

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Katedra oděvnictví



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Téma: Funkční vlastnosti ochranných oděvů pro potápěče
Theme: Functional characteristics of protective clothing for divers

KOD/2010/06/2 BS

Vedoucí práce: Doc. Ing. Antonín Havelka

Počet stran: 48

Počet příloh: 1

Počet obrázků: 23

Počet tabulek: 10

Richterová Jana

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA:	OSOBNÍ ČÍSLO:
RICHTEROVÁ Jana	Pasecký Žleb 5; Paseka	T06000140

NÁZEV TÉMATU:

Funkční vlastnosti ochranných oděvů pro potápěče

VEDOUcí PRÁCE:

doc. Ing. Antonín Havelka, CSc. -KOD

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Vypracujte rešerši se zaměřením na oděvy používané pod vodní hladinou
2. Analyzujte funkční vlastnosti důležité pro tyto oděvy
3. Proveďte měření funkčních vlastností na vybrané sadě vzorků
4. Vyhodnoťte výsledky měření a formulujte příslušné závěry a doporučení pro praxi

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

1. Kovačič, V. Textilní zkušebnictví-díl I a díl II. Liberec: Technická Univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra textilních materiálů, 2004
2. E-learningová podpora výuky v laboratořích katedry oděvnictví [online]. Liberec, Technická Univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra oděvnictví, [citováno 2008-09-26]. Dostupné z: <<http://krakatice.kod.tul.cz/frvs2025/>>.
3. Hes, L.-Sluka, P. Úvod do komfortu textilií. Liberec: Technická Univerzita v Liberci, Fakulta textilní, Katedra hodnocení textilií, 2005.
4. Technické informace firmy: Sedo Chemicals Neoprene GmbH, [citováno 2008-09-26]. Dostupné z: <<http://www.sedochemicals.de/>>.

Datum zadání bakalářské práce : **27. října 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. května 2010**

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce, a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užit své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne: 15.05.2010

Jana Richterová

P o d ě k o v á n í

Chtěla bych vyjádřit poděkování za konzultaci mé bakalářské práce Doc. Ing. Antonínu Havelkovi, za rady a náměty, jak bakalářskou práci pojmout, dále pak panu Ondřeji Čechovi za ochotu při konzultaci obsahové stránky i odborné povahy práce a za výpomoc při měření.

V neposlední řadě děkuji své rodině a přátelům za psychickou i materiální podporu jak při vypracovávání mé práce, tak při studiu.

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce je rešerše problematiky ochranných oděvů pro potápěče a analýza funkčních vlastností na vybrané sadě vzorků.

Teoretická část se zabývá otázkou, proč je důležité potápění s izolačními obleky a doplňky. Obsahuje přiblížení tematiky potápění, popis používaných materiálů na výrobu neoprenu, popis typů obleků jak běžných, tak i zcela nových. Dále pak uvádí správnou péči a údržbu potápěčských obleků a příklady tabulek velikostí výrobků běžně uváděných na trhu.

Experimentální část je zaměřena na měření nejdůležitějších funkčních vlastností dvou neoprenových obleků o různé tloušťce pomocí termovize. Pro porovnání také na zařízení Alambeta. Dále je pak napodobena situace praktického použití izolačního obleku při potápění, kdy je oblek vystaven namáhání na oděr na rotačním odírači Rubtester. Výsledky z experimentů a jejich rozbor jsou také součástí práce. Tato práce ověřuje v praxi účelnost izolačních obleků a potvrzuje důležitost jejich používání.

Abstract:

Submitted bachelor thesis deals with diving suits and analysis of functional properties selected set of specimens.

Reasons of using insulating diving suits, its accessories, materials used to production of neoprene, and description common or new types of suits, with examples of size tables available on the market are contained in the first part. Besides this, generally information about diving and correct maintenance of suits are described there.

The experimental part is focused on the measuring the most important properties of two neoprene suits with various thickness by using a thermovision and Alambeta device. Besides this, real conditions were simulated for suits, where suits were exposed of abrasion by using Rubtester device. The results from experiments and their analysis are also parts of the thesis. This thesis device makes verification effectiveness of the insulating suits and confirms the importance of their use.

Klíčová slova:

- potápění
- izolační obleky
- neopren
- termoregulace
- alambeta
- termovize

Keywords:

- diving
- insulating suits
- neoprene
- thermoregulation
- alambeta
- thermovision

Seznam použitých zkratk a symbolů:

α	- měrná tepelná vodivost [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]
α_s	- koeficient sálání [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]
c	- měrné teplo [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]
ČSN	- Česká státní norma
grad	- gradient
h	- tloušťka materiálu [m]
λ	- součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]
q	- hustota tepelného toku [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$]
Q	- množství přivedeného tepla [J]
R	- tepelný odpor materiálu [$\text{W}^{-1} \cdot \text{K} \cdot \text{m}^2$]
ρ	- hustota (měrná hmotnost) [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
t	- teplota [$^{\circ}\text{C}$]
τ	- čas [s]
σ	- teplotní spád [$\text{K} \cdot \text{m}^{-1}$]
b	- koeficient tepelné aktivity [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{K}^{-1}$]
dl	- délka [mm]
φ	- relativní vlhkost vzduchu [%]
m	- hmotnost [kg]
n	- celkový počet měření
\dot{Q}	- tepelný tok [W]
S	- plocha textilie [m^2]
ΔT	- rozdíl teplot [K]
J	- joule

1 Obsah

1	Obsah	8
2	Úvod	10
3	Historie.....	11
4	Izolační obleky pro potápěče.....	12
4.1	Základní rozdělení	12
4.1.1	Tropické izolační obleky.....	13
4.1.2	Mokré izolační obleky	13
4.1.3	Suché izolační obleky	14
4.1.3.1	Membránové suché izolační obleky	15
4.1.3.2	Neoprenové suché izolační obleky	15
4.1.4	Doplňky.....	16
4.2	Tabulky velikostí	17
5	Materiály izolačních obleků	19
5.1	Výroba.....	19
5.2	Vlastnosti	20
5.2.1	Tepelně izolační vlastnosti.....	21
5.2.1.1	Tepelný odpor.....	21
5.2.1.2	Tepelná vodivost.....	21
5.2.1.3	Teplotní vodivost.....	22
5.3	Spojování	22
6	Nové materiály	23
7	Péče a údržba.....	24
8	Termoregulace.....	25
8.1	Výdej tepla	25
8.1.1	Vedení - kondukce	26
8.1.2	Sálání (záření)	27
8.1.3	Proudění - konvence	27
8.1.4	Dýchání - respirace	27
8.2	Termovize	28
8.2.1	Teoretické základy termografie	28
8.2.2	Emisivita	28

9	Experimentální část	30
9.1	Tepelně izolační vlastnost.....	30
9.1.1	Metoda měření pomocí přístroje Fluke - termokamery	30
9.1.1.1	Popis přístroje termokamery Fluke.....	30
9.1.1.2	Popis měřených materiálů	30
9.1.1.3	Postup experimentu	31
9.1.1.4	Výsledky měření.....	32
9.1.2	Metoda měření tepelné vodivosti pomocí přístroje Alambeta.....	34
9.1.2.1	Popis měřených materiálů	35
9.1.2.2	Popis přístroje	35
9.1.2.3	Podmínky zkoušky	36
9.1.2.4	Měřené veličiny	36
9.1.2.5	Výsledky měření.....	37
9.2	Odolnost v oděru.....	37
9.2.1	Metoda měření pomocí přístroje Rubtester.....	37
9.2.1.1	Popis měřených materiálů	38
9.2.1.2	Popis přístroje	38
9.2.1.3	Podmínky zkoušky	38
9.2.1.4	Výsledky měření.....	38
10	Závěr:.....	40
11	Použité zdroje:.....	41
12	Seznam příloh:	44
13	Seznam obrázků:.....	45
14	Seznam tabulek:	46

2 Úvod

Před mnoha tisíci lety vznikl na zemi život. Přesněji řečeno ne na zemi, ale ve vodě. Postupem času se první organismy naučily žít na souši a také člověk prošel dlouhým vývojem. Naučil se chodit, mluvit, psát, snažil se ovládat sebe a své prostředí. Vytvořil pozoruhodná díla, zkoumal historii vzniku Země a snažil se i poznat vesmír. Láká ho dešifrovat nevysvětlitelné jevy a záhady, překonat hranice lidských možností a fyzikálních zákonů. Možná i proto se vrací do hlubin moře, aby se pokusil rozluštit tajemství vzniku života.

Tato bakalářská práce má za úkol zmapovat problematiku potápění v chladné vodě a nasimulovat podmínky měření tak, aby byly co nejbližší praktickému používání potápěčských obleků o různé tloušťce.

3 Historie

Už na samém počátku lidských dějin se setkáváme s podmořskými výpravami. V tehdejších dobách bylo samotné umění plavat hrdinským činem.

Nejstarší záznamy o potápěčských zařízeních jsou staré přibližně šest tisíc let. Měly podobu pružných kožených vaků, z nichž se potápěči pod vodou nadechovali. Zhruba v polovině 16. století byla vynalezena nádoba obrácená dnem vzhůru, neboli potápěčský zvon, jehož historie sahá až do období antiky. Tyto zvony se vyráběly ze dřeva s olovenou zátěží po obvodu spodního okraje zvonu.

Teprve v roce 1819 vytvořil Augustus Siebe potápěčský skafandr s kovovou přilbou s přívodem vzduchu hadicí od pumpy na hladině. Siebe vnesl do potápění značný pokrok. Ve spolupráci s Francisem Gormanem vytvořil Siebe skafandr moderní konstrukce. Byl sestaven z nepropustné kombinézy s kovovým náplecníkem, který dovozoval přichycení přilby se skleněným průzorem.

V roce 1912 vytvořil M. Fernez skutečně nezávislý dýchací přístroj složený z jedné nebo několika lahví se stlačeným vzduchem a redukčním ventilem, který redukuje tlak ze zásobníků vzduchu na tlak okolního prostředí. Byl nazván „vodní plíce“. Převratem je vdechování vzduchu z náustku hadice vycházející ze samotného redukčního ventilu. Od té doby se redukční ventily zdokonalují a mají mnoho variant a stupňů.

Potápění do velkých hloubek je stále náročné. Než se mohou potápěči nadechnout atmosférického vzduchu, je při návratu k hladině nutná pomalá dekomprese. [9, 26, 27]



Obr. 1 Potápěčský zvon [37]



Obr. 2 Fernezův potápěčský oblek [37]

4 Izolační obleky pro potápěče

Při potápění používáme speciální obleky a pomůcky, které zajišťují tepelnou ochranu, a tak poskytují pocit pohodlí. Hlavní úlohou ochranných oděvů pro potápěče je tepelný komfort, založený na ovlivnění výdeje tělesné teploty. V různých teplotách vody se pro potápění používají různé druhy obleků, které mají specifické vlastnosti potřebné pro danou oblast. Liší se od sebe typem použití. Mokrý, do kterých nateče malé množství vody, suchý, bez proniknutí vody přímo na tělo, a obleky s podvlékacím systémem. Dále se obleky liší délkou, ke kolenům nebo ke kotníkům, jednodílným nebo dvoudílným a vícevrstevným členěním, použitým materiálem a tloušťkou materiálu.

Výběr správného obleku je velice důležitý. Záleží na správné velikosti a celkovém padnutí obleku. Pokud je volný, nesplňuje správně svoji funkci chránit tělo před prochlazením. Pro potápění v tropických oblastech se používají obleky vyrobené z lycry nebo neoprenové kombinézy s kratšími rukávky a nohavicemi do půli stehů. Pro potápění ve středomořských vodách se používají neoprenové obleky s kuklou, s rozepínáním na zip, vodotěsnými manžetami na ruce i nohy a někdy i speciálním spodním prádlem pod oblek. Do studených vod se používají obleky zdvojené, se zapínáním na zip, s botami a rukavicemi. Izolační obleky vyžadují použití kompenzátoru vztlaku. Pro suché obleky se používá kompenzátor s větší zátěží. Suché obleky se dělí na membránové a neoprenové. Používáme je pro potápění ve studených vodách a je nutné mít pod nimi obléknuté ještě speciální spodní prádlo. [11]

4.1 Základní rozdělení

Izolační obleky rozdělujeme podle použití, propustnosti vody mezi tělo a oblek, podle použitých technologií a materiálů. Podle použití se dělí na tropické izolační obleky používané do teplých vod. Materiál je velmi pružný, tenký a rychle usychá. Dále se obleky dělí na mokré izolační obleky, do kterých sice nateče voda, která ale pod oblekem necirkuluje a tím dodává patřičný komfort. Suché izolační obleky se používají při potápění ve studených vodách a pod oblek nezateká voda. Dále se suché obleky dělí na membránové a neoprenové.

4.1.1 Tropické izolační obleky

Používají se pro šnorchlování. Vyrábějí se z materiálu podobného plavkovině, z lycry nebo nylonu. Tepelně moc neizolují, ale to při teplotě okolní vody v korálových mořích není potřeba. Chrání potápěče před paprsky slunce, žahavými živočichy žijícími v moři a před poškrábáním se o korály.

Někdy se mohou použít i do teplých vod krátké mokré neoprenové obleky – monošorty.[3]



Obr. 3 Tropické izolační obleky – monošorty [30]



Obr. 4 Tropické obleky pro horní část těla [29]

4.1.2 Mokrý izolační obleky

Mokrý izolační obleky jsou třívrstvé, vyrobené z pěněného neoprenu. Pro potápěče se používá tloušťka 2-7mm, podle teploty vody se musí zvolit správný tepelně izolační oblek. Bublínky dusíku uzavřené ve vrstvě pružného materiálu, zajišťují tepelnou izolaci. Je oboustranně podlepen nylonovou tkaninou nebo jiným druhem plošné textilie, případně elastanem. Neopreny ve větší hloubce částečně ztrácejí své tepelně izolační schopnosti, protože dochází ke stlačování bublinek v pěnové struktuře materiálu. Mokrý oblek má k tělu přesně přiléhat, ale nesmí škrtnit krevní oběh a omezovat pohyb potápěče. V některých případech je vhodnější nechat si oblek ušít přímo na míru. Střih na míru potápěče předchází přebytečné volnosti obleku a tím i cirkulaci vody. Dovnitř mokrého obleku nateče malé množství vody, kterou tělo potápěče ohřeje. Aby se zabránilo průtoku ohřáté vody v obleku, mají kolem kotníků, zápěstí a krku těsnící manžety. Při potápění musí potápěč vyrovnávat vztlak. K tomu je nutný zátěžový opasek, vyrobený ze syntetické tkaniny, pryže nebo bavlny, na který se navlékají zátěžové olovené kostky vážící 1-5 kg, nebo se vkládají do kapes popruhu. Bezpečnostní přezka z nerezové oceli

nebo chromované mosazi musí být snadno rozepínatelná jednou rukou pro případ krizové situace. [3, 9]



Obr. 5 Mokrý izolační oblek s haupnou [3]



Obr. 6 Mokrý izolační oblek [38]

4.1.3 Suché izolační obleky

Suché obleky jsou pohodlné. Dokonale zabraňují přístupu vody k tělu a lze si pod ně oblékat vrstvy speciálního oděvu. Zapínají se spolehlivě vodotěsným zipem přes celou šíři zad, nebo šikmo přes hrudník. Suché obleky mají těsnící manžety na rukou kolem zápěstí, nebo pro obličejovou část a kuklu, buď v celku, nebo oddělenou. Manžety se vyrábějí v různém provedení, latexové a neoprenové. Obleky se oblékají pomocí vzduchotěsného zipu. Oblek je vybaven napouštěcím a vypouštěcím ventilem.

Tyto obleky v kombinaci s teplým funkčním prádlem nebo fleecovým zateplením vytvářejí výbornou tepelnou ochranu i v náročných podmínkách. Pro ochranu rukou před podchlazením si můžeme vzít mokré nebo speciální suché potápěčské rukavice. Ty mohou být spojeny napevno svárem, nebo je lze nasadit před ponorem pomocí těsnících kroužků a manžet. Suché obleky mají napouštěcí ventil, který přivádí středotlaký vzduch z prvního stupně plicní automatiky, a vypouštěcí ventil. Možností zajištění tepelného komfortu těchto obleků je elektrické vytápění s vlastním zdrojem napájení, kabelem

a konektorem. Pravidelná péče a poprašování latexových manžet prodlužuje jejich životnost a snadnost oblékání. [3]

4.1.3.1 Membránové suché izolační obleky

Na jejich výrobu se používá trilaminát nebo pogumovaná tkanina. Tyto obleky mají však nižší izolační vlastnosti, a proto je vhodné si pod ně vzít ještě speciální teplé spodní prádlo. Spodní prádlo je vyrobené převážně z bavlny, vlny nebo ze speciálně upravených syntetických materiálů. Výhodou je snadná údržba a lepší pohyblivost potápěče. [13]



Obr. 7 Suchý membránový oblek [23]



Obr. 8 Ventil [36]

4.1.3.2 Neoprenové suché izolační obleky

Vyrábějí se ze stejného materiálu jako mokré izolační obleky. Poskytují dokonalou tepelnou izolaci. Dále můžeme použít na výrobu neoprenového suchého obleku stlačený neopren. Poskytuje potápěči větší pohyblivost, je tenčí, a přesto má stejně dobré izolační vlastnosti jako běžný neopren. Pro tento typ obleku je nutné použití větší olověné zátěže. [13]



Obr. 9 Suchý neoprenový oblek [34]



Obr. 10 Rukávové manžety [19]

4.1.4 Doplnky

Nejvíce tělesného tepla ztrácí potápěč hlavou. Tepelné ztráty snížíme použitím kukly nebo vesty s kuklou. Potápěčské rukavice a ponožky v chladnější vodě chrání nejen před prochladnutím, ale i před odřeninami. Rukavice mají na dlaních speciální vrstvu odolnou proti skluzu a odírání. Ponožky by měly přesně sedět. Vyrábí se buď v provedení se zipem, čímž usnadňují obouvání, nebo bez zipu. Boty se používají do chladnější vody. Chrání potápěče před žahavými živočichy a odřením. Pro snadnější obouvání mají botičky z vnitřní strany kotníku zip. [6, 9, 10]



Obr. 11 Botičky [33]



Obr. 12 Rukavice [31]



Obr. 13 Haupny [32]

4.2 Tabulky velikostí

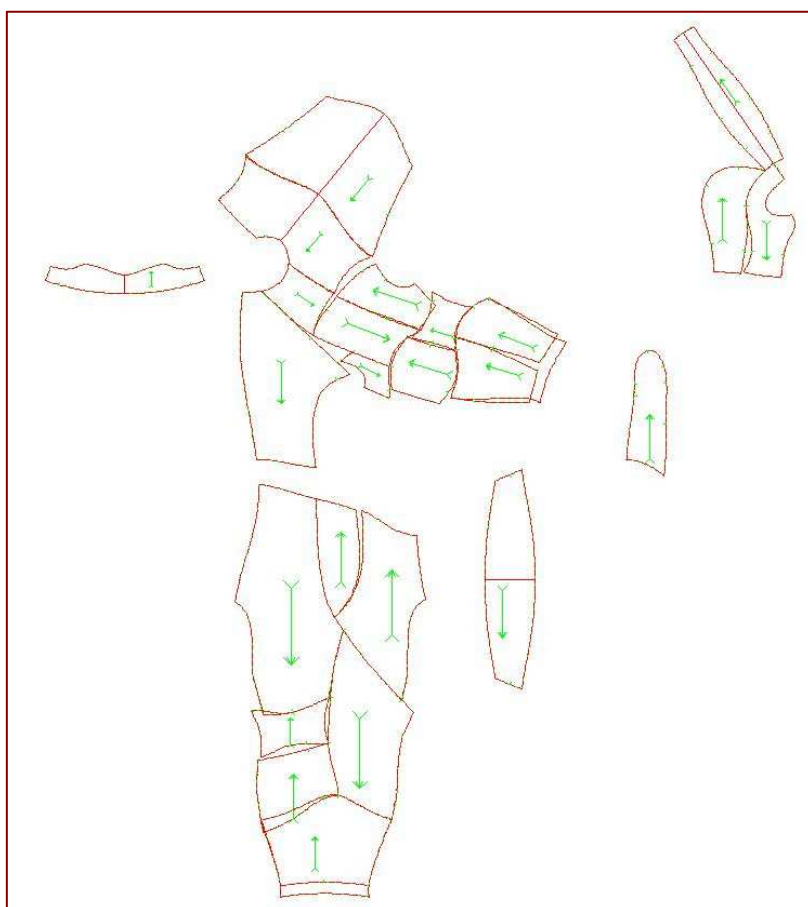
Při potápění hraje velice důležitou roli střih neoprenu. Propracovanost pohyblivých zón je již dnes na vysoké úrovni. V oblasti kolen a loktů nalezneme části z extrémně pružného materiálu, který nám dodá potřebnou flexibilitu. Každá firma má své vlastní tabulky tělesných rozměrů pro vypracování konstrukce střihu. Tyto tabulky se mohou lišit podle použitých tělesných rozměrů. Každý výrobce má svůj vlastní systém označení velikostí a způsob vypracování střihu. Pokud ovšem jedinec nezapadá do konfekčních velikostí, je vhodné si oblek nechat ušít přímo na míru. [28]

Pánská velikost	2	3	4	5	6	7
1. Obvod krku	37/39	38/40	39/41	40/42	41/43	42/44
2. Obvod hrudi	87/91	91/95	95/99	99/103	103/107	107/111
3. Obvod pasu	69/73	73/77	77/81	81/85	85/89	89/93
4. Obvod boků	84/88	88/92	92/96	96/100	100/104	104/108
5. Obvod stehna	51/53	53/55	55/57	57/59	59/61	61/63
6. Obvod lýtky	32/34	33/35	34/36	35/37	36/38	37/39
7. Obvod kotníku	18/20	19/21	20/22	21/23	22/24	23/25
8. Obvod bicepsu	34/36	35/37	36/38	37/39	38/40	39/41
9. Obvod předloktí	32/35	34/36	35/37	36/38	37/39	38/40
10. Obvod zápěstí	15/18	16/18	17/19	18/20	19/21	19/22
11. Od ramena k zápěstí	54/56	55/57	57/58	58/60	59/61	60/63
12. Od ramena k rameni	43/45	44/46	45/47	46/48	47/49	48/50
13. Od klíční kosti k rozkroku	73/75	75/77	77/79	79/81	81/83	83/85
14. Plná výška	170/174	174/178	178/182	182/186	186/190	190/194

Tabulka č.1 Velikostní tabulka firmy Sopras - pánská velikost [28]

Dámská velikost	2	3	4	5	6	7
1. Obvod krku	36/398	37/39	38/40	39/41	40/42	41/43
2. Obvod hrudi	87/91	91/95	95/99	99/103	103/107	107/111
3. Obvod pasu	66/70	70/74	74/78	78/82	82/86	86/90
4. Obvod boků	87/91	91/95	95/99	99/103	103/107	107/111
5. Obvod stehna	51/53	53/55	55/57	57/59	59/61	61/63
6. Obvod lýtky	32/34	33/35	34/36	35/37	36/38	37/39
7. Obvod kotníku	18/29	19/20	20/21	21/22	21/22	23/24
8. Obvod bicepsu	30/31	31/32	32/33	33/34	35/36	36/37
9. Obvod předloktí	25/26	26/27	27/28	28/29	29/30	30/31
10. Obvod zápěstí	15/16	15/16	16/17	16/17	17/18	17/18
11. Od ramena k zápěstí	53/54	54/55	55/56	56/57	57/58	58/59
12. Od ramena k rameni	39/40	40/41	41/42	42/43	43/44	44/45
13. Od klíční kosti k rozkroku	70/72	72/74	74/76	76/78	78/80	80/82
14. Plná výška	162/166	166/170	170/174	174/178	178/182	182/186

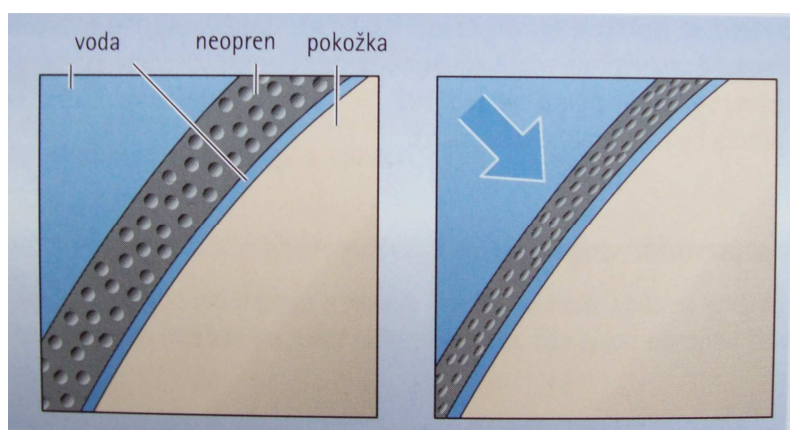
Tabulka č. 2 Velikostní tabulka firmy Sopras – dámská velikost [28]



Obr. 14 Střih neoprenu v programu PDS Tailor [15]

5 Materiály izolačních obleků

Hmota na výrobu neoprenu je syntetický kaučuk, jehož granule se zahřívají a zpracovávají v těsto, které se smíchá s dusíkatým pudrem. Směs se dále zpracovává, mele a zahřívá na vysokou teplotu. Přitom dochází k uvolňování dusíku v plynné formě. V hmotě tak vznikají mikrobubliny, které ji nafukují. Čím více je bublin, tím je oblek pružnější. Materiál se vyrábí v tloušťce 3-8 cm. [9]



Obr. 15 Vlevo: Neoprenový izolační oblek na vodní hladině

Vpravo: Vlivem zvýšeného tlaku vody stlačený neoprenový oblek během ponoru [13]

5.1 Výroba

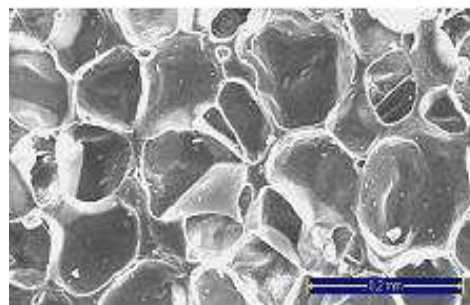
Základem je syntetický kaučuk, který se dodává ve formě tvrdých hrudek. Pro speciální neopren se přimíchává dusík ve formě pudru, který se při zpracování promění v plyn a vytvoří bublinky. Jeho použití není tak běžné. Častěji se při výrobě používají jiné směsi plynů s vysokým procentem vodíku, který vzniká při vulkanizaci. Gumárenská směs se míchá a zahřívá, tím vznikne tuhá, houževnatá směs, která se nechává odležet ve formě bochníků. Poté se protlačí mezi dvěma velkými válci. Proces míchání je zdlouhavý a náročný, na konci vznikají kusy šedé hrudkovité hmoty. Ta se znovu rozdrťí speciálním strojem, který má sadu sít s postupně se zmenšujícími otvory. Vzniká černá, kašovitá hmota, která se rozetře na velký plech a vkládá se do patrového vulkanizačního lisu. Při stálé teplotě a tlaku proběhne proces vypěnění a vulkanizace. Důležité jsou i klimatické podmínky ve výrobní hale. Technologický postup se průběžně upravuje a pravidelně se kontrolují vzorky vzniklého materiálu. Výstupem z lisu je

chlorbutadienová pryž (chloropren) ve formě velkých plátů 1300mm x 2200mm x 30mm. Tyto pláty se nechají dva týdny dozrát.

Dozrálé pláty, neboli slaby, se rozřežou na vodorovné pásové pile, která má místo zubů pásový nůž. Vrchní odříznutá vrstva je odpad a další pláty mají v rovině řezu otevřené bublinky. Na ně se kašíruje PES úplet, úplet z lycry, plyš (froté), suchý zip, fleece nebo i pevná tkanina. Na kašírování se používá lepidlo ředěné toluenem, je potřeba jej rozetřít na plát rozřezaného slabu. Způsob položení vrchního úpletu na lepidlo výrobce neuvádí z důvodu utajení před konkurencí. Proces povrstvování se zakončuje na velkém válci, který je vyhříváný parou na teplotu 130 °C. Spodní plát má hladký a lesklý povrch, který se používá speciálně na výrobu těsnících manžet. [16]



Obr. 16 Syntetický kaučuk [16]



Obr. 17 Průřez neoprenu [16]



Obr. 18 Sada sít se zmenšujícími otvory [16]



Obr. 19 Slab [16]

5.2 Vlastnosti

Při výrobě je kladen důraz na co největší komfort potápěče, dokonalé propracování obleku, jeho stříhu a detailů. Tyto vlastnosti zabezpečují maximální pohyblivost a pohodlí. Nalezením správného poměru vlastností dosáhneme potřebného komfortu pro odlišné teploty vody při potápění. Vhodný výběr do různě chladných vod závisí na stříhu, tloušťce, pevnosti, pružnosti, tvarovatelnosti, povrchové nebo vnitřní úpravě (titanová vložka), počtu vrstev, odolnosti vůči oděru materiálu a typu spojování.

5.2.1 Tepelně izolační vlastnosti

Tepelně izolační vlastnosti jsou důležitými parametry materiálu. Mezi nejdůležitější tepelně izolační vlastnosti patří tepelný odpor, tepelná vodivost a teplotní vodivost. Tyto veličiny spolu úzce souvisí a vzájemně se ovlivňují. Dle ČSN 80 03 51 mají schopnost zabraňovat prostupu tepla. [1, 2, 4]

5.2.1.1 Tepelný odpor

Má největší význam pro hodnocení tepelně izolačních vlastností materiálu. Tepelný odpor R [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$] je definován jako hodnota množství tepla prošlého za jednotku času jednotkou plochy při jednotkovém teplotním spádu. [1, 2, 4]

$$R = \Delta T / Q \cdot S \cdot \tau = h / \lambda$$

kde R tepelný odpor [$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$]

ΔT rozdíl teplot [K]

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

Q množství tepla [J]

S plocha [m^2]

τ čas [s]

h tloušťka materiálu [mm]

λ součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

Tloušťka materiálu h je nejvýznamnějším faktorem, který ovlivňuje tepelný odpor. Je funkcí zatížení a odolnosti vůči stlačení. Čím je tloušťka neoprenu větší, tím je tepelný odpor vyšší. [1, 2]

5.2.1.2 Tepelná vodivost

Tepelná vodivost je schopnost materiálu vést teplo. Vyjadřujeme ji součinitelem tepelné vodivosti λ [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]. Představuje tak množství tepla, které proteče jednotkou délky za jednotku času s vytvořením rozdílu 1 K. Materiály s velkou hodnotou tepelné vodivosti jsou označovány jako vodiče tepla ($\lambda > 2$), při nízké tepelné vodivosti jako izolátory ($\lambda < 0,1$).

Teplo, které projde plochou S za čas τ bude vyjádřeno vztahem:

$$Q = \lambda \cdot S \cdot \tau \cdot \Delta T / h$$

kde Q množství přivedeného tepla [J]

λ součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

S plocha [m^2]

τ čas [s]

ΔT rozdíl teplot [K]

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

h tloušťka materiálu [mm]

Rychlost odvodu tepla vrstvou je dána vztahem:

$$Q/\tau = (\lambda \cdot S \cdot \Delta T) / h \quad [\text{J} \cdot \text{s}^{-1}]$$

S tepelnou vodivostí souvisí také veličiny teplota, tepelný odpor, teplotní vodivost a tepelná propustnost. [1, 2]

5.2.1.3 Teplotní vodivost

Teplotní vodivost α [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$] vyjadřujeme jako rychlost šíření tepla materiálem. S rostoucí rychlostí teploty materiálem roste teplotní vodivost. [1, 2, 4]

$$\alpha = \lambda / C_p \cdot \rho$$

kde α teplotní vodivost [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]

λ součinitel tepelné vodivosti [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

C_p měrná tepelná kapacita za stálého tlaku [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]

ρ měrná hmotnost materiálu [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]

5.3 Spojování

Spojování jednotlivých dílů stříhu neoprenu se provádí převážně lepením. Lepení patří mezi nekonvenční způsoby spojování. Dochází ke spojení dvou součástí pomocí adheziv. Lepidlo se nanáší na tupé hrany dílů neoprenu a pronikne do pórů slepovaných materiálů. Po zatvrdnutí dojde k pevnému spojení, které je zakotveno v pórech slepovaných materiálů. K tomuto zajišťování je nutné, aby lepidlo bylo odolné při dlouhodobějším kontaktu s vodou. Spojené díly se poté zajišťují šitím. Tím docílíme zpevnění a zkvalitnění slepovaného spoje, šije se dvounitým řetízkovým stehem. Díky obloukové jehle tužícího stroje je materiál propíchnut pouze do třetiny jeho tloušťky, takže nedochází k porušení propustnosti materiálu propíchnutím celé jeho tloušťky. Šití se uskutečňuje jak z lící, tak z rubní strany spoje. [8]



Obr. 20 Šev [36]

6 Nové materiály

Nejen čeští, ale i světoví potápěči, stále více cestují. Proto také jejich nároky na lehkost a účelnost výbavy stále stoupají.

Lehký a přece teplý. Takto představuje firma Henderson svou novou řadu obleků Insta dry. Tyto neopreny jsou tvořeny ze tří vrstev. Vnitřní materiál je antibakteriální a má hladký povrch, aby oblek lépe přilnul na tělo potápěče a nedostala se do něj téměř žádná voda. Vnější vrstvu tvoří materiál, který dobře odolává mechanickým oděrům a není pokrytý tkaninou. Tím oblek rychleji uschne a my se tak při opakovaných ponorech nemusíme oblékat do studených a mokrých obleků. Voda po tomto vodoodpudivém povrchu pouze steče. Uprostřed těchto vrstev je tkanina, která dodává neoprenu možnost prošití jednotlivých švů pro maximální pevnost. Takto můžeme mít větší pohodlí a nižší hmotnost našeho obleku při ponorech.

Dále firma Henderson nabízí neopren z řady Titanium Hyperstretch, který má neuvěřitelnou elasticitu použitého materiálu, až dva a půl násobek původního rozměru získáme při natažení tohoto materiálu. Usnadňuje nám lehčí oblékání, neomezuje pohyb a přitom má skvělé izolační vlastnosti. Dokonale padne i postavě, která nezapadá do tabulek konfekčních velikostí.

Maximální pohodlí poskytne výrobek firmy Camaro s bezešvým neoprenem Camaro Seamless. Oblek je převratnou novinkou mezi mokrymi neopreny, pro maximální vodotěsnost jsou obleky spojovány laserem a dále pak přelepeny speciální páskou, tím dosáhneme hladkého povrchu spojů z vnitřní strany obleku a nedochází k poškrábání pokožky od prošitých spojů. Seamless má vylepšené tzv. X-trend zóny, oblast ledvin, podkolení a podpaží má tak maximální svobodu v pohybu. Vylepšení pocítíme také s dvojitými polosuchými manžetami a vodotěsným umělohmotným zipem G-lock. [12]

7 Péče a údržba

Oblek je nutno po každém potápění důkladně opláchnout ve sladké a čisté vodě, řádně vyčistit vnitřní stranu, která je nasáklá potem. Silné znečištění omyjeme teplou vodou a jemným kartáčem, mýdlovou vodou nebo aviváží, nepoužíváme chemikálií, ani nepereme v pračce. Oblek sušíme obrácený naruby, volně zavěšený na širokém ramínku na stinném a suchém místě. Při skladování dbáme na správné uložení, aby nedošlo k nevratné deformaci materiálu. Nelze jej poskládat a uložit, vznikla by přehnutá místa, která se přeleží a zůstanou zeslabena. Spínadla, zipy a přezky je třeba vyčistit od písku a nečistot a po vysušení ošetřit silikonovou vrstvou nebo parafinem proti zadření zipu. Zjistíme-li na obleku poškození, díru nebo prodření, je třeba jej nechat co nejdříve opravit u specialisty. Pro raftování nebo sjíždění divoké vody je vhodné si na neoprenový oblek vzít ještě svrchní oděv, který zabrání jeho poškození. [9, 18]

8 Termoregulace

Termoregulace je schopnost organismu udržet si stálou tělesnou teplotu v průběhu celého dne. Její kolísání je závislé na věku, fyzické aktivitě, projevu momentálních emocí a pohlaví. Metabolismus lidského těla funguje správně jen při určité teplotě. Se zvyšující se teplotou se životní děje zrychlí, ale při vysoké teplotě, asi 42°C, nastane poškození organismu. Naproti tomu při poklesu teploty se látková výměna zpomaluje do doby, než se zastaví a nastává smrt.

Naše tělo a jeho termoregulační mechanismy řízené mozkiem se snaží teplotu udržet na stálé hodnotě. Tělo bojuje proti zimě nejprve přerozdělením oběhu krve, přitom upřednostňuje tělesné jádro (oblast hrudníku se srdcem, plíce, játra) a mozek. Okrajové části končetin (prsty rukou a nohou) a pokožka těla zbledne. Ve druhé fázi začne tělo produkovat zvýšené množství tepla, přičemž čerpá ze zásob. Krátkodobé změny teploty mohou být kompenzovány. Tepelné ztráty můžeme omezit vhodným oblečením. Bez něj nám hrozí tepelný šok, který při potápění může vést až k utonutí.

Teplotu těla je možné udržet i vyšší tělesnou aktivitou, protože teplo v lidském organismu zajišťují v klidovém stavu z 90% játra, zatímco při pohybové aktivitě vytvářejí až 90% tělesného tepla svaly.

Varovné signály: otupělost, zvýšené svalové napětí, svalový třes, necitlivost končetin, ztráta koordinace, silná bolest hlavy, v případě ignorování těchto příznaků pokračují tepelné ztráty, takže může dojít k bezvědomí a utonutí. [5, 7]

8.1 Výdej tepla

Všechny způsoby odvodu tepla z organismu se podílí na fyzikální termoregulaci a jejich suma se musí rovnat množství tepla, které vyrobí organismus metabolickými pochody. Naše kůže je vybavena tepelnými a chladovými receptory. Chladových receptorů máme mnohem více, a proto jako první vnímáme více chlad. Při ochlazování organismu dochází ke zúžení kožních cév, tím se snižuje prokrvování kůže. [5, 7]

Fyzikální pochody odvodu tepla	Procento zastoupení (%)
Záření, sálání	50-60%
Pocení a dýchání	30%
Proudění	7-17%
Vedení	1%

Tabulka č. 3 Fyzikální pochody odvodu tepelných ztrát [7]



Obr. 21 Ztráta tepla při potápění [13]

8.1.1 Vedení - kondukce

Spočívá v předávání kinetické energie – ve vyrovnávání teplot teplejší látky s látkou chladnější (okolí). Dochází k němu v případě, že oděv těsně přiléhá na pokožku a teplo odnímá kontaktním způsobem. Rychlost šíření tepla závisí na teplotě okolí, na tloušťce vrstvy materiálu, množství statického vzduchu v textilií a vnějším pohybu vzduchu. [5, 7]

Platí Fourierův zákon tepelného toku :

$$Q_T = S \cdot \lambda / \delta \cdot \Delta T \text{ [W]}$$

kde

Q_T tepelný tok [W]

S plocha [m²]

λ součinitel tepelné vodivosti [W · m⁻¹ · K⁻¹]

ΔT rozdíl teplot [K]

δ tloušťka stěny [m]

8.1.2 Sálání (záření)

Sdílení tepla sáláním je šíření tepla formou elektromagnetického vlnění o délkách vlny λ 0,8 – 40 μm . Teplo je předáváno z pokožky do okolí a naopak je pokožkou přijímáno prostřednictvím infračerveného záření, které vydávají všechna tělesa. Výdej tepla je závislý na teplotě, na vlhkosti okolí a odhalení těla. [5, 7]

8.1.3 Proudění - konvence

Mezi pokožkou a první oděvní vrstvou se nachází vzduchová mezivrstva (mikroklima), ve které dochází k proudění díky pohybu organismu v prostředí. Transport tepla je závislý na proudění vzduchu, odhalení těla a rychlosti větru. [5, 7]

$$Q_T = S \cdot \alpha \cdot (T_1 - T_2) \text{ [W]}$$

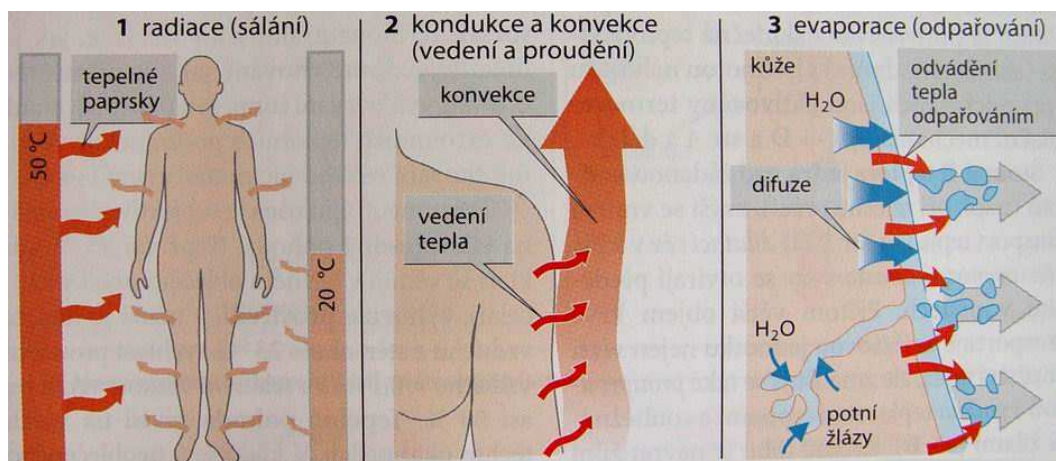
kde Q_T tepelný tok [W]

αsoučinitel přestupu tepla [$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$]

Splocha stěny [m^2]

8.1.4 Dýchání - respirace

Dýchání se uskutečňuje mezi okolním prostředím a organismem. Dýcháním probíhá výměna kyslíku a oxidu uhličitého. Při ventilaci dostaneme nádechem do plic nové množství vzduchu, výdechem se použitý vzduch vrátí do vnějšího prostředí.



Obr. 22 Ztráty tepla [14]

8.2 Termovize

8.2.1 Teoretické základy termografie

Termovizní systém má za úkol analyzovat infračervenou energii vyzařovanou tělesem (každý objekt s teplotou vyšší než absolutní nula (0 Kelvinů= -273,15°C) vydává infračervené záření, které není lidskému oku viditelné). Umožňuje přímé sledování změn povrchových teplot. Teplotní pole snímáme bezkontaktním způsobem termovizní kamerou, resp. termovizí, která nám teplotní pole zobrazuje na obrazovce speciálního monitoru. Rozložení teploty na měřeném povrchu tělesa je na obrazovce zobrazeno termogramem, tj. plochou s různým stupněm šedi – od černé do bílé, nebo barevně. Naměřená data se ukládají na paměťová média. Základním funkčním prvkem je detektor infračerveného záření.

Měření termokamerou lze využít ve všech činnostech lidského podnikání - v lékařství, v zábavním průmyslu, v reklamě, ve fotografii, v ochraně majetku apod. Nicméně hlavními oblastmi použití termovizního měření jsou: stavebnictví, průmysl a elektro. Měření termokamerou ve stavebnictví je asi ten nejrozšířenější a veřejnosti nejznámější způsob využití termovize v běžném životě. [17, 18]

8.2.2 Emisivita

Každý předmět vyzařuje infračervenou energii. Množství vyzařované energie závisí na dvou faktorech, na povrchové teplotě předmětu a intenzitě vyzařování jeho povrchu. Tuto energii detekuje zobrazovač termovize a použije ji pro odhad teploty předmětu. Po většinu případů tento odhad stačí, ovšem pro přesnou intenzitu vyzařování je nutná korekce. Tuto korekci zjistíme nastavením zobrazovače na správnou hodnotu intenzity vyzařování tak, aby automaticky vypočítal správnou povrchovou teplotu měřeného předmětu. Hlavní podmínkou pro přesné měření teploty je nastavení správných hodnot pro vyzařování v zobrazovači. Tuto hodnotu lze zadat přímo do termovize nebo ji vybrat ze seznamu hodnot intenzity vyzařování pro některé běžné materiály, jako je kov, dřevo, voda, kůže nebo textil.

Emisivita je definovaná jako poměr intenzity vyzařování reálného tělesa H_E k intenzitě vyzařování absolutně černého tělesa H_{OE} se stejnou teplotou a určuje tak schopnost reálného tělesa vyzařovat teplo. Je to bezrozměrná veličina.

Emisivita absolutně černého tělesa ε má hodnotu $\varepsilon = 1$. Emisivita reálného tělesa ε_T , nabývá tedy hodnot $\varepsilon_T \leq 1$

Výpočet emisivity ε_T :

$$\varepsilon_T = H_E / H_{OE}$$

kde H_E intenzita vyzařování reálného tělesa udává výkon vyzářený plochou reálného tělesa do celého poloprostoru

H_{OE} intenzita absolutně černého tělesa udává výkon vyzářený plochou černého tělesa do celého poloprostoru [18]

9 Experimentální část

9.1 Tepelně izolační vlastnost

Odborníci, kteří zkoumají nové textilní materiály, používají pro svá měření různé metody, přístroje a testovací zařízení. Například potíci torzo, tepelný manekýn nebo bioklimatické komory. Ověřují si na nich propustnost vodních par, tepelný odpor, propustnost vzduchu a tepelný komfort. Tyto výzkumy jsou velmi náročné jak časově, tak finančně.

9.1.1 Metoda měření pomocí přístroje Fluke - termokamery

Rozhodla jsem se pro experiment měřený na lidském těle. Cílem experimentu je analyzovat rozdíly v účinnosti ochrany oděvu pro potápěče na vybrané sadě vzorků. Zaměřím se na měření povrchové tělesné teploty probandů ponořených do chladné vody. Měření probíhalo v bazénu se studenou vodou, imitujícím prostředí chladného moře nebo skalních jezer. Výsledky naměřených hodnot tělesné teploty na různých částech těla vyhodnotím a zaznamenám je do tabulek.

9.1.1.1 Popis přístroje termokamery Fluke

Termokamera patří k nejprogresivnějším metodám měření teplotních polí. Jedná se o metodu zjišťování teplotních polí na povrchu materiálů pomocí měření intenzity infračerveného záření. Termovizní systém zaznamená tuto energii bezkontaktním měřicím systémem a převede ji na elektrické signály pomocí citlivého infračerveného detektoru. Výstupem je dvourozměrný barevný nebo monochromatický obraz tepelného pole. [21]

9.1.1.2 Popis měřených materiálů

Zkoušené vzorky materiálu pro měření na přístroji Fluke dodala firma Agama Zlín a jsou určeny k výrobě mokrých neoprenových obleků pro potápěče. Neopreny se skládají ze tří vrstev:

Vzorek č.1: neopren o tloušťce 5mm

- vrstva 1: 100% PAD 6 (vnější, vrchní materiál)
- vrstva 2: chloropren (izolační náplň)
- vrstva 3: 100% PAD 6 (vnitřní materiál)

Vzorek č.2: neopren o tloušťce 7mm

- vrstva 1: 100% PES (vnější, vrchní materiál)
- vrstva 2: chloropren (izolační náplň)
- vrstva 3: 100% PES (vnitřní materiál)

9.1.1.3 Postup experimentu

Experimentu se zúčastnily 2 skupiny probandů poměrně stejné konfekční velikosti. K dispozici jsem měla zapůjčené pouze dva typy neoprenových kompletů, jednoho o tloušťce 5mm a druhého o tloušťce 7mm. Komplety byly sestaveny z neoprenového obleku s haubnou, botiček a rukavic.

Podařilo se mi sestavit skupinu studentů ve věku 21-25 let, kteří byli zdraví, v dobré fyzické kondici a aktivně sportující. Všichni byli bez zkušeností s potápěním, proto bylo nutné provést před samotným testem zaškolení a seznámení se správným používáním a oblékáním neoprenových kompletů.

Experiment probíhal v krytém bazénku s teplotou vody 13 °C, v prostorách s konstantní vlhkostí 64% a teplotou 21 °C. V prostorách byla i odpočívárna, kde se mezi měřeními probandi aklimatizovali.

První část experimentu byla navržena pro měření tělesné teploty probandů ponořených v bazénku v neoprenu. V druhé části se probandi ponořili do chladné vody bez neoprenu. Výchozí čas ponoru pro obě měření byl stanoven na 5minut. Vždy těsně před zanořením a ihned po vynoření bylo provedeno měření pomocí termovize. Velký vliv na výsledky měření probandů má fyzická kondice, věk, otužilost, momentální zdravotní stav a zásoby podkožního tuku.

9.1.1.3.1 První část

Testování probandi 20 minut před začátkem měření setrvali v klidovém stavu, postavili se na určenou vzdálenost před termovizi a byl nasnímán jejich počáteční teplotní stav. Měření bylo vždy prováděno ze dvou stran, zády i čelem k termovizi. Poté byli oblečeni do neoprenu s haubnou, botiček a rukavic. Se závažím se ponořili do chladné vody o teplotě 13 °C. Čas ponoru pro měření byl stanoven na 5 minut. Po tuto dobu se probandi snažili nehýbat. Po stanovené době se vynořili, byli vysvlečeni z neoprenu a postavili se na místo určené k měření termovizí. Následovala aklimatizace a příprava na druhou část měření.

9.1.1.3.2 Druhá část

Druhá část, potápění bez neoprenu, následovala po změření všech probandů v části první, tím byla zajištěna dostatečná aklimatizace. První měřený absolvoval druhou část přibližně po dvou hodinách od skončení prvního měření. Opět byla nejprve změřena tělesná teplota před ponořením do studené lázně. Doba ponoru byla stanovena na 5 minut. Po dobu ponoru se probandi nehýbali, aby nevířili vodu kolem sebe. Po celou dobu probíhala verbální komunikace. Po stanovené době se vynořili a postavili na místo určené k měření termovizí, čelem a poté zády.

Bezpečnost testovaných osob byla zajištěna přítomností profesionálního potápěče s certifikací potápěč, záchranář, s potřebným vybavením pro první pomoc.

9.1.1.4 Výsledky měření

Při vyhodnocování měření bylo použito programu Smartwiew 1.9 dodávaný k termovizní kameře od společnosti Fluke. Každý nasnímaný sval byl obkreslen a byla zjištěna průměrná teplota této plochy. Vyhodnocuji rozdíly tělesných teplot dolních končetin, horních končetin a hrudníku mezi probandy, kteří se potápěli s neoprenem, o tloušťce 5mm a 7mm, a bez jeho použití.

Svaly dolních končetin:

V tabulce jsou znázorněny rozdíly průměrných povrchových tělesných teplot svalů dolních končetin všech probandů, kteří se potápěli s neoprenem (o tloušťce 5mm a 7mm) a bez jeho použití. Jsou zde zahrnuty teploty svalů dolních končetin: napínač povázky stehenní, sval bedrostehenní, velký sval hýžd'ový, střední sval hýžd'ový, sval krejčovský, dvojhlavý sval stehenní, sval poloblantý, dlouhý sval lýtkový a čtyřhlavý sval stehenní.

	Před ponorem	Po ponoru	Celkové teplotní ztráty ΔT
Potápění s neoprenem o tloušťce 5mm	30,11 °C	25,98 °C	4,13 °C
Potápění s neoprenem o tloušťce 7mm	29,76 °C	26,42 °C	3,34 °C
Potápění bez neoprenu	27,59 °C	18,39 °C	9,2 °C

Tabulka č. 6 Celkové teplotní ztráty svalů dolních končetin při potápění s neoprenem (o tloušťce 5mm a 7mm) a bez neoprenu

Celkové teplotní ztráty svalů dolních končetin: při potápění s neoprenem o tloušťce 5mm jsou 4,13 °C. Při potápění s neoprenem o tloušťce 7mm došlo k celkovým teplotním ztrátám o hodnotě 3,34 °C, při potápění bez neoprenu jsou teplotní ztráty 9,2°C.

Svaly horních končetin:

V tabulce jsou znázorněny rozdíly průměrných povrchových tělesných teplot svalů horních končetin všech probandů, kteří se potápěli s neoprenem (o tloušťce 5mm a 7mm) a bez jeho použití. Jsou zde zahrnuty teploty svalů horních končetin: deltový sval, klíční a hřebenový sval, sval nadhřebenový, sval podhřebenový, malý sval oblý, velký sval oblý, sval podlopatkový, dvojhlavý sval pažní, hluboký sval pažní, trojhlavý sval pažní, pronující sval oblý a čtyřhranný sval.

	Před ponorem	Po ponoru	Celkové teplotní ztráty ΔT
Potápění s neoprenem o tloušťce 5mm	31,25 °C	26,64 °C	4,61 °C
Potápění s neoprenem o tloušťce 7mm	30,9 °C	27,19 °C	3,71 °C
Potápění bez neoprenu	29,59 °C	20,04 °C	9,49 °C

Tabulka č. 4 Celkové teplotní ztráty svalů horních končetin při potápění s neoprenem (o tloušťce 5mm a 7mm) a bez neoprenu

Celkové teplotní ztráty svalů horních končetin: při potápění s neoprenem o tloušťce 5mm jsou 4,61 °C. Při potápění s neoprenem o tloušťce 7mm došlo k celkovým teplotním ztrátám o hodnotě 3,71 °C, při potápění bez neoprenu jsou teplotní ztráty 9,49°C.

Svaly hrudníku:

V tabulce jsou znázorněny rozdíly průměrných povrchových tělesných teplot svalů hrudníku všech probandů, kteří se potápěli s neoprenem (o tloušťce 5mm a 7mm) a bez jeho použití. Jsou zde zahrnuty teploty svalů hrudníku: sval trapézový, široký sval zádový, zadní pilovitý sval horní a dolní, vzpřimovač páteře, malý a velký sval prsní, pilovitý sval přední, sval podklíčkový, přímý sval břišní a bránice.

	Před ponorem	Po ponoru	Celkové teplotní ztráty ΔT
Potápění s neoprenem o tloušťce 5mm	32,95°C	26,87 °C	6,08 °C
Potápění s neoprenem o tloušťce 7mm	32,06 °C	28,21 °C	3,85 °C
Potápění bez neoprenu	30,3 °C	20,19 °C	10,11 °C

Tabulka č. 5 Celkové teplotní ztráty svalů hrudníku při potápění s neoprenem (o tloušťce 5mm a 7mm) a bez neoprenu

Celkové teplotní ztráty svalů hrudníku: při potápění s neoprenem o tloušťce 5mm jsou 6,08 °C. Při potápění s neoprenem o tloušťce 7mm došlo k celkovým teplotním ztrátám o hodnotě 3,85 °C, při potápění bez neoprenu jsou teplotní ztráty 10,11 °C.

Z měření je patrné, že každý člověk je jedinečný, a proto i ztráty tepla jednotlivých svalů jsou rozdílné. Ztráty teploty závisí na genetických předpokladech, na fyzické kondici, na množství tuku v těle, na pohlaví a také na dokonale padnoucím obleku pro daný typ postavy. Oba testované neopreny dokázaly zabránit výrazným tělesným teplotním ztrátám. Neopren o tloušťce 7mm dokázal vyšší účinnost izolovat před prochlazením potápěče než neopren o tloušťce 5mm. Což je dáno samozřejmě silnější vrstvou chloroprenu. Při delším pobytu v chladné vodě by byly výsledky tělesných teplotních ztrát výraznější. V porovnání jednotlivých částí těla probandů při potápění s neoprenem měly největší teplotní ztráty svaly hrudníku, pak svaly horních končetin a nejmenší teplotní ztráty mají svaly dolních končetin. Výsledné hodnoty jsou dány počátečními teplotami, kdy svaly hrudníku měly nejvyšší tělesnou teplotu, a proto jejich teplotní ztráty jsou tak výrazné. Oproti dolním končetinám, které již při měření před ponorem měly nejnižší tělesnou teplotu, neztratili tolik tělesné teploty.

9.1.2 Metoda měření tepelné vodivosti pomocí přístroje Alambeta

Přístroj Alambeta je určený k měření termofyzikálních parametrů textilií. Díky Alambetě můžeme posuzovat tepelně vodivé vlastnosti. Podstatou funkce přístroje je matematické zpracování časového průběhu tepelných toků od neustáleného až do ustáleného stavu, které přecházejí v důsledku rozdílných teplot spodního a horního povrchu zkoušenou textilií.

Tento způsob měření vyvinutý na TU Liberec umožňuje rychlé a přesné stanovení tepelného odporu R , tepelné vodivosti λ , teplotní vodivosti α , tepelné jímavosti b , tloušťky h , tepelného toku q a poměru ustáleného toku P , odečtením hodnot přímo z displeje přístroje.

9.1.2.1 Popis měřených materiálů

Zkoušené vzorky pro měření na přístroji Alambeta dodala firma Agama Zlín a jsou určeny k výrobě mokrých neoprenových obleků. Vzorky se skládají ze tří vrstev:

Vzorek č. 1: neopren o tloušťce 5mm

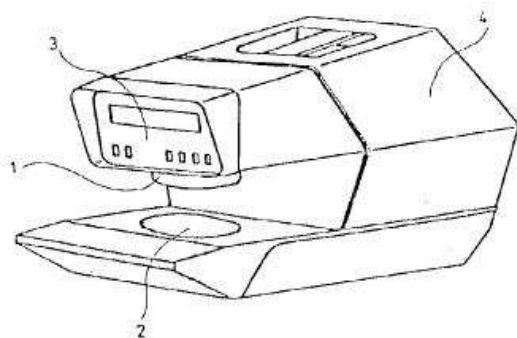
- vrstva 1: 100% PAD 6 (vnější, vrchní materiál)
- vrstva 2: chloropren (izolační náplň)
- vrstva 3: 100% PAD 6 (vnitřní materiál)

Vzorek č. 2: neopren o tloušťce 7mm

- vrstva 1: 100% PES (vnější, vrchní materiál)
- vrstva 2: chloropren (izolační náplň)
- vrstva 3: 100% PES (vnitřní materiál)

9.1.2.2 Popis přístroje

Přístroj Alambeta má za úkol nahradit lidskou pokožku. Jeho vynálezcem a konstruktérem je Prof. Ing. Luboš Hes DrSc. Jedná se o nenormovaný poloautomatický počítačem řízený přístroj, který je schopen zároveň s měřením vyhodnocovat i statistické hodnoty naměřených údajů. Přístroj nám vypočítá aritmetický průměr z jednotlivých měření a variační koeficient CV [%] při 95% hladině spolehlivosti. Pro toto statistické zpracování je podmínkou minimální počet měření 3, maximální počet měření pro statistiku je 20. Alambeta je vybavena displejem, na kterém se ihned po skončení měření zobrazí označení a hodnota předvolené veličiny.



- 1 – vyhřívaná měřicí hlavice
- 2 – ovládací panel s displejem
- 3 – řídicí a vyhodnocovací jednotka
- 4 – mechanická část, umožňující pohyb měřicí hlavy a zajišťující její definovaný přítlak

9.1.2.3 Podmínky zkoušky

- > Měření vzorků probíhalo ve standardní atmosféře pro zkušebnictví dle normy ČSN EN 20139 (ISO 139).
- > Minimální rozměr vzorku: 150 x 150 mm
- > Počet měření: 5 (na různých místech každého vzorku)
- > Přítlak měřící hlavice: 400 Pa
- > Doba měření je maximálně 2 minuty
- > Teplota měřící hlavice se pohybuje kolem 32°C.

Po zapnutí přístroje byl kontrolován displej do doby, než se měřící hlavice ohřála na požadovanou teplotu. Poté byl umístěn vzorek neoprenu na kruhovou vložku a hlavice byla spuštěna na základnu. Po získání všech hodnot se hlavice sama vrátila do původní polohy. Naměřené hodnoty se zobrazily na displeji a uložily do statistiky. Vzorek byl vyjmut a měření se opakovalo na dalším vzorku. Po 5měřeních byly na displeji k dispozici statistické hodnoty, průměr \bar{x} a variační koeficient v [%].

9.1.2.4 Měřené veličiny

Značka na displeji	veličina	vztah	jednotka	Násobitel hodnoty z displeje
λ	měrná tepelná vodivost (koeficient tepelné vodivosti)	$\lambda = q / grad t$	$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	10^{-3}
α	měrná teplotní vodivost (koeficient teplotní vodivosti)	$\alpha = \lambda / \rho \cdot c$	$m^2 \cdot s^{-1}$	10^{-6}
b	koeficient tepelné aktivity (tepelná jímavost)	$b = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c} = \lambda / \sqrt{\alpha}$	$W \cdot m^{-2} \cdot s^{1/2} \cdot K^{-1}$ $J \cdot m^{-2} \cdot s^{-1/2} \cdot K^{-1}$	1
r	plošný odpor vedení tepla (tepelná izolace)	$r = h / \lambda$	$W^{-1} \cdot K \cdot m^2$	10^{-3}
h	tloušťka	h	mm	1

Tabulka č.7 Měřené veličiny

t – teplota, q – hustota tepelného toku, ρ – hustota, c – měrná tepelná kapacita

9.1.2.5 Výsledky měření

V následujících tabulkách jsou uvedeny naměřené hodnoty zejména tepelné vodivosti z přístroje Alambeta.

Vzorek č.1: neoprenový oblek o tloušťce 5mm

Statistika	λ [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	α [m ² ·s ⁻¹]	b [W·m ⁻² ·s ^{1/2} ·K ⁻¹]	R [W ⁻¹ ·K·m ²]	h [mm]	P [W·m ²]	q [1]
\bar{x}	0,0592	0,000037	311	0,0847	5,01	---	1,54
v [%]	3,5	12,6	7,1	2,8	1,2	11,3	7,7

Tabulka č.8 Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta

Vzorek č.2: neoprenový oblek o tloušťce 7mm

Statistika	λ [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	α [m ² ·s ⁻¹]	b [W·m ⁻² ·s ^{1/2} ·K ⁻¹]	R [W ⁻¹ ·K·m ²]	h [mm]	P [W·m ²]	q [1]
\bar{x}	0,0494	0,000032	276	0,0130	6,38	---	1,62
v [%]	6,9	12,8	6,8	4,5	4,2	14,5	0,1

Tabulka č.9 Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta

Výsledky z tabulky dokazují, že vzorek č. 1 s vyšším koeficientem tepelné vodivosti λ , má schopnost méně izolovat než vzorek č. 2.

9.2 Odolnost v oděru

9.2.1 Metoda měření pomocí přístroje Rubtester

Zkoušení oděru textilie vůči odírání patří do skupiny zahrnující vlastnosti povrchu. Tento způsob namáhání neoprenu na oděr napodobuje způsob jeho účelného používání, kdy je vystaven různým abrasivním povrchům, čímž se neopren poškozuje a jeho užitná hodnota klesá. Dochází k postupnému opotřebení povrchu a právě oděrové zkoušky jsou tak nejlepším průkazem trvanlivosti neoprenu. Oděr můžeme rozdělit do dvou skupin, podle toho jak k oděru dochází. Oděr v ploše a oděr v hraně. Odírat můžeme brusnými papíry, rýhovanými kotouči, nebo vlastním materiálem. Vybíráme takovou možnost měření, aby se podmínky co nejvíce přiblížily skutečnému stavu, ve kterém se neopren používá.

9.2.1.1 Popis měřených materiálů

Zkoušené vzorky materiálu pro měření na přístroji Rubtester dodala firma Agama Zlín a jsou určeny k výrobě mokrých neoprenových obleků pro potápěče. Neopreny se skládají ze tří vrstev:

Vzorek č. 1 neopren o tloušťce 5mm

- vrstva 1: 100% PAD 6 (vnější, vrchní materiál)
- vrstva 2: chloropren (izolační náplň)
- vrstva 3: 100% PAD 6 (vnitřní materiál)

Vzorek č. 2 neopren o tloušťce 7mm

- vrstva 1: 100% PES (vnější, vrchní materiál)
- vrstva 2: chloropren (izolační náplň)
- vrstva 3: 100% PES (vnitřní materiál)

9.2.1.2 Popis přístroje

Rubtester typ FF-25 je nenormovaný rotační odírač textilií. Byl vyvinut v Maďarsku v roce 1975. Jeho úkolem je napodobit namáhání textilií při běžném nošení.

Ovládá se ručním vypínačem, který nastavíme tak, aby se po 100otáčkách přístroj sám vypnul a zvedla se přítlačná hlavice. Poté můžeme vzorek vyjmout a zhodnotit vzhled odírané textilie.

9.2.1.3 Podmínky zkoušky

- > Měření vzorků probíhalo ve standardní atmosféře pro zkušebnictví dle normy ČSN 80 0816
- > Minimální rozměr vzorku: $d=112$ mm
- > Rozměr brusného papíru č.400: 100 x 250 mm
- > Počet měření každého vzorku: 1
- > Přítlak měřicí hlavice: 5 N

9.2.1.4 Výsledky měření

Průběh odírání na přístroji Rubtester:

Vzorek č.1 - neopren o tloušťce 5mm:

- po 1000 otáčkách – žmolkování, rozvláknění
- po 2000 otáčkách – ztráta barevnosti, jemný rozvlákněný povrch, řídnutí vazby
- po 2500 otáčkách – výrazné řídnutí vazby, prodření prvního vazného bodu

Vzorek č. 2 - neopren o tloušťce 7mm

- po 1000 otáčkách – rozvláknění
- po 2000 otáčkách – žmolkování, menší ztráta barevnosti
- po 3000 otáčkách – výraznější rozvláknění, řidnutí vazby
- po 4000 otáčkách – žádné výrazné změny po předchozím hodnocení
- po 5000 otáčkách – velké zeslabení vláken, odpadávají žmolky
- po 6000 otáčkách – prodření prvního vazného bodu

Vzorky vyhodnocujeme na základě hmotnostního úbytku podle vztahu:

$$U = (m_1 - m_2 / m_1) \cdot 10^2 [\%]$$

kde: m_1 hmotnost vzorku před oděrem [kg]

m_2 hmotnost vzorku po oděru [kg]

U úbytek hmotnosti [%]

Vzorek	hmotnost před odíráním [g]	hmotnost po odírání [g]	hmotnostní úbytek [g]
5 mm	10,271	10,251	0,020
7 mm	18,767	18,726	0,041

Tabulka č.10 Hmotnost vzorků před a po odírání

Výpočet pro hmotnostní úbytek vzorku č.1:

$$U = (0,010271 - 0,010251 / 0,010271) \cdot 100 [\%]$$

$$U = 0,194 \%$$

Výpočet pro hmotnostní úbytek vzorku č.2:

$$U = (0,018767 - 0,018726 / 0,018767) \cdot 100 [\%]$$

$$U = 0,218 \%$$

U vzorku č. 2, neopren o tloušťce 7mm, došlo k přetržení prvního vazného bodu při odírání po 6000 otáčkách, což je dáno nejen tloušťkou chloroprenu, složením vrchní pleteniny, ale i dostavou, zákrutem a větším průměrem příze vrchní odírané pleteniny. Jeho hmotnostní úbytek oproti vzorku č. 1 je o 0,024% větší. Z měření funkční vlastnosti odolnosti v oděru neoprenu vydržel déle do poškození prvního vazného bodu vzorek č. 2, neopren o tloušťce 7mm.

10 Závěr:

Cílem této práce bylo vypracování rešerše se zaměřením na izolační obleky pro potápěče, analýza a měření funkčních vlastností na vybrané sadě vzorků. V práci jsou shrnuty v zásadě všechny potřebné informace o výrobě neoprenových obleků, o nejnovějších produktech uznávaných značek, o typech izolačních obleků pro potápěče a prostředí, ve kterém se používají.

Dva druhy ochranných obleků pro potápěče, které byly použity k experimentu, nám udávají následující závěry:

1. První typ neoprenu o tloušťce 7 mm prokázal větší schopnost tepelné izolace potápěče. Důvodem větší izolace obleku je především tloušťka materiálu a dokonalé padnutí neoprenu při potápění v chladné vodě.

2. Rozdíl teplotních ztrát probandů při potápění s neoprenem o tloušťce 5 mm a při potápění s neoprenem o tloušťce 7 mm je nepatrný. Při delším ponoru v chladné vodě by byl tento rozdíl mezi různě silnými neopreny výraznější.

Při srovnání různých částí těla, kterými byly oblasti horních končetin, dolních končetin a hrudníku, vyplynuly tyto závěry: největší teplotní ztráty měly svaly hrudníku, pak horní končetiny a nejmenší teplotní ztráty měly svaly dolních končetin.

Jak potvrzuje přístroj Alambeta, podle naměřených hodnot koeficientu tepelné vodivosti λ , více izoluje neoprenový oblek o tloušťce 7mm.

Z měření na přístroji Rubtester vyplývá, že vzorek č.2, neopren o tloušťce 7mm, prokázal vyšší odolnost v oděru, do protržení prvního vazného bodu po 6000 otáčkách oproti vzorku č.1, neopren o tloušťce 5mm, kde došlo k protržení prvního vazného bodu po 2500 otáčkách. Odolnost v oděru závisí na složení materiálu, dostavě, zákrutu a průměru příze a tloušťce chloroprenu.

Doufám, že tato práce podá ucelený přehled o problematice potápění a měření funkčních vlastností izolačních obleků pro potápěče a v budoucnu přispěje jako vhodný podnět pro rozšíření tohoto experimentu.

11 Použité zdroje:

Literatura:

- [1] ČEJKOVÁ, L.: Měření tepelně izolačních vlastností plošných textilií, DP Liberec 2002
- [2] DOSEDLOVÁ, L.: Tepelně izolační vlastnosti kolmo kladených textilií s obsahem bavlny, TU Liberec 1998
- [3] DVOŘÁKOVÁ, Z. *Potápění - Základy potápění, výcvik a vybavení*. 1.vydání Praha: Grada Publishing, a.s, 2005.
- [4] GREPLOVÁ, A.: Metodika měření tepelných a fyziologických vlastností objemových textilií, DP Liberec 2000
- [5] HES, L., SLUKA, P. *Úvod do komfortu textilií - skripta*. 1.vydání, Liberec: Technická Univerzita v Liberci, 2005.
- [6] HOLZAPFEL, B., R. *Potápění*. České Budějovice: KOPP, 2004.
- [7] KOHLÍKOVÁ, E. *Fyziologie člověka –učební texty pro trenérskou školu FTVS UK v Praze*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2004.
- [8] KREBSOVÁ, M. *Technologie II*. 1.vydání Liberec: Vysoká škola strojní a textilní, 1990.
- [9] OYHENART, J-M., MIOULANE, P. *Potápění - Vášeň a profese*. Paříž: Hachette, 2001.
- [10] PIŠKULA, M. *Výcvik přístrojového potápění pro 21.století*. International Training, Inc., 1999.
- [11] PERRINE, D. *RIFF - magazín o vodě a potápěčích*. Praha: UNITED s.r.o. Dvouměsíčník. Číslo1/1995.
- [12] *Potápění - diving magazín*. Praha: 2000- , ISSN 1213-1806.
- [13] SCHINKOVI, A.a P. *Potápění - Teorie a praxe*. 1.vydání Dobřejovice: Rebo productions CZ, spol. s.r.o, 2007.
- [14] SILBERNAGL S., DESPOPOULOS A. *Atlas fyziologie člověka*. 6. vydání Grada, Praha 2004, ISBN 80-247-0630-X.
- [15] ZATLOUKAL, L.,: *Střih neoprenu*, Program PDS Tailor. 2008

Jiné zdroje:

[16] *Strany potápěčské* [online]. 2004 [cit. 2009-05-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.stranypotapecske.cz/vystroj/vyroba-neopren.asp?str=200801221114380>>. ISSN 1214-094.

[17] *Divers direct: Mokrý oblek* [online]. 1999, 21.5.2009 [cit. 2009-05-22]. Dostupný z WWW: <http://www.prag-info.cz/_shop/index_.php?shop=MTMyNw=&akce=detail&id=57428&digi_menu=&digi_detail=>>.

[18] *Everdive: Údržba potápěčské výstroje po sezóně* [online]. 2007 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.everdive.cz/clanek> >.

[19] *Grouper: Manžety* [online]. 2001 [cit. 2009-05-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.grouper.cz/detaily.php?lang=>>>.

[20] *Freediver: Fyziologie* [online]. 2005 [cit. 2009-05-21]. Dostupný z WWW: <<http://www.freediving.nikee.net/fyziologie.html> >.

[21] *Měření termokamerou: Měření termovizí* [online]. 2008 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.mereni-termokamerou.eu/princip-termografickeho-mereni> >.

[22] *Tzb info: Teplota a její měření* [online]. 2001, 6.3.2006 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://vetrani.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3115>>. ISSN 1801-4399.

[23] *Divers direct: Profesionální suché obleky* [online]. 1999 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <http://www.prag-info.cz/_shop/index_.php?shop=MTMyNw=&akce=detail&id=81402&digi_menu=&digi_detail=> >.

[24] *Wikipedie: Dýchání* [online]. 1995 , 10.3.2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Respirace> >.

[25] *Wikipedie: Pocení* [online]. 1995 , 18.5.2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pocen%C3%AD>>.

[26] *Orca diving: Historie potápění* [online]. 2009 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.orcadiving.cz/akce-historie-potapeni-134> >.

[27] *Odmaturuj: Historie potápění* [online]. 2007 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.odmaturuj.cz/dejepis/historie-potapeni/> >.

[28] *Vltava2000: Tabulky velikostí neoprenových obleků* [online]. 2007 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.vltava2000.cz/shops/6195/merenka2.html> >.

[29] *Eshop deaws: Neoprenové obleky-Tropic* [online]. 2006 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://eshop.deaws.cz/potapecske-potreby/neoprenove-obleky-slabe-tropic/coco-vanilla-aqualung.html>>.

[30] *Eshop deaws: Neoprenové obleky-Tropic* [online]. 2006 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://eshop.deaws.cz/potapecske-potreby/neoprenove-obleky-slabe-tropic/guard-top.html>>.

[31] *Eshop deaws: Neoprenové rukavice* [online]. 2006 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://eshop.deaws.cz/potapecske-potreby/neoprenove-rukavice/admiral-ii-gloves-aqualung.html>>.

[32] *Eshop deaws: Haupny-kukly* [online]. 2006 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://eshop.deaws.cz/potapecske-potreby/haupny-kukly/tech-dry-hood-with-zipper-bare.html>>.

[33] *Eshop deaws: Neoprenové boty* [online]. 2006 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://eshop.deaws.cz/potapecske-potreby/neoprenove-boty/ice-boots-6mm-bare.html>>.

[34] *Eshop deaws: Suché neoprenové obleky* [online]. 2006 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://eshop.deaws.cz/potapecske-potreby/neoprenove-obleky-suche/xcd2-pro-dry-bare.html>>.

[35] *Eshop deaws: Podobleky* [online]. 2006 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://eshop.deaws.cz/potapecske-potreby/podobleky/hi-loft-polarwear-extreme.html>>.

[36] *Grouper: Detaily* [online]. 2001 [cit. 2009-05-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.grouper.cz/detaily.php?lang=>>.

[37] *Aquatic7: Historie potápění* [online]. 2007 [cit. 2007-05-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.aquatic7.cz/historie.html>>.

[38] *Divers direct: Mokrý oblek* [online]. 1999 , 21.05.2009 [cit. 2009-05-22]. Dostupný z WWW: <http://www.prag-info.cz/_shop/index_.php?shop=MTMyNw=&akce=detail&id=44984&digi_menu=&digi_detail=>.

12 Seznam příloh:

Příloha č. 1 Tabulky povrchových tělesných teplot 10 probandů, kteří se potápěli oblečení v neoprenu (o tloušťce 5mm a 7mm) a bez jeho použití, z programu SmartView 1.9 při měření pomocí Termovize.

13 Seznam obrázků:

- Obr. č. 1 Potápěčský zvon [33]
- Obr. č. 2 Fernezův potápěčský oblek [33]
- Obr. č. 3 Tropické izolační obleky – monošorty [26]
- Obr. č. 4 Tropické obleky pro horní část těla [25]
- Obr. č. 5 Mokrý izolační oblek s haubnou [1]
- Obr. č. 6 Mokrý izolační oblek [34]
- Obr. č. 7 Suchý membránový oblek [19]
- Obr. č. 8 Ventil [32]
- Obr. č. 9 Suchý neoprenový oblek [30]
- Obr. č. 10 Rukávové manžety [15]
- Obr. č. 11 Botičky [29]
- Obr. č. 12 Rukavice [27]
- Obr. č. 13 Haubny [28]
- Obr. č. 14 Střih neoprenu v programu PDS Tailor (autor doc. Zatloukal, L.)
- Obr. č. 15 Vlevo: Neoprenový izolační oblek na vodní hladině
Vpravo: Vlivem zvýšeného tlaku vody stlačený neoprenový oblek během ponoru [10]
- Obr. č. 16 Syntetický kaučuk [12]
- Obr. č. 17 Průřez neoprenu [12]
- Obr. č. 18 Sada sít se zmenšujícími otvory [12]
- Obr. č. 19 Slab [12]
- Obr. č. 20 Šev [32]
- Obr. č. 21 Ztráta tepla při potápění [10]
- Obr. č. 22 Ztráty tepla [11]

14 Seznam tabulek:

Tabulka č. 1 Velikostní tabulka firmy Sopras - pánská velikost [24]

Tabulka č. 2 Velikostní tabulka firmy Sopras – dámská velikost [24]

Tabulka č. 3 Fyzikální pochody odvodu tepelných ztrát [4]

Tabulka č. 4 Celkové tepelné ztráty v oblasti zápěstí při potápění s neoprenem (o tloušťce 5 mm a 7 mm) a bez neoprenu

Tabulka č. 5 Celkové tepelné ztráty v oblasti hrudníku při potápění s neoprenem (o tloušťce 5 mm a 7 mm) a bez neoprenu

Tabulka č. 6 Celkové tepelné ztráty v oblasti stehen při potápění s neoprenem (o tloušťce 5 mm a 7 mm) a bez neoprenu

Tabulka č.7 Měřené veličiny

Tabulka č.8 Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta

Tabulka č.9 Naměřené hodnoty z přístroje Alambeta

Tabulka č.10 Hmotnost vzorků před a po odírání

Příloha č. 1

Tabulky povrchových tělesných teplot 10 probandů z programu SmartView 1.9 při měření pomocí Termovize.

Dolní končetiny: potápění s neoprenem (o tloušťce 5mm) a bez něj

	před ponorem s neoprenem	po ponoru s neoprenem	celkové teplotní ztráty ΔT	před ponorem bez neoprenu	po ponoru bez neoprenu	celkové teplotní ztráty ΔT
Proband 1	30,9 °C	26,8 °C	4,1 °C	27,25 °C	17,95 °C	9,3 °C
Proband 2	30,85 °C	25,85 °C	5 °C	27,8 °C	17,95 °C	9,85 °C
Proband 3	30,25 °C	26,15 °C	4,1 °C	27,75 °C	18,9 °C	8,85 °C
Proband 4	28,75 °C	24,8 °C	3,95 °C	28,15 °C	19,35 °C	8,8 °C
Proband 5	29,8 °C	26,3 °C	3,5 °C	27,9 °C	18,7 °C	9,2 °C

Dolní končetiny: potápění s neoprenem (o tloušťce 7mm) a bez něj

	před ponorem s neoprenem	po ponoru s neoprenem	celkové teplotní ztráty ΔT	před ponorem bez neoprenu	po ponoru bez neoprenu	celkové teplotní ztráty ΔT
Proband 6	29,75 °C	26,3 °C	3,45 °C	27,45 °C	18,95 °C	8,5 °C
Proband 7	28,65 °C	27,1 °C	1,55 °C	26,55 °C	18,35 °C	8,2 °C
Proband 8	29,7 °C	25,8 °C	3,9 °C	28,45 °C	17,9 °C	10,55 °C
Proband 9	30,1 °C	25,95 °C	4,15 °C	26,26 °C	17,95 °C	8,7 °C
Proband 10	30,6 °C	26,95 °C	3,65 °C	27,95 °C	17,9 °C	10,05 °C

Horní končetiny: potápění s neoprenem (o tloušťce 5mm) a bez něj

	před ponorem s neoprenem	po ponoru s neoprenem	celkové teplotní ztráty ΔT	před ponorem bez neoprenu	po ponoru bez neoprenu	celkové teplotní ztráty ΔT
Proband 1	31,35 °C	26,5 °C	4,85 °C	30,35 °C	20,25 °C	10,1 °C
Proband 2	31,85 °C	27,05 °C	4,8 °C	29,4 °C	19,05 °C	10,35 °C
Proband 3	31,95 °C	26,9 °C	5,05 °C	30,25 °C	20,45 °C	9,8 °C
Proband 4	30,65 °C	26,1 °C	4,55 °C	29,35 °C	20,3 °C	9,05 °C
Proband 5	30,45 °C	25,65 °C	4,8 °C	28,2 °C	19,9 °C	8,3 °C

Horní končetiny: potápění s neoprenem (o tloušťce 7mm) a bez něj

	před ponorem s neoprenem	po ponoru s neoprenem	celkové teplotní ztráty ΔT	před ponorem bez neoprenu	po ponoru bez neoprenu	celkové teplotní ztráty ΔT
Proband 6	29,25 °C	26,35 °C	2,9 °C	29,75 °C	20,0 °C	9,75 °C
Proband 7	28,95 °C	26,9 °C	2,05 °C	28,55 °C	20,95 °C	7,6 °C
Proband 8	30,4 °C	26,3 °C	4,1 °C	29,5 °C	19,4 °C	10,1 °C
Proband 9	32,4 °C	27,3 °C	5,1 °C	29,85 °C	19,4 °C	10,1 °C
Proband 10	33,5 °C	29,1 °C	4,4 °C	30,7 °C	21,3 °C	9,4 °C

Hrudník: potápění s neoprenem (o tloušťce 5mm) a bez něj

	před ponorem s neoprenem	po ponoru s neoprenem	celkové teplotní ztráty ΔT	před ponorem bez neoprenu	po ponoru bez neoprenu	celkové teplotní ztráty ΔT
Proband 1	32,35 °C	27,8 °C	4,55 °C	30,5 °C	19,7 °C	10,8 °C
Proband 2	32,65 °C	25,75 °C	6,9 °C	30,4 °C	19,55 °C	10,85 °C
Proband 3	34,25 °C	28,65 °C	5,6 °C	30,25 °C	20,45 °C	9,75 °C
Proband 4	32,85 °C	26,25 °C	6,6 °C	29,35 °C	20,3 °C	9,05 °C
Proband 5	32,65 °C	25,9 °C	6,75 °C	30,2 °C	19,9 °C	10,3 °C

Hrudník: potápění s neoprenem (o tloušťce 7mm) a bez něj

	před ponorem s neoprenem	po ponoru s neoprenem	celkové teplotní ztráty ΔT	před ponorem bez neoprenu	po ponoru bez neoprenu	celkové teplotní ztráty ΔT
Proband 6	32,4 °C	28,95 °C	3,45 °C	29,75 °C	21,0 °C	8,75 °C
Proband 7	32,55 °C	29,9 °C	2,65 °C	29,55 °C	20,95 °C	8,6 °C
Proband 8	32,25 °C	27,55 °C	4,7 °C	30,5 °C	19,4 °C	11,1 °C
Proband 9	31,35 °C	28,2 °C	3,15 °C	29,85 °C	19,4 °C	10,45 °C
Proband 10	30,75 °C	27,55 °C	3,2 °C	32,7 °C	21,3 °C	11,4 °C