situaci pod vodou, a mírnému tepovému poklesu.

Jedno z možných vysvětlení zvýšení spotřeby vzduchu by bylo zvýšení svalové tenze během simulace dezorientace. Nicméně tomuto faktu odporuje nižší srdeční činnost oproti prostému strhnutí masky, kdy je míra zapojení svalových skupin nižší. I při lehkém, až středním svalovém zapojení dochází k nárůstu tepové frekvence na 100-120 bpm. (URL₁₁). Této hranice bylo víceméně dosaženo u všech měřených. Proto lze říci, že tepová frekvence je z hlediska fyzické práce odpovídající. Oproti tomu spotřeba vzduchu se rapidně zvýšila, bez ohledu na změnu tepové frekvence.

Pro snížení stresového faktoru dezorientace můžeme aplikovat poslopně následující cvičení:

- Přetáčení vertikálně a horizontálně v bazénu se zavřenýma očima
- Přetáčení vertikálně a horizontálně v bazénu po stržení masky za asistence instruktora
- Strhnutí masky na otevřené vodě a následné vertikální, či horizontální otáčení.
- Doprovod instruktorem na úsek volné vody se špatnou, či minimální viditelností.
- Doprovod instruktorem na úsek volné vody spojeným se strhnutím masky a následným navrácením potápěči.

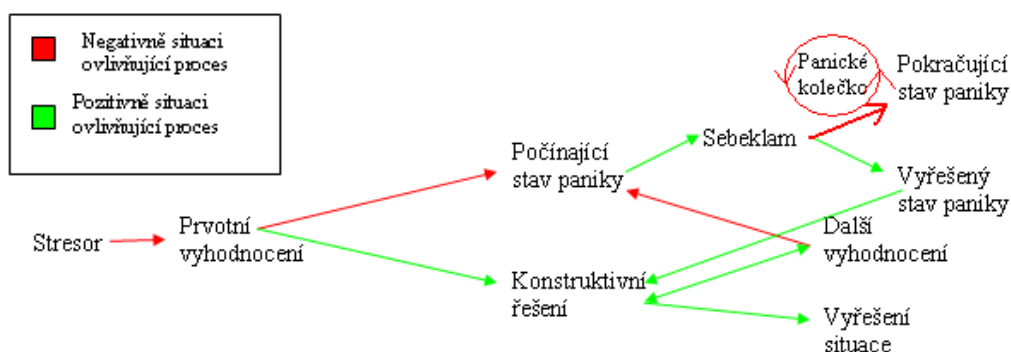
U každého z uvedených cvičení by měl být přítomen vyškolený instruktor, či osoba mající příslušné proškolení. Předchozími cvičeními lze pokračovat, kombinovat je a zvyšovat jejich náročnost, například zvýšením hloubky, vzdáleností kontrolní osoby, mírou viditelnosti, či počtem převratů.

Konkrétní metody, které lze využít při všeobecných stresových situacích:

Ke konkrétní přípravě na stresovou situaci jistě patří i ta všeobecná. Ať je potápěč připraven sebelépe, vždy existuje situace, či varianta naučené situace, na kterou potápěč připraven není. Zde může hrát velkou roli všeobecná průprava zvládnutí stresové situace. Následující metody nejsou řešením stresoru, nýbrž nástrojem k jeho efektivnímu zhodnocení a jeho následnému překonání. Většina těchto principů funguje na základě vnitřní řeči.

Stěžejním prvkem je rychlé prvotní zhodnocení. V tomto momentě může jít ještě o zkršený pohled na situaci, nicméně by podle něj již mělo být potápěči patrné, zda-li se jedná o život ohrožující situaci.

Vhodné řešení stresové situace založené na principu sebeklamu:



Obr. 2 Grafické znázornění optimálního řešení stresové situace (Zdroj: Autor)

Při působení stresoru a jeho prvotnímu vyhodnocení dochází na základě předchozí zkušenosti a aktuálního psychického stavu ke dvěma jevům. V pozitivním případě dojde k zachování reálného uvažování, které vyúsťuje k vyřešení stresové situace. Pokud

nedojde k vyřešení situace, nastává další hodnocení, které může opět vyústit konstruktivním řešením ve vyřešení situace, či pocitům bezradnosti a počínajícím stavům paniky.

Ve druhém případě dojde hned z počátku působení stresoru k jeho vyhodnocení jako “život ohrožující” a tím k počínajícím stavům paniky. V tomto případě je vhodné využít jednu ze sebeklamových technik (viz. kapitola stres). Ideálně tu, kterou má již potápěč na sobě vyzkoušenou jako nejlépe působící. Pokud dojde k selhání této techniky, stav paniky se dále rozvíjí. V tomto případě je vhodné zkusit danou techniku ještě jednou, maximálně dvakrát a poté přejít na techniku další, jelikož neúspěšné aplikování sebezáchovných technik může stresový stav ještě prohloubit.

V případě úspěšné aplikace techniky dochází ke zmírnění, či úplnému potlačení stavu paniky, vyhodnocení situace, konstruktivnímu řešení a následnému vyřešení problému, či opětovnému stavu paniky, kde se pokračuje jako v předchozích případech.

5.8 Modelové zvládnutí stresové situace

Jak již bylo výše zmíněno, existuje příprava na konkrétní stresovou situaci a příprava na všeobecnou stresovou situaci. Nácvik konkrétních situací vede k excelentnímu zvládnutí úzké škály situací. Nácvik všeobecného zvládnutí stresových situací vede k možnému řešení široké škály stresorů. Jejich efektivita je však menší. Obě složky mají svá pozitiva a negativa. Jako optimální řešení se proto jeví kombinace obou dvou prvků přípravy. Modelových nácviků využíváme v situacích, u kterých lze předpokládat, že mají nejvyšší šanci na výskyt (dezorientace, strhnutí masky, uvíznutí, prochladnutí, špatná viditelnost). Psychická odolnost na těžko nacvičitelné situace (kousnutí, zranění, barotrauma, psychické stavy) bude posílena všeobecnou přípravou.

Pro lepší pochopení a názornou ukázkou technik převedenou do reálných situacích, lze použít tento příklad:

Při ponoru se potápěč v hloubce setkává s rozvířeným bahnitým dnem. V případě začátečníka by už zde mohlo dojít k rozvoji stresoru vyúsťujícího v neadekvátní reakci. Například k neopodstatněným, prudkým pohybům vířících dále dno, jenž by vedlo k dalšímu zhoršení stávající situace. V okamžiku, kdy se jedná o zkušeného potápěče, který má díky předchozím nácvikům za obdobných podmínek situaci plně pod kontrolou, dochází fyziologicky pouze k mírnému nárůstu tepové frekvence. Po několika okamžicích se z bahnitého oblaku bez potíží dostává ven za pomoci pomalých ploutvových pohybů. Ponor pokračuje dále, až do doby, kdy se potápěč částečně zamotá do rybářské sítě. V prvním případě má sice dotyčný osvojené základní modelové situace, ne však tuto. Po neúspěšném pokusu o vyproštění propadá panice a zbrklými pohyby se ještě více zamotává do sítě. Třetí potápěč však má osvojené i základy všeobecného zvládnutí stresových situací. Po počátečních neúspěšných pokusech osvobodit se začíná propadat panice. Z dřívějšího nácviku ovšem ví, že na uklidnění u něj nejlépe zabírá technika vytěsnění. V jeho konkrétním případě pomáhá myšlení na pozitivní událost, kdy chytil opravdu velkou rybu. Bohužel míra rozrušení v této situaci je tak veliká, že se ani při opakovaném pokusu nedokáže na tuto událost zaměřit. Přechází proto na metodu racionalizace. Podívá se na manometr, kde zjišťuje, že má

ještě poměrně dostatečnou zásobu vzduchu na únik z dané situace. Tímto faktem částečně uklidněn opatrně vyvlíkne uchycená oka sítě z okrajových částí výstroje a dostává se ven.

6. DISKUZE

Celkové měření spotřeby vzduchu bylo v případě této práce zbytečně složité a to zejména použitím lahve o velkém objemu vzduchu. Vlivem použití lahve o objemu 5,46 litrů mohla vzniknout maximální rozdílnost od skutečnosti 0,545 litrů (3,3% od průměrné spotřeby pod vodou) u každého probanda v situacích pod vodou. Tomuto jevu se dá z velké části vyvarovat upuštěním vzduchu z automatiky na další snímanou hodnotu. Na souši díky použití lahve o objemu 1,34 litru měří přístroj ještě nepřesněji a mohla vzniknout rozdílnost až o tuto hodnotu. Díky nízkému objemu láhve však nebyl problém před výměnou probandů upustit přebývající vzduch na další snímanou hodnotu a tím této rozdílnosti zabránit. Ve vodních situacích je však tato metoda obtížná. Z hlediska přesnosti měření je proto lepší využívat lahví o malém objemu vzduchu i ve vodě. Další složkou, která byla značně podceněna je spolehlivost přístroje. Velké množství záznamů bylo neúplných, či nesmyslně zkreslujících. Občasné situace vykazovaly dokonce nárůst množství vzduchu v lahvi, místo jeho spotřeby. Z tohoto důvodu nebylo možné některé záznamy použít. Zároveň je nutné počítat s průměrnou 0,25 % odchylkou, kterou uvádí samotný výrobce, jako možnou odchylku přístroje od reálné hodnoty Celkové využití přístroje Galileo-Sol je diskutabilní. Jako vhodnější přístroj se v tomto případě jeví tenzometrický manometr.

Měření tepové frekvence vykazovalo nižší výskyt zkreslujících dat, o to více dat však chybělo v záznamu. Pro budoucí měření by bylo vhodné aplikovat alespoň dvě snímající sondy na první stupeň automatiky, 2 sport testery na probanda a 2 měřící přístroje. Musí však být vhodně zvoleny, aby nedocházelo k rušení signálů. Při aplikaci dvou zařízení by bylo možné nesmyslná či vynechaná data doplnit z druhého přístroje. Z hlediska klidové tepové frekvence a následné fyziologické reakce na stres je výhodné, aby probandi měli podobné výchozí podmínky. Rozdílnost zátěže během dne, ať psychologické, či fyzické může vést ke zkreslení výsledků. Totéž se týká měření během výuky.

Optimální by proto bylo měřit například skupinu, která se účastní několikadenního potápěčského kurzu, čímž je částečně zaručena podobnost fyziologické i psychické zátěže. Vhodné by také bylo před samotným měřením dát probandovi krátký dotazník,

ve kterém by byla hodnocena nejen fyziologická a psychologická zátěž dne, ale i aplikace alkoholických, stimulačních, či jiných omamných prostředků.

Z hlediska spotřeby vzduchu a nárůstu tepové frekvence se největší problém vyskytl v situacích spojených s pohybem. Kromě exaktního popisu pohybu pod vodou a dbáním na jeho dodržování, by bylo vhodné změřit průměrnou spotřebu vzduchu a průměrný nárůst tepové frekvence způsobený pohybem. Naměření těchto hodnot lze docílit například změřením rozdílností klidových hodnot a hodnot pohybu pod vodou u zkušených instruktorů potápění. U těchto lidí se předpokládá, že stresor bude u nich vyvolávat menší, či zanedbatelnou odezvu. V tomto případě by se už řešila pouze složka efektivnosti pohybu pod vodou.

Z výše uvedeného důvodu může být značně zkresleno vyhodnocení stresoru s názvem prvotní pohyb a návrat/vynoření. Nicméně v ohledu spotřeby vzduchu se na vyhodnocení těchto situací nic nemění. Porovnání s cizí literaturou chybí, z důvodu nenalezené odborné literatury na dané téma, což může být způsobeno tím, že daná literatura opravdu neexistuje.

Z bezpečnostního hlediska, které bylo zajištěné mimo jiné jedním, až dvěma instruktory ze souše a proškolenou osobou ze dna bazénu, lze zlepšit prevenci úrazu vyklizením hladiny, zejména v předpokládaných místech vynoření účastníků experimentu.

Celková doba měření experimentu se i přes předpokládané tempo 4 probandů za hodinu extrémně protáhla, zejména kvůli přístrojovým a personálním chybám. Místo předpokládaných 5-6 hodin v rozmezí 3 týdnů byl experiment měřen po dobu 25-30 hodin v rozmezí 3 měsíců. U vybrané skupiny probandů se předpokládá, že bude mít reprezentativní charakter. Proto výsledky naměřené v této práci by měly být platné i pro širokou základnu potápěčů.

Výsledky měření spotřeby vzduchu ve stresových situacích jsou velmi překvapivé. Tyto výsledky můžeme pozorovat v grafu č. 2 (str. 50). Je z něj jasně patrné, že největší nárůst spotřeby vzduchu vůči klidové situaci na souši byl v situaci dezorientace, následovaný situací prvotní pohyb, návrat/vynoření, nasazení, klid 2, klid 1, strhnutí. Je

zajímavé, že při situaci dezorientace nevykonává potápěč žádnou činnost. tudíž by spotřeba vzduchu měla být nižší, než například v situaci nasazování masky.

Z hlediska nárůstu tepové frekvence bylo sestupné pořadí v námi měřených situacích vůči klidové situaci na souši následující (str. 77 graf 10): Prvotní pohyb, návrat/vynoření, strhnutí, nasazení, dezorientace, klid 2, klid 1, maska zem, klid zem.

Z korelace 0,077 mezi změnou TF a změnou spotřeby vzduchu vyplývá, že tyto dvě veličiny při stresových situacích pod vodou příliš nesouvisí. jak je jasně patrné z grafu č. 10 (str. 77), každá situace má svou specifickou změnu těchto dvou veličin. Z grafu také vyplývá, že dechová složka reaguje na stresové situace pod vodou mnohem ochotněji, než tepová. Dechovou složku ovlivní člověk mnohem snáze, než tepovou, proto se lze pouze domnívat, zda-li v některých situacích nedošlo k neuvědomělému nárůstu spotřeby vzduchu například z důvodu obavy o jeho nedostatek.

Naopak při situaci strhnutí masky, je možné, že začátečníci instinktivně zatajili dech (snížení spotřeby vzduchu), což v následující situaci nasazení vedlo ke kompenzaci (zvýšení spotřeby vzduchu).

7. ZÁVĚR

Korelací spotřeby vzduchu a nárůstu tepové frekvence v jednotlivých situacích výsledkem 0,077213 vyplývá, že mezi nárůstem spotřeby vzduchu a nárůstem tepové frekvence u začínajících potápěčů pod vodou není ve všech situacích podobný vztah. Odůvodnění tohoto výsledku je dále interpretováno pod grafem č. 10 (str. 77). Tímto výsledkem byla zároveň vyvrácena stanovená hypotéza H1: „Při přístrojovém potápění začínajících potápěčů - změna tepové frekvence a minutová spotřeba vzduchu v měřených stresových situacích budou vzájemně korelovat.“

Spotřeba vzduchu v jednotlivých stresových situacích pod vodou je rozdílná. Viz tabulka č. 8. Nejvyšší průměrná spotřeba vzduchu byla naměřena u situace dezorientace, dále pak posloupně od nejvyššího k nejnižšímu u situace prvotní pohyb, návrat/vynoření, nasazení masky, klid 2, klid 1, strhnutí a maska zem

Vyhodnocení nejintenzivnějšího stresoru na základě nárůstu spotřeby vzduchu a tepové frekvence nejvíce přiblíží tabulka č. 17. (str. 64). Na základě těchto dvou ukazatelů je vyhodnocení situací posloupně od nejvyššího po nejnižší následovné:

- Dezorientace
- Prvotní pohyb
- Návrat/vynoření
- Nasazení masky
- Strhnutí masky
- Klid 2
- Klid 1
- Maska zem

Kapitola 5.7. se zabývá výše uvedenými situacemi a zároveň informuje čtenáře o přípravě na stresové situace, ať již konkrétně, či všeobecně. Touto kapitolou je splněn cíl "Přispět k optimální metodě a doporučením týkajících se bezpečnosti a psychologické odolnosti potápěče".

Odpovědí na vědeckou otázku č. 1 zda-li se zvýší věcná významnost (nad 10%) ve spotřebě vzduchu u začínajících přístrojových potápěčů při námi měřených stresových situacích pod hladinou oproti klidovému stavu nad hladinou je ano. Změna spotřeby vzduchu se zvýšila ve všech situacích oproti klidové situaci nad hladinou o více než 10% (viz. tabulka č. 15, str. 62).

Odpovědí na vědeckou otázku č 2, zda-li se zvýší věcná významnost (nad 10%) ve spotřebě vzduchu u začínajících přístrojových potápěčů při námi měřených stresových situacích pod hladinou oproti klidovému stavu pod hladinou je ano. Až na situaci strhnutí, kde došlo k -0,26% poklesu spotřeby vzduchu všechny situace vykazaly zvýšení spotřeby vzduchu nad 10% (viz. tabulka č. 15, str. 62).

8. SEZNAM LITERATURY

ATKNSON, M., RITA L., *Psychologie* Praha: Portal, 2003. ISBN 80-7178-640-3

CHYTIL, M. *Onemocnění související s potápěním a jejich prevence*. Praha: Grada, 2007. 165 s.

ELSNER, R., GOODEN, B. *Diving and Asphyxia—A comparative study of animals and man*. Cambridge: Cambridge University Press 1983.

GOODEN, B. Mechanisms of the human diving response: *Integrative Physiological and Behavioral Science* 1994; 29.1: 6-11.

GOSŮVIČ, Stracimir a English translation by Karolina UDOVIČKI. *Safe diving: underwater medicine and diving techniques*. 6th (English) ed. Flagstaff, AZ: Best Pub. Co, 1993. ISBN 95-317-6008-X.

HARTL, A. WHITE SA, CONBOJ, PJ. Open water diver scuba diving accidents at Leicester: Five year's experience. *J. Accid Emerg med*, 1999, 16: 198-200

JAHNS, J., RŮŽIČKA, A., VRBOVSKÝ V., *Přístrojové potápění*. Praha: Svaz potápěčů České republiky, 2012.

KOLATA, G., *'Maximum' Heart Rate Theory Is Challenged*. New York Times 2001-04-24.

LINHART, J. *Slovník sázíh slov*. Liberec: Dialog, 2010. 416 s. ISBN 80-85843-61-7

MAŤÁK, J., *Malá škola potápění*. 2. Praha: GNOM, 1994. 111 s. ISBN 80-85460-04-1

PYŠ, J., *Potápění se základní výstrojí*. Praha : Karolinum, 1996. 36 s. 80-7184-174-9.

ROBERGS, R., LANDWEHR R. The surprising history of the H_{rmax}=220-age Equation. *Journal of exercise physiology* 5:1-10. ISSN 1097-9751

SELLERS, SH., Bridging the experience gap: Techniques for reducing the stress of zero visibility training. *Diving for Science* 1999, 11: 22-26.

SLEPIČKA, P., HOŠEK, V., HÁTLOVÁ, B., *Psychologie sportu*. Praha: Karolinum, 2009. 242 s.

SEDLÁČEK, Jaroslav. *Základy auditu*. Brno : Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, 2011. 180 s

TANAKA, HIROFUMI, KEVIN, D., SEALS, DOUGLAS, R., Age predicted maximal heart revise. *Journal of the American college of Cardiology* 153-6. doi:10.1016/S0735-1097(00)01054-8.PMID 1115373

ZEMAN, V. *Adaptace na chlad u člověka*. Praha: Galén, 2006, 131 str., ISBN 80-7262-331-1

Elektronické zdroje:

URL₁:< <http://www.ddworld.cz/pc-a-komponenty/case-a-zdroje/tema-voda-do-pc-pruvodce-vodnim-chlazenim-pro-uzivatele-2.html> >(24.8.2013)

URL₂:< <http://www.freeride.cz/wind-water/clanky/tech/jak-si-spravne-vybrat-neopren-pro-podzimni-mesice--12508>>(24.8. 2013)

URL₃:< http://cs.wikipedia.org/wiki/Puls_%28tep%29>(24.8. 2013)

URL₄:<<http://www.guinnessworldrecords.com/records-2000/lowest-heart-rate>>(24.8. 2013)

URL₅:<<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%9Azkosturl>>(24.8. 2013)

URL₆:<<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%9Azkost>>(24.8. 2013)

URL₇:<<https://www.google.cz/search?q=gener%C3%A1ln%C3%AD+adapta%C4%8Dn%C3%AD+syndrom&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei=r->

j9U4rxMcOr7AbBxIDoBg&ved=0CAYQ_AUoAQ&biw=934&bih=677>(24.8.2013)

URL₈ <<http://www.stranypotapecske.cz/dokument/vs2006.pdf>>(16.11.2013)

URL₉ <<http://www.emergencymedicalparamedic.com/what-is-the-mammalian-diving-reflex>>(16.11.2013)

URL₁₀ <<http://www.trenink.com/index.php/medicina-medicina-a-regenerace-265/fyziologie-medicina-a-regenerace-270/1848-fyziologie-srdeni-innost-a-krevni-obh-pi-namaze-2ast>>(16.11.2013)

9. Přílohy:

Příloha č. 1 Schválení etické komise

Příloha č. 2 Vzor informovaného souhlasu

Příloha č. 1

SCHVÁLENÍ ETICKÉ KOMISE



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín
tel.: 220 171 111
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, doktorské, diplomové (bakalářské) práce, zahrnující lidské účastníky

Název: Vliv stresových situací na spotřebu vzduchu pod vodou

Forma projektu: diplomová práce

Autor: Dušan Blažek

Školitel: Ing. et. Mgr. Miloš Fiala, Ph.D.

Popis projektu

Práce má za účel blíže prozkoumat často se vyskytující jevy v přístrojovém potápění. Mnohdy se stává, že ačkoliv je potápeč velmi dobře vycvičen, přesto dochází v krizových situacích k určitému druhu selhání potápeče. Proto je cílem této práce vyhodnotit rizikovost jednotlivých situací a tím eventuelně zlepšit kvalitu výuky budoucích potápečů.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:

Experiment probíhá v uzavřeném prostředí bazénu o maximální hloubce 2,5 m. Každý účastník je individuálně proškolen a má již za sebou základy potápění. Celému procesu vždy přihlíží minimálně 2 certifikovaní potápěčský inštruktoři.

Etické aspekty výzkumu:

Osobní údaje, či výsledky měření spojené s konkrétními osobami nebudou nikde publikovány, či jinak zneužity.

V Praze dne 13.3. 2014

Podpis autora:

Vyjádření etické komise UK FTVS

Složení komise: Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.
Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.
Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.
Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 111 / 2014

dne: 25.3. 2014

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

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

podpis předsedy EK

Příloha č. 2

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Informovaný souhlas

Já (podepsaný v tabulce) souhlasím s tím, že jsem byl informován a seznámen s měřením Bc. Dušana Blažka, ohledně diplomové práce na téma „Vliv stresových situací na spotřebu vzduchu pod vodou“.

Beru na vědomí, že jsem byl osloven, jakožto začínající potápěč. A jsem si vědom měření mé tepové frekvence a spotřeby vzduchu během ponoru. Souhlasím s tím, že se jedenkrát zúčastním následujícího měření, nepřesahujícího celkovou délku patnácti minut. Byl jsem seznámen s neinvazivní formou měření pomocí sport testeru a snímací sondou, umístěné na dýchacím mediu. Byl jsem také seznámen s bezbolestností, ale možností pocitu dezorientace, či úzkosti při měření.

Jsem také seznámen s bezpečností, zachycující riziko poškození ušního bubínku, či následky spojenými s mým neopodstatněným jednáním. Při nejmenších náznacích tlaku v uších a nepodařilému vyrovnání jsem byl seznámen s možností výzkum kdykoliv ukončit. Stejně tak jako kdykoliv během procesu, bez udání příčiny.

Já (podepsaný v tabulce) souhlasím s následujícím měřením:

Měření klidové tepové frekvence po dobu jedné minuty pomocí sport testeru. Obléknutí potápěčského žaketu, přesun 20 metrů po dně bazénu do hloubky 2,5m. Následná 60 s pauza na uklidnění. Stržení masky pozorovaného, a následné nasazení pozorovaným. 60 s pauza na uklidnění. Stržení masky pozorovaného s následnými 5ti přetočeními vpřed, vzad, či do strany. Po nasazení masky pozorovaným následuje posledních 60 vteřin v klidové poloze na dně a následující přesun po dně bazénu na druhou stranu (25m).

Jméno:	Podpis: