

# Hodnocení komfortu protichemických ochranných oděvů

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B3107 Textil

*Studijní obor:*

Výroba oděvů a management obchodu s oděvy

*Autor práce:*

**Kristýna Lupínková**

*Vedoucí práce:*

Ing. Katarína Zelová, Ph.D.

Katedra oděvnictví

*Konzultant práce:*

Ing. Oksana Vojtenko, Ph.D.

Katedra oděvnictví





## Zadání bakalářské práce

# Hodnocení komfortu protichemických ochranných oděvů

*Jméno a příjmení:* **Kristýna Lupínková**  
*Osobní číslo:* T17000300  
*Studijní program:* B3107 Textil  
*Studijní obor:* Výroba oděvů a management obchodu s oděvy  
*Zadávací katedra:* Katedra oděvnictví  
*Akademický rok:* **2019/2020**

### Zásady pro vypracování:

1. Rozdělte a charakterizujte ochranné oděvy. Zaměřte se na protichemické ochranné oděvy. Definujte vlastnosti a normy platné pro protichemické ochranné oděvy.
2. Proveďte rešerši zaměřenou na protichemické ochranné oděvy a současný stav řešení a hodnocení těchto oděvů.
3. Navrhnete a realizujete experiment pro hodnocení komfortu protichemických ochranných oděvů a vybraných užitných vlastností materiálu používaných pro výrobu protichemických ochranných oděvů.
4. Formulujte závěrečné zjištění o komfortu a vybraných užitných vlastnostech ochranných protichemických oděvů.

*Rozsah grafických prací:*  
*Rozsah pracovní zprávy:*  
*Forma zpracování práce:*  
*Jazyk práce:*

dle rozsahu dokumentace  
cca 40 stran  
tištěná  
Čeština



### **Seznam odborné literatury:**

- KHALIL, E. A Technical Overview on Protective Clothing against Chemical Hazards. AASCIT Journal of Chemistry. 2015, 2, pp. 67-76.
- VAN WELY, E. Current global standards for chemical protective clothing: how to choose the right protection for the right job? Ind Health. 2017, 55(6), pp. 485-499.
- GABLER, W.J. The Design and Evaluation of a Chemical Protective Sock Liner. [online], 2017 [cit. 15.10.2019]. Dostupné na:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/0775/00f04d895c1a013020b2f17855246c77fa10.pdf>.
- ASTM F1296-08(2015) – Standard Guide for Evaluating Chemical Protective Clothing, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.
- MCBRIARTY, J.P., HENRY, N.W. Performance of Protective Clothing: Fourth Volume. West Conshohocken, PA: ASTM International, 1992. ISBN-13: 978-0-8031-1430-2.
- FORSBERG, K., VAN DEN BORRE, A., HENRY, N., ZEIGLER, J.P. Quick Selection Guide to Chemical Protective Clothing. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2014. ISBN 978-1-11856770-8.

*Vedoucí práce:*

Ing. Katarína Zelová, Ph.D.  
Katedra oděvnictví

*Konzultant práce:*

Ing. Oksana Vojtenko, Ph.D.  
Katedra oděvnictví

*Datum zadání práce:*

5. listopadu 2019

*Předpokládaný termín odevzdání:*

14. května 2021

doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.  
děkan

L.S.

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs  
vedoucí katedry

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědoma toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědoma následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

25. května 2021

Kristýna Lupínková

## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Bc. Kataríně Zelové PhDr., vedoucí mé bakalářské práce, za odborné vedení, případné konzultace, trpělivost a cenné rady, které jsem při psaní bakalářské práce získala.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Oksana Vojtenko PhDr., konzultantce mé bakalářské práce, za výpomoc a ochotu při experimentální části a poskytnutí případných konzultací.

Velké poděkování patří také Ing. Františku Salajkovi, mému strýci, za poskytnutí odborných informací a předání zkušeností s ochrannými oděvy.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině a přátelům, za podporu, trpělivost a případnou pomoc při jedné z mých velkých cest, která se tímto blíží ke konci.

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá hodnocením komfortu ochranných oděvů. V teoretické části jsou základní informace o ochranných oděvech, jejich testování a hodnocení uživatelského komfortu. Součástí bakalářské práce je i průzkum veřejného mínění o uživatelském komfortu ochranných oděvů, které poskytuje informace o zkušenostech jednotlivých uživatelů s prací v ochranných oděvech. Experimentální část se poté zaměřuje na porovnání a zjištění, který z vybraných jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev je nejlepší co se týká fyziologických vlastností – prodyšnosti, propustnosti vodních par, tepelného a výparného odporu.

Klíčová slova: ochranné oděvy, hodnocení komfortu, jednorázové ochranné oděvy

## **Abstract**

The Bachelor thesis deals with evaluation of comfort of chemical protective clothing. In the theoretical part there is basic information about protective clothing, its testing and evaluation of user comfort. Part of the bachelor's thesis is also a survey of public opinion on the user comfort of protective clothing, which provides information about the experience of individual users with working in protective clothing. The experimental part then focuses on comparing and determining which of the selected disposable protective clothing and lower layers is best in terms of physiological properties – breathability, permeability of water vapours, thermal and evaporative resistance.

Keywords: protective clothing, evaluation of comfort, disposable protective clothing

# Obsah

<b>PODĚKOVÁNÍ .....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>ANOTACE .....</b>	<b>- 5 -</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>- 6 -</b>
<b>OBSAH.....</b>	<b>- 7 -</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>- 10 -</b>
<b>1 TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>- 11 -</b>
1.1 OCHRANNÉ ODĚVY.....	- 11 -
1.1.1 Charakteristika ochranných oděvů.....	- 11 -
1.1.2 Rozdělení ochranných oděvů .....	- 11 -
1.1.3 Typy protichemických ochranných oděvů .....	- 15 -
1.1.4 Ostatní ochranné prostředky.....	- 17 -
1.1.4.1 Ochranné rukavice.....	- 17 -
1.1.4.2 Ochranná obuv.....	- 17 -
1.1.5 Výhody a nevýhody ochranných oděvů .....	- 18 -
1.1.5.1 Výhody.....	- 18 -
1.1.5.2 Nevýhody.....	- 19 -
1.2 NORMY OCHRANNÝCH ODĚVŮ .....	- 19 -
1.3 FIRMY VYRÁBĚJÍCÍ OCHRANNÉ ODĚVY .....	- 19 -
1.3.1 Zahraničí .....	- 20 -
1.3.2 České.....	- 20 -
1.4 HISTORIE CHEMICKÉ VÁLKY A CHEMICKÝCH ZBRANÍ.....	- 20 -
1.5 TESTOVÁNÍ OCHRANNÝCH ODĚVŮ A PRŮZKUM ZASAŽENÉHO MÍSTA .....	- 24 -
1.6 TESTOVÁNÍ OCHRANNÝCH ODĚVŮ, PŘÍKLADY Z PRAXE.....	- 26 -
1.7 HODNOCENÍ KOMFORTU PROTICHEMICKÝCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ .....	- 28 -
1.7.1 Tepelný stres při práci v protichemickém ochranném oděvu.....	- 31 -
1.7.2 Průzkum veřejného mínění o uživatelském komfortu ochranných oděvů ....	- 33 -
<b>2 CHARAKTERISTIKA JEDNORÁZOVÝCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ ....</b>	<b>- 37 -</b>
2.1 JEDNOTLIVÉ ČÁSTI JEDNORÁZOVÉHO OCHRANNÉHO ODĚVU .....	- 37 -



2.1.1	Materiál .....	- 37 -
2.1.1.1	DuPont – Tyvek .....	- 39 -
2.1.2	Spodní vrstva pod jednorázovým ochranným oděvem .....	- 40 -
2.1.3	Ostatní ochranné pomůcky, doplňky a velikost .....	- 41 -
2.1.4	Využití jednorázových ochranných oděvů .....	- 41 -
2.1.5	Firmy zhotovující jednorázové ochranné oděvy .....	- 42 -
2.1.6	Rozdělení jednorázových ochranných oděvů .....	- 43 -
2.1.7	Průzkum trhu .....	- 45 -
2.2	ZHODNOCENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI .....	- 48 -
<b>3</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>- 49 -</b>
3.1	CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH MATERIÁLŮ K TESTOVÁNÍ .....	- 50 -
3.2	CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH ZAŘÍZENÍ .....	- 57 -
3.2.1	Prodyšnost materiálů jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev .	- 57 -
3.2.2	Propustnost vodních par materiálů jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev	- 59 -
3.2.3	Měření tepelného odporu pomocí dětské tepelné figuríny .....	- 61 -
3.3	VYHODNOCENÍ PRODYŠNOSTI JEDNORÁZOVÝCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ A SPODNÍCH VRSTEV .	- 63 -
3.4	VYHODNOCENÍ PROPUSTNOSTI VODNÍCH PAR JEDNORÁZOVÝCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ A SPODNÍCH VRSTEV .....	- 65 -
3.5	VYHODNOCENÍ TEPELNÉHO ODPORU JEDNORÁZOVÝCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ A SPODNÍCH VRSTEV .....	- 70 -
3.6	VYHODNOCENÍ VÝPARNÉHO ODPORU JEDNORÁZOVÝCH OCHRANNÝCH ODĚVŮ A SPODNÍCH VRSTEV .....	- 78 -
<b>4</b>	<b>DISKUZE VÝSLEDKŮ .....</b>	<b>- 86 -</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>- 92 -</b>
	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>- 94 -</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>- 99 -</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>- 102 -</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>- 103 -</b>

PŘÍLOHA 1: Přehled protichemických ochranných oděvů rozdělení podle typu ochrany .....	- 94 -
PŘÍLOHA 2: Reálné vzorky použitých materiálů jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev .....	- 101 -
PŘÍLOHA 3: Použité vzorce .....	- 107 -
PŘÍLOHA 4: Prodyšnost u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev .....	- 108 -
PŘÍLOHA 5: Propustnost vodních par u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev .....	- 109 -
PŘÍLOHA 6: Tepelný odpor u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev .....	- 110 -
PŘÍLOHA 7: Výparný odpor u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev .....	- 117 -
PŘÍLOHA 8: Rozhovor s odborníkem Ing. Františkem Salajkou .....	- 124 -

# Úvod

Motto: Ochrana života a péče o zdraví je jednou z nejdůležitějších hodnot lidstva. Každý lidský život je sám o sobě jedinečný, neopakovatelný a má nesmírnou hodnotu a proto je v zájmu vyspělých zemí tuto péči neustále zlepšovat a zdokonalovat možnosti jak lidský život chránit.

K výběru mé bakalářské práce mě v neposlední řadě inspiroval i celosvětový boj s pandemií virové nemoci covid-19. Zajímala mě zejména ochrana osob pomocí ochranných prostředků, které byly nebo mohly být v boji s touto nemocí používány.

Práci jsem zaměřila na problematiku ochranných oděvů. V jednotlivých kapitolách stručně představím jejich historii, charakteristiku, typy oděvů a jejich dělení dle specifických vlastností a kritérií. Poukážu na výhody a nevýhody užívání ochranných oděvů a na normy, dle kterých se oděvy vyrábějí.

V závěru teoretické části se podrobněji zaměřím na jednorázové ochranné oděvy, používané materiály a jejich využití v praxi.

Fyziologickým vlastnostem ovlivňujícím uživatelský komfort práce v jednorázových ochranných oděvech se budu věnovat v experimentální části. Porovnáám v ní čtyři různé jednorázové ochranné oděvy a dvě spodní vrstvy, které se pod oděvy používají. K tomuto využití moderní zařízení školních laboratoří.

Cílem tohoto měření bude zjistit, který z vybraných oděvů vykazuje nejlepší vlastnosti s ohledem na uživatelský komfort a také to, zda jsou všechny deklarované informace uváděné výrobcem relevantní a jsou v souladu s námi naměřenými hodnotami.

# 1 Teoretická část

## 1.1 Ochranné oděvy

### 1.1.1 Charakteristika ochranných oděvů

Účelem ochranného oděvu je chránit lidské tělo před zasažením, průnikem a kontaminací toxickými látkami, které poškozují nebo jsou pro něj dokonce smrtelné. Ochranné oděvy mají široké uplatnění v různých oblastech lidského konání. Můžeme se s nimi setkat v průmyslu, zdravotnictví biologii apod. Každá ze zmíněných oblastí má svá specifika, proto se i oděvy dělí dle různých kategorií tak, aby plně vyhovovaly požadavkům a nárokům jejich uživatelů [20].

### 1.1.2 Rozdělení ochranných oděvů

První důležité rozdělení je podle kategorií ze směrnice 89/686 o osobních ochranných pracovních prostředcích [11]:

- **kategorie I** – minimální riziko
- **kategorie II** – střední riziko
- **kategorie III** – vysoké riziko (nebezpečí, kde uživatel oděvu si může odnést vážná zranění bez užití ochranného oděvu)

Ochranné oděvy se dělí na několik druhů podle různých kritérií, materiálů a střihů [19]:

- podle tlaku
  - rovnotlaké – tlak v oděvu je stejný jako atmosférický tlak
  - přetlakové – větší tlak v oděvu než atmosférický tlak
- podle životnosti
  - jednorázové – jsou určeny pro jedno použití
  - s omezenou životností – použití pouze na určenou dobu
  - více použitelné – dají se opakovaně použít

- podle velikosti
  - univerzální – univerzální (jednotná) velikost
  - velikostní – různé velikosti od nejmenších po největší
- podle materiálu
  - oblek těžkého typu – polo-plastová nebo pogumovaná tkanina
  - oblek lehkého typu – umělá hmota (plast) s laminovaným nebo nelaminovaným povrchem

S rozvojem nových technologií a materiálů jde ruku v ruce i zlepšování a inovace ochranných oděvů. Firmy nabízejí nová konstrukční řešení a vylepšení, což vede k větší bezpečnosti práce, ale i komfortnějšímu uživatelskému pocitu osob, které ochranné oděvy používají. Leaderem na trhu s ochrannými oděvy je německá firma Dräger, ta nedávno představila nový ochranný oděv z inovativního materiálu: „*When performing decontamination, maintenance, inspection and clearing work, handling oil or filling and transferring materials, there is often a risk that skin may come into contact solid or liquid chemicals. Only a full-body protective suit can prevent this. Dräger has expanded its portfolio with the new splash protective suits SPC 4400 and 4800 made from innovative coated CPM and CLF material, offering users the best protection possible in different conditions.*“<sup>1</sup> [3]

Důležitým faktorem je přívod kyslíku, který může být umožněn např. pomocí dýchacího přístroje [20]:

- dýchací přístroj (dále jen „DP“)
  - vně oděvu – uživatel nosí DP přes oblek (viz obr. 1)
  - uvnitř oděvu – oděv je stříhově uzpůsoben tak, aby uživatel mohl nosit DP uvnitř oděvu (viz obr. 2)
- dálkový přívod vzduchu (viz obr. 3)
- filtroventilační jednotka (viz obr. 4)

---

<sup>1</sup> Při dekontaminaci, údržbě, kontrole a čištění, manipulaci s oleji nebo plnění a přepravě materiálů často existuje riziko, že pokožka může přijít do styku s pevnými nebo kapalnými chemikáliemi. Tomu může zabránit pouze celotělový ochranný oděv. Společnost Dräger rozšířila své portfolio o nové ochranné obleky proti stříkající vodě SPC 4400 a 4800 vyrobené z inovativního potažného materiálu CPM a CLF, které uživatelům nabízejí nejlepší možnou ochranu v různých podmínkách.



Obrázek 1: Dýchací přístroj vně oděvu [25]



Obrázek 2: Dýchací přístroj uvnitř oděvu [25]



Obrázek 3: Dálkový přívod vzduchu [26]



Obrázek 4: Filtroventilační jednotka [27]

Následující rozdělení se zaměřuje formou stříhu. Všechny formy A, B, C spadají pod protichemické plynotěsné izolační ochranné oděvy.

- **Forma A**

Jednodílný hladký ochranný oděv s kapucí. Ta kopíruje tvar obličeje. Otvory na oděvu jsou na konci rukávů a nohavic. Ty jsou elasticky zaopatřeny. Posledním důležitým otvorem je otvor vstupní, který je vytvořen jako zdrhovadlo s klopou. Slouží jako ochrana proti nebezpečným chemickým látkám, potřísnění nebo výstřiku chemické látky [20].

- **Forma B**

Jednodílný ochranný oděv s kapucí, který je stříhově uzpůsoben pro nasazení ochranné masky, rukavic a bot s dýchacím přístrojem umístěným vně oděvu [20].

- **Forma C**

Střih formy C je velkoobjemový přetlakový oděv s dýchacím přístrojem umístěným uvnitř oděvu. Tento oděv má své výhody a nevýhody. Velkou výhodou je vyšší ochranná schopnost oděvu. Mezi nevýhody patří špatná manipulace s dýchacím přístrojem, snížený pohyb v oděvu a hlavně mlžení výhledu či zorníku [20].

Touto problematikou se zabývají firmy po celém světě, jelikož nezamlžený výhled pro uživatele získá větší bezpečnost v samotném obleku. Americká firma Kappler vynalezla dlouhodobě nevyřešitelný problém *„Another industry first – Kappler introduces AntiFog Expanded-View Visor. Thanks to Kappler, one of the most problems for protective clothing users now has a clear solution – literally. Kappler’s AntiFog Expanded-View Visor means no more fogged-up face visors for gas-tight suit wearers.“*<sup>2</sup>[4]

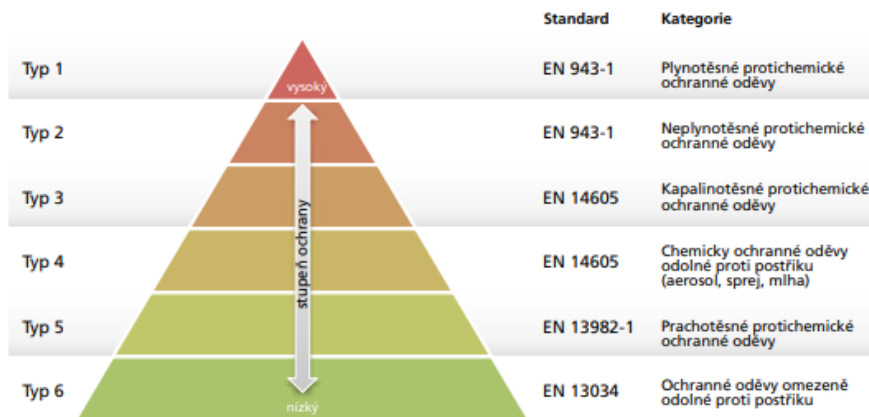
Dále bývá problémem přehřívání organismu, které lze chránit provětráváním, chladicími vestami a speciálně autonomně chlazenými oděvy [20].

---

<sup>2</sup> Jako první v oboru – Kappler představuje AntiFog Expanded-View Visor. Díky Kapplerovi má nyní jeden z nejnepokojivějších problémů uživatelů ochranných oděvů jasné řešení – doslova. Kappler AntiFog Expanded-View Visor znamená, že pro uživatele plynotěsných obleků nebudou mít zamlžené obličejové štíty.

### 1.1.3 Typy protichemických ochranných oděvů

Existuje několik typů oděvů. Jejich užití se liší dle stupně ochrany a druhu kontaminace zasaženého místa, z toho důvodu není možné stejný typ oděvu použít univerzálně ve všech infikovaných situacích (viz obr. 5) [20].



Obrázek 5: Rozdělení oděvů podle typů [25]

Rozdělení ochranných oděvů podle jednotlivých typů [18]:

- **Typ 1 (protichemický plynotěsný ochranný oděv)**
  - Typ 1A - (PPO-P) je protichemický plynotěsný ochranný oděv. Tento typ přívod kyslíku, který není závislý na okolním vzduchu, jelikož je dýchací přístroj umístěný uvnitř oděvu a jedná se tak o přetlakový oděv, který spadá pod normu ČSN EN 943-1.
  - Typ 1B – (PPO-R) je protichemický rovnotlaký ochranný oděv. U tohoto typu je dýchací přístroj vně oděvu, kde záleží na okolním vzduchu. Oděv je považován za rovnotlaký a spadá pod normu ČSN EN 943-1.
  - Typ 1C – (PPO-PN) je protichemický přetlakový ochranný oděv. Přívod vzduchu u tohoto typu je řešen filtrační jednotkou, zde je přívod kyslíku je pomocí hadice. Označujeme jej jako přetlakový a neautonomní oděv, který spadá pod normu ČSN EN 943-1.



- **Typ 2 (protichemický neplynotěsný ochranný oděv)** – (NPO-P) přetlakový oděv, kde vzduch, který můžeme dýchat, se vytváří pomocí přetlaku uvnitř oděvu. Spadá pod normu ČSN EN 943-1.
- **Typ 3 (kapalino-těsný ochranný oděv)** – (KPO-R) rovnotlaký oděv, který chrání celé tělo proti kapalným chemickým látkám a tudíž je nepropustný. Spadá pod normu ČSN EN 14605
- **Typ 4 (ochranný oděv těsný proti postříku)** – (KPO- RS) tento ochranný oděv je rovnotlaký a nepropustný proti postříku ve formě spreje mezi různými částmi oděvu. Spadá pod normu ČSN EN 14605
- **Typ 5 (prachotěsný ochranný oděv)** – (PPO-R) rovnotlaký oděv souží pro ochranu vůči aerosolům suchých jemných prachů. Spadá pod normu ČSN EN 13982-1
- **Typ 6 (ochranný oděv omezený proti postříku)** – (RO-R/P) rovnotlaký oděv, který má omezenou životnost. Jeho účelem je chránit převážně tělo, tedy přímo kůži před kapalnými aerosoly, lehkými postříky a nízkým tlakem. Spadá pod normu ČSN EN 13034
  - Ochranný oděv proti infekčním agens (IO-R/P) oděv rovnotlaký i přetlakový a je určený pro ochranu kůže proti expozici nebo infekčním agens
  - Ochranný oděv proti radioaktivní kontaminaci (RO-R/P) oděv rovnotlaký i přetlakový a je určený pro ochranu kůže a dýchacích orgánů před radioaktivní kontaminací

Pro představu se v přílohách nachází obrázkový přehled protichemických ochranných oděvů podle typu pro více použití nebo s omezenou životností (viz Příloha 1 a – g) [19].

## 1.1.4 Ostatní ochranné prostředky

Ochranné prostředky (rukavice, obuv) jsou součástí oděvu a zvyšují jejich bezpečnost v případě správného připevnění [20].

### 1.1.4.1 Ochranné rukavice

Rozlišujeme tři typy rukavic. Základem jsou obyčejné gumové ochranné rukavice, které se využívají k jednorázovým ochranným oděvům (viz obr. 6). Dalším druhem jsou spodní ochranné rukavice (viz obr. 7) a slouží ke zpříjemnění komfortu. Občas mají speciální úpravy (např. aby ostré předměty nepronikly skrz a pracovník nebyl zraněn). Možné nosit samotné nebo s kombinací gumových rukavice využívající se k oděvům těžšího typu (viz obr. 8).



Obrázek 6: Ochranné rukavice [28]



Obrázek 7: Spodní ochranné rukavice [26]



Obrázek 8: Vrchní ochranné gumové rukavice [29]

Připevnění ochranných rukavic k oděvu:

- přilepením
- pomocí stahující spony
- uchycením na rukávový kroužek

### 1.1.4.2 Ochranná obuv

Ochrannou obuv se dělí do dvou kategorií. První kategorie - hohavice jsou ukončeny otvorem, tudíž je nutné k oděvu připevnit a přidat obuv (viz obr. 9), druhá

kategorie - oděv může mít tzv. ponožkové zakončení (viz obr. 10) a připevnění k oděvu není nutné.



Obrázek 9: Ochranná obuv [25]



Obrázek 10: Ponožkové zakončení nohavice [26]

Připevnění ochranné obuvi k oděvu:

- přilepením
- pomocí stahující spony
- nezachycené – nohavice nekončí otvorem, ale mají tzv. ponožkové zakončení

Důležitým doplňkem ochranného oděvu je bavlněné spodní prádlo s rukavicemi. Používá se zejména kvůli většímu pohodlí při nošení ochranných oděvů [20].

## 1.1.5 Výhody a nevýhody ochranných oděvů

### 1.1.5.1 Výhody

Nebezpečné látky, jež mohou způsobit např.: poleptání kůže a dýchacích cest. otravu organismu nebo dokonce smrt, díky používání vhodného ochranného oděvu s ochrannými pomůckami, snižuje riziko poškození zdraví a lidské tělo je plně chráněno [20].

### 1.1.5.2 Nevýhody

Velkým problémem při práci v ochranných oděvech může být přehřívání organismu, ztráta vody, zrychlení srdečního tepu a zvýšení tlaku. To může v konečném důsledku ohrozit život a zdraví osoby v oděvu pracující. Proto je důležité, aby oděvy vždy používala osoba poučená a důkladně proškolená v bezvadném zdravotním stavu mající odbornou způsobilost takovou činnost vykonávat [20].

Nesdílou součástí oděvu je příručka k jeho užití a záznam o revizi oděvu. Z výše uvedeného je patrné, že ochranné oděvy nesmí užívat neponaučená laická veřejnost [20].

## 1.2 Normy ochranných oděvů

Základní ustanovení, všeobecné požadavky, správné používání, ošetřování a údržbu ochranných oděvů včetně jejich zkušebních metod v sobě zahrnuje norma ČSN 8327 o ochranných oděvech. Tato norma řeší ochranné oděvy všeobecně. Proto jsou v ní obsažené i normy pro uživatele ručních řetězových pil, ochranné prostředky pro bojové sporty, osobní ochranné prostředky pro práci v kleče a mnoho dalších, které se ale nezabývají CBRN (chemická, biologická, radioaktivní, nukleární látky) ochrannými oděvy a tudíž jsou pro nás nepodstatné [20].

Pro nás jsou klíčové zejména normy zabývající se ochrannými oděvy proti chemickým, biologickým, radioaktivním a nukleárním látkám [20].

## 1.3 Firmy vyrábějící ochranné oděvy

V současnosti existuje po celém světě mnoho firem, které se zabývají výrobou ochranných oděvů různých typů. Mezi ně patří i Česká Republika, i přesto, že v minulosti patřila naše země k leaderům v této oblasti, tak se současnou světovou špičkou dnes spíše doháníme [20].

### 1.3.1 Zahraničí

- Kappler (USA) – nabízí biologickou, chemickou ochranu a ochranu proti blesku
- Dräger (Německo) – produkty pro nemocnice, hasiče, hornictví, chemický, ropný a plynárenský průmysl
- Indutex S.p.A. (Itálie) – biologická, chemická, jaderná a antistatická ochrana

### 1.3.2 České

- Gumotex Rescue Systems (Břeclav) – výrobky pro hasiče, záchranáře, armádu České Republiky, armádu NATO
- PÍCHA Safety s.r.o (Praha) – chemická ochrana a ochranné prostředky všeho druhu
- Ecoprotect spol. s.r.o. (Zlín) – speciální protichemické ochranné obleky

## 1.4 Historie chemické války a chemických zbraní

Obě světové války měly zásadní podíl na vývoji protichemických ochranných oděvů. Použití nových chemických zbraní, vedlo k vývoji dokonalejší obrany proti nim, a tou obranou byly zejména nové ochranné oděvy a masky. V mírových dobách se tyto dále zdokonalovaly a staly se nenahraditelnými v mnoha oborech lidské činnosti, kde pomáhají např.: v biologii, zdravotnictví a různých odvětvích nejen chemického průmyslu. Vzhledem k tomu, že je historie chemické války a chemických zbraní velice rozsáhlá, jsem nucena zde uvést jen stručný vývoj chemických nebezpečných látek a zbraní. Okrajově se zmíním také o vývoji amatérských ochranných pomůcek [1].

Historie chemických zbraní sahá až do hluboké minulosti. Prvním způsobem užití chemických látek byla stimulace fyzického a duševního stavu vlastních bojovníků nebo naopak otupení odporu protivníka. Samotné látky byly získávány z různých rostlin, hub, zvířat jako jsou např.: žáby nebo mořské medúzy. Mezi první prehistorické otravné látky, poškozující lidský organismus patří šípové jedy. Jednalo se o toxické látky, do kterých se namáčely nebo se jimi potíraly hroty šípů a kopí. Šípy sloužily prvně k lovení zvířat, ale později byly využity i v soubojích mezi znepřátelenými kmeny [1].

Během první světové války se začaly chemické zbraně poprvé používat ve velkém. K nejnámějším patřil chlor neb chlor smíšený s dalšími otravnými látkami, např.: s chloridem sodným, siričným nebo fosgenem. Tyto látky se do těla vojáků dostávaly zejména skrz dýchací cesty a kůži a způsobovaly jim tak závažná poškození na zdraví často končící krutou smrtí. Aby byly ztráty minimální, začali vojáci nejdříve používat improvizované ochranné prostředky, které se postupně měnily ve stále sofistikovanější ochranu. Za nejzajímavější a nejpropracovanější ochranu dýchacích cest považují období první světové války považují britské ochranné masky (viz obr. 11, 12, 13) [1].



Obrázek 11: Black Veil Respirator (vlevo) a H Helmet (vpravo) [1]

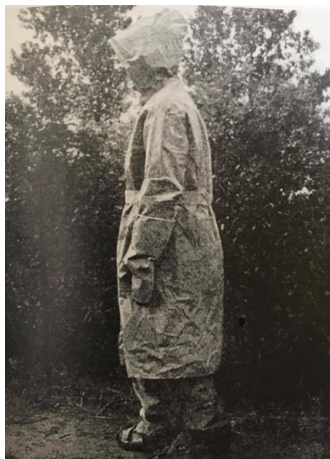
Obrázek 12: PH Helmet (vlevo) a PHG Helmet (vpravo) [1]



Obrázek 13: Large Box Respirator (vlevo) a Small Box Respirator (vpravo) [1]

Další nesmírně nebezpečnou látkou první světové války se stal yperit. Yperit je vysoce perzistentní zpuchýřující plyn. Kontakt s ním způsoboval poleptání pokožky,

přičemž k fatálnímu poškození stačilo již velmi malé množství. Byl považován za krále plynů. Nutnost ochrany před yperitem vedla k vývoji a použití prvních verzí protichemických ochranných oděvů (viz obr. 14) [1].



Obrázek 14: Nový způsob ochrany kůže [1]



Obrázek 15: Německá ochranná maska [1]

Po skončení první světové války a nastolení dlouho očekávaného míru, nebyly výzkum, vývoj a výroba ochranných prostředků zastaveny. Naopak byla ve dvacátých letech 19. století v Německu obnovena výroba masek v továrně Auer a Draeger (viz obr. 15) [1]

Druhá světová válka sebou přinesla další děsivé využití chemických látek k zabíjení a oslabení protivníka. Tentokrát byly tyto látky použity i mimo bojiště a to v koncentračních vyhlazovacích táborech, k likvidaci židů, romů a mnoha dalších hitlerovskému Německu nepohodlných osob. K zabíjení se zde používal cyklon B, látka která byla původně určena k dezinfekci a deratizaci. K likvidaci vězňů němci využívali i oxid uhelnatý z vyfukovacích plynů. Odhaduje se, že ve vyhlazovacích táborech bylo během druhé světové války zavražděno přes čtyři miliony lidí. Ztráty na lidských životech byly několikanásobně vyšší než během první světové války [1].

Vývoj chemických zbraní pokračoval i po skončení druhé světové války. Napětí mezi světovými velmocemi se stále zvyšovalo a to vedlo k tomu, že se ke konci padesátých let minulého století rozhodlo, že v Československu, které tehdy bylo členem Varšavské smlouvy, bude patřit mezi základní výbavu vojáka ochranná plynová maska, ochranná papírová přikrývka, krabička s losantinem, a asanační mast na kůži. První masky byly Sovětské a Východoněmecké produkce. V rámci ušetření a úspor rozjelo

Československo svou vlastní výrobu ochranných masek podle sovětské licence. Postupně docházelo k různým vylepšením. Konečná verze této masky obsahovala lícnicové filtry, podle americké masky a nesla název M-10 (viz obr. 16) [1].



**Obrázek 16: Voják v ochr. masce M-10 a protichem. ochr. oděvu OPCH-70 [1]**

Odpověď na otázku zda existuje ve 21. století reálná hrozba užití chemických zbraní není zcela jasná a jednoduchá. Ačkoliv od druhé světové války do současnosti vzniklo několik mezinárodních úmluv a dohod o zákazu vývoje, výroby, skladování a užívání chemických zbraní, které rafinovalo mnoho států, neexistující bohužel mnoho států dostatečné mechanismy, jež by jejich dodržování dokázaly kontrolovat a vymáhat. Chemie je dynamický obor, který se neustále vyvíjí a nejde zcela zabránit tomu, aby se některé státy nesnažily vyvinout a vyrobit nové, ještě děsivější chemické zbraně. Dokud bude ve světě válka prostředkem k dosažení státních a politických cílů a pokud k mezinárodním úmluvám o zákazu užívání zbraní hromadného ničení, nepřipojí většina států, bude stále existovat reálná hrozba, že se chemické zbraně opět stanou prostředkem k hromadnému zabíjení lidí [1].



## **1.5 Testování ochranných oděvů a průzkum zasaženého místa**

Všechny ochranné oděvy musí být stoprocentně bezpečné, musí chránit lidské tělo tak, aby nedošlo k poškození zdraví. Proto je nutné oděvy testovat. Způsoby testování jsou různé a závisí na tom, o jaký typ oděvů se jedná a k jakým účelům má být užíván [20].

### Testování oděvů:

**Testování jednorázových ochranných oděvů**, u jednorázových průmyslových oděvů se neprovádí tlaková zkouška, protože je zde zbytečná. Pro větší bezpečnost uživatele se otvory přelepují páskou (nohavice, rukávy, průnik na hlavu a zip), to je, ale nejspíše praktická záležitost. Technicky se zjišťuje exspirace oděvu, nesmí být děravý a znehodnocený. Zjednodušeně lze říci, že se u těchto oděvů zajímáme spíše o jejich samotný vzhled a povrch [20].

**Testování ochranných oděvů těžšího typu**, je zřejmé, že testování těžších oděvů, je náročnější než oděvů jednorázových. Základní vlastnosti oděvů těžšího typu je plynotěsnost, tu zjišťujeme tlakovou zkouškou. Testování obleků má přesně stanovený postup. Nejprve se oblek temperuje, tzn. musí se z chladného skladu přemístit do místnosti, kde bude testován. Taková místnost má pokojovou teplotu, na kterou se oblek musí aklimatizovat. Poté se oblek postupně nafukuje na určitý tlak. Vznikne zde pokles tlaku a člověk, který je pověřen měřením daného oděvu musí udržet tlakový spád po dobu šesti minut. Pokud tlak klesá pomalu pouze o pár procent, pak oblek prošel tlakovou zkouškou. Při opačném průběhu tlakové zkoušky (klesá o více procent) je pravděpodobné, že oblek má defekt. V tomto případě se musí zkontrolovat a následně opravit, což se opakuje do doby, než oděv projde měřením. Kdyby oděv nesplnil tlakovou zkoušku a i přesto byl použit, mohlo by to mít fatální následky. Pokud vzduch uniká např. při kleknutí uživatele a následnému zvednutí, mohlo by dojít k mírnému podtlaku a tím k přísátí škodlivého vzduchu z okolí přímo na uživatele [20].

V dnešní době je moderní testování na figurínách nebo robotech. Ti si oblek automaticky nafouknou, pohlídají si čas měření, následně ho vyfouknou a pošlou informaci přímo do počítače, kde je k dispozici celý protokol. Při výrobě to bývá

výhodou nikoliv při použití v praxi, tam je důležitá rychlost a přesnost. Oděvy se při havárii musí střídat, dezinfikovat a vizuálně kontrolovat. Při několikanásobném použití zjišťujeme viditelné trhliny, oděrky, stopy po poleptání a samotnou funkčnost obleku (suchý zip, plynotěsný zip, atd). Je-li, oblek poškozen, je automaticky vyřazen. V opačném případě se provádí tlaková zkouška. K té je ideální pomůckou přenosný digitální manometr, který je cenově dostupný i pro menší firmy. Jeho cena se pohybuje okolo 20.000,- za kus (viz obr. 17). Měření se s ním tak, že jednu jeho část zašpuntujeme do natlakovaného oděvu. Díky tomu, můžeme v terénu měřit rychle a přesně. Zařízení se může zapojit také do počítače, kde získáme zobrazení informací [20].

#### Průzkum zasaženého místa:

**Průzkum zasaženého místa** je nezbytný k určení toho, jaký typ oděvu je pro danou situaci nejvhodnější. Nejdříve tedy musíme určit jakou látkou je prostor kontaminován. Existují dvě možnosti jak tuto situaci řešit [20].

**První varianta je využití robota**, který se sám bezpečně dopraví na místo a podle nastavených dat zjistí, jaká škodlivá látka se na zasaženém místě nachází. Toto řešení má velkou výhodu a tou je, že nevystavujeme nebezpečí lidský život. K zásadním nevýhodám patří, že se robot neumí zcela přizpůsobit některým terénům a při jistých situacích nedokáže improvizovat jako proškolená osoba [20].

**Druhou variantou je obléknout proškolenou osobu do ochranného oděvu s nejvyšším stupněm ochrany**, a to proto, že neznáme závažnost zasaženého místa. Proškolená osoba má k dispozici zařízení, které ji je nápomocné při zjištění aktuálního stavu. Výhodo tohoto řešení je, že se člověk dokáže dobře zorientovat v náročném terénu a při potížích je schopen improvizovat. Naopak nevýhodou je riziko ohrožení lidského života [20].

**Někdy je nutné pro větší jistotu provést obě varianty.** Prvně se na místo dopraví robot a po něm pro překontrolování proškolená osoba [20].

Na základě výsledků z robota či zařízení se pak určí, jaký typ oděvu použijeme. Zda jednorázový průmyslový, oděv těžšího typu nebo zvolíme jiný vhodný typ oděvu.

Nové moderní zařízení pro měření plynů nám představila i německá firma Dräger, „*The Dräger Regard 7000 is a state of the art modular kontrol systém for*

*monitoring variol gases and vapors. Its flexible expandability ensures long term viability for gas detection systems of increasing complexity. In addition, it is backward compatible with previous Regard systems.*<sup>3</sup> (Dräger 2017, [5])



Obrázek 17: Digitální manometr GREISINGER electronic [vlastní tvorba]

## 1.6 Testování ochranných oděvů, příklady z praxe

V praxi je testování oděvů velice sofistikované, náročné a nákladné. V České Republice nejsou bohužel z výše uvedených důvodů k dispozici nejmodernější testovací možnosti. Pro představu, jak se v ČR oděvy testují, uvedu příklad z hasičské stanice Líšeň. Zde se oděvy testují ve speciálně upraveném prostoru, který napodobuje podmínky reálného zásahu. V něm se pohybují osoby oblečené v testovaných ochranných oděvech tak, jakoby se jednalo o skutečnou havárii. Po dokončení akce je oděv okamžitě přemístěn na dekontaminaci (viz obr. 18). Zjednodušeně se jedná o sprchu, kde je oděv zbaven zbytku škodlivých látek, které uspěly na povrchu. Následně se usuší a připraví na tlakovou zkoušku (viz obr. 19) a vizuální kontrolu, kterou provádí technik Chemické služby. Následně jsou ošetřeny plynotěsné uzávěry oděvu mastíci

<sup>3</sup> Dräger REGARD 7000 je nejmodernější řídicí systém modulární pro monitorování různých plynů a par. Jeho flexibilní rozšiřitelnost zajišťuje dlouhodobou životaschopnost systémů detekce plynů s rostoucí složitostí. Kromě toho je zpětně kompatibilní s předchozími systémy Regard.

tyčinkou (viz obr. 20). Poté oděv je zabalen (viz obr. 21) a uložen do pohotovostního skladu. O kontrole se vždy provádí záznam. [22]



Obrázek 18: Dekontaminace ochranného oděvu [22]



Obrázek 19: Tlaková zkouška [22]



Obrázek 20: Ošetření zipů mastíci tyčinkou [22]



Obrázek 21: Zabalený ochranný oděv [22]

Světovou špičkou v testování oděvů je americká společnost Boston Dynamics. Její robot PETMAN je určený k testování protichemických ochranných oděvů pro vojáky. Na jeho financování je podílné ministerstvo obrany USA. PETMAN je robot v reálné velikosti člověka napojený na speciální systém. Dokonale napodobuje tělesné funkce lidského těla (imitace pocení, teploty, pohybu), což umožňuje výborně sledovat všechny nezbytně důležité parametry ochranných oděvů [23].



Obrázek 22: PETMAN v ochranném oděvu [23]



Obrázek 23: PETMAN bez ochranného oděvu [23]

Parametry, které musí oděv, dle jeho určení a typu, splňovat se řídí v ČR normami ISO 13982, ISO 1073, EN 17491, EN 17491-3 a EN 14605 [24]. Než může být ochranný oděv uvedený na trh, musí projít náročnými zkouškami ve zkušebních laboratořích. Zde se zjišťuje jak velkou má ochranný oděv účinnost proti aerosolům jemných částic (např.: azbest), jeho odolnosti proti lehkým a těžkým postřikům kapaliny a proudu kapaliny. Z toho je zřejmé, že než může být ochranný oděv uveden na trh, musí s ním jeho výrobce projít dlouhou a finančně náročnou proceduru.

## 1.7 Hodnocení komfortu protichemických ochranných oděvů

Je zřejmé, že větší pohodlí a komfort poskytne uživateli jednorázový než přetlakový vícekrát použitelný oděv. V zájmu každé firmy je vyrobit oděv pohodlný natolik, aby se v něm uživatel cítil bezpečně a zároveň komfortně. Ať už se jedná o vylepšení speciálního materiálu, spodní vrstvy nebo střihu samotného oděvu. Na prvním místě, ale pochopitelně stále zůstává bezpečnost a ochrana oděvu. Žádné zlepšení uživatelského komfortu nesmí ohrozit jeho ochrannou funkci. Z výše uvedeného je patrné jak je tato problematika složitá.

V opakovatelně použitelných oděvů s nejvyšší ochranou je řešení komfortu nejkomplicovanější. Pravděpodobnost kolapsu v důsledku ztráty vody, přehřívání

organismu a zvýšení srdečního tepu a tlaku je několikanásobně větší než je tomu u jednorázových ochranných oděvů. Což je důvod, proč je práce v nich časově omezena a lidé v nich pracující musí být nepřetržitě monitorováni [20].

Další věcí, kterou uživatelé při práci v ochranném oděvu uvádějí jako nekomfortní je špatně zvolená velikost. V případě malé velikosti se zařezává oděv do těla, díky nedostatečně dlouhým rukávům a nohavicím, což přichází pracovník o plnou ochranu. Naopak pokud je velikost moc velká tak v prostoru kolem těla překáží přebytečný materiál oděvu, rukávy a nohavice jsou příliš dlouhé a zabraňují pracovníkovi kvalitně vykonávat jeho práci. V horším případě se může i zranit [21].

Významným nedostatkem střihu jednorázových ochranných oděvů je vysouvání rukávu při natažení, což se bohužel i přesto, že máme správně zvolenou velikost. Při vysunutí rukávu si sám uživatel není schopen rukáv opět zastrčit do ochranné rukavice a potřebuje asistenci druhé osoby. Při podrobnějším průzkumu trhu jsem u podobných oděvů nenašla žádné řešení tohoto problému. Domnívám se, že by mohlo pomoci přidělat ke spodní části rukávu gumičku a tu upevnit kolem palce. Nebo zhotovit v dolní části rukávu otvor na palec podobné řešení se často užívá u funkčních sportovních bund [21].

Další problém, který snižuje uživatelský komfort v ochranném oděvu je příliš velké horko (viz kapitola 2.6.2). To může způsobit přehřátí organismu nebo dokonce zkolabování uživatele. Řešením je správné zvolení spodní vrstvy, která odvádí teplo. Pracovníka je nutné ochlazovat nebo provést speciální úpravu oděvu při stejné ochraně [21].

Firma Lakeland uvedla na trh ochranné oděvy pod názvem PPE Cool Suits, které mají zajistit ochranu a zároveň zvýšit úroveň prodyšnosti. Oproti běžným ochranným oděvům mají tyto konstrukčně upravenou zadní část, ta je zhotovena z prodyšného materiálu SafeGard SMS. Firma Lakeland nabízí několik různých variant tohoto typu oděvu (viz obr. 24).



Obrázek 24: Ochranné oděvy PPE Cool Suits (Lakeland) [7]

Vhodná volba materiálu k zhotovení oděvu je nesmírně důležitá. Nikdy však nesmí být lepší uživatelský komfort nadřazen bezpečností a ochranou oděvu. Ideálem je spojit tyto oba požadavky dohromady [7].

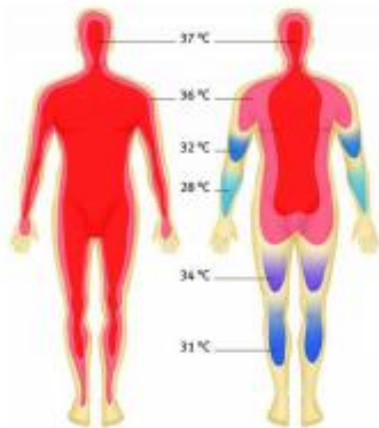
To se daří německé firma P. Glatzeder GmbH, která se ve spolupráci s Now Contec GmbH & Co.KG se zabývá výrobou a prodejem netkaných a technických textilií. Společnost p. glatzeder gmbh poskytuje ochranné overaly SafeComfort coveralls by PGG, které mají nejen skvělou ochranu, ale hlavně prvotřídní komfort a to díky speciálnímu materiálu truetec, ze kterého jsou zhotoveny. Tento materiál je vyroben z mikrovlákna zapleteného do vody s polyesterem a polyamidem s prodyšným povrchem, které ochrání proti aerosolům, kapalinám a jemným částicím. Oděv z truetec je velice příjemný na dotek. Mikrovlákno je šetrné k pokožce a poskytuje optimální řízení vlhkosti a zároveň by nemělo docházet k tepelnému stresu, protože pokud se uživatel při práci zpotí, dochází k drobnému ochlazení pomocí symbiózy absorpce tekutin a prodyšnosti [6].

### 1.7.1 Tepelný stres při práci v protichemickém ochranném oděvu

Tepelný stres je jedním z největších problémů při užívání ochranných oděvů, jelikož se lidské tělo nedokáže samo správně ochladit a teplota při práci v oděvu stoupá (viz obr. 25). V takovém případě je nutné rychlé ochlazení uživatele jinak pracovníkovi hrozí nebezpečí vážného poškození zdraví [20].

Platí povinnost poctivého dodržování pravidel jak a kdo může ochranný oděv využívat. Jedním ze základních pravidel je, že osoba, která v oděvu pracuje, musí být zdravotně uzpůsobitelná. Musí projít testy, což znamená, že musí mít dobrý zdravotní stav. Omezená pohyblivost, problémy se srdcem a tlakem nebo psychické problémy apod. jsou přesně důvody, proč v oděvu tento člověk nesmí pracovat. To platí hlavně u oděvů s tou nejvyšší ochranou [20].

Tepelný stres není dobré podceňovat, tento stav může být pro člověka velice nebezpečný. Ochranný oděv s dýchacím přístrojem a všemi předepsanými pomůckami může vážit až třicet kilogramů. Taková hmotnost je pro člověka sama o sobě velká zátěž. Při práci v ochranném oděvu se člověk velice rychle vyčerpá, to je důvod, proč je doba práce v oděvu přísně časově omezena [10].



Obrázek 25: Zobrazení tepelného stresu na lidském těle [30]

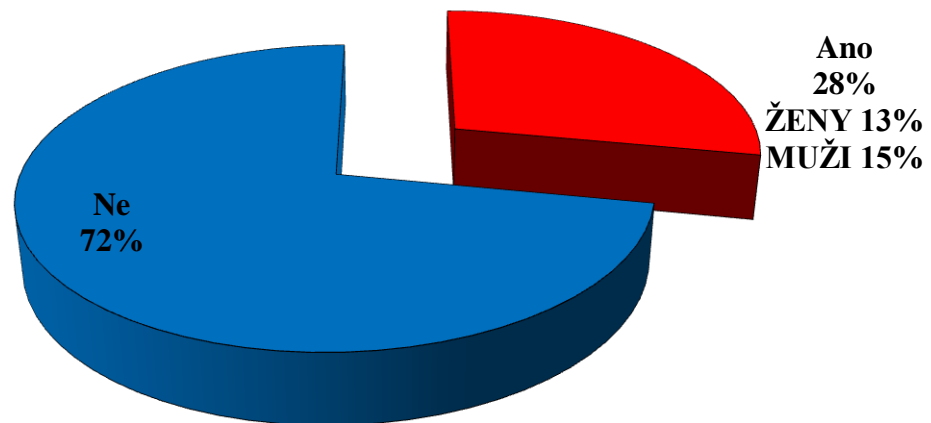


Míru tepelného stresu do značné míry ovlivňuje materiál, z něhož je oděv vyrobený. Bohužel samotné materiály nejsou příliš prodyšné, uživatel se v nich při fyzickém výkonu potí, což značně zvyšuje vlhkost uvnitř oděvu. Tento problém se řeší pomocí ochlazování lidského těla zevnitř, což zajistí lepší fyzický výkon pracovníka a zároveň to chrání jeho zdraví [10] [20].

Oproti těžkým opakovaně použitelným oděvům jsou ty jednorázové z daleko lehčích materiálů. Ale i zde je nutné řešit problém tepelného stresu, tak aby byl uživatelský komfort práce co nejvyšší. V tomto případě se toho dosahuje spíše střih, velikostí a vzhledem oděvu než typem použitého materiálu (viz kapitola 2.6.2).

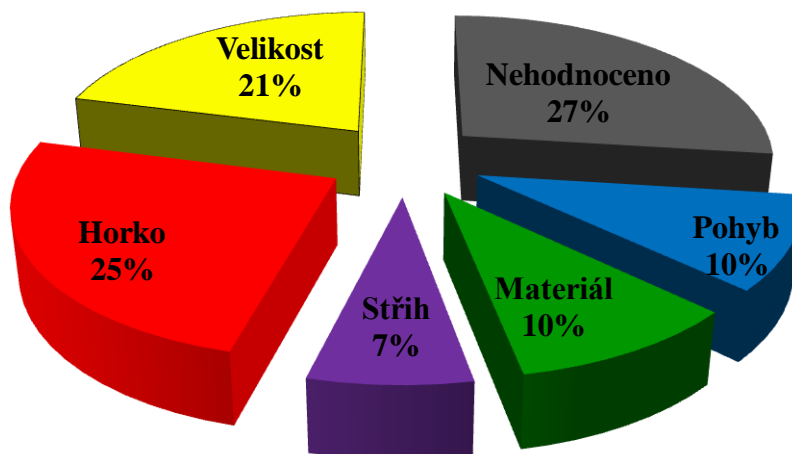
## 1.7.2 Průzkum veřejného mínění o uživatelském komfortu ochranných oděvů

Přišlo mi zajímavé tázat se veřejnosti na jejich zkušenosti s prací v ochranných oděvech. Tuto formu považuji za efektivní způsob zjišťování problémů přímo z uživatelské praxe. Ve svém průzkumu jsem oslovila 100 lidí (100 lidí = 100%). První co mě zajímalo bylo, kolik z dotázaných má osobní zkušenost s prací v ochranném oděvu. Druhé zjištění zpracované v následujícím grafu je, zda se jedná více o muže či ženy. Pouze jeden člověk ze sta dotázaných uvedl, že pracoval v opakovatelném použitelném ochranném oděvu (viz obrázek 26).



Obrázek 26: Práce v ochranném oděvu [vlastní tvorba]

Dále jsem veřejnosti položila otevřenou otázku na případné nedostatky uživatelského komfortu práce v ochranném oděvu. A proto, že každý člověk vnímá tuto činnost subjektivně. Veškeré odpovědi, které se opakovaly, jsem uvedla v grafu (viz obrázek 27).



Obrázek 27: Nedostatky komfortu [vlastní tvorba]

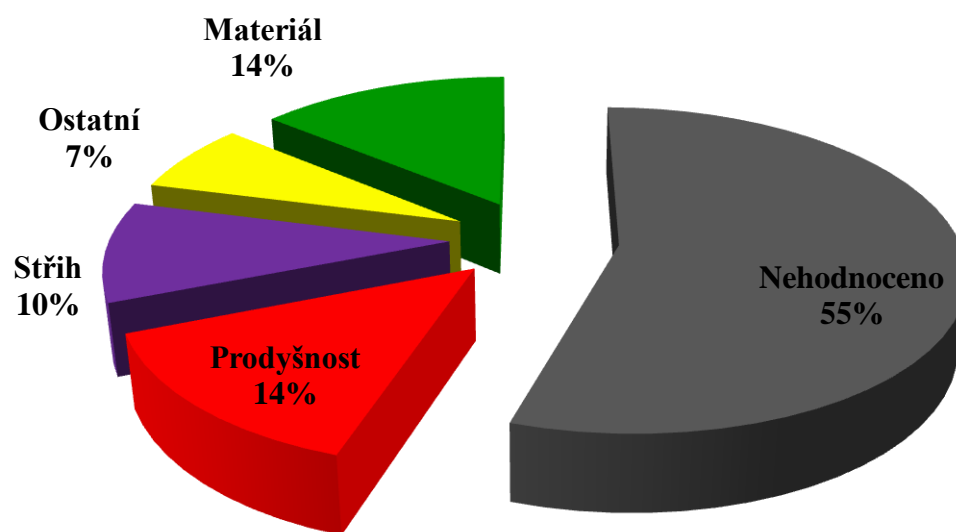
Dotázaní respondenti se zkušeností s prací v ochranných oděvech, uvádějí jako nejčastější nedostatky uživatelského komfortu tyto aspekty. Pro přesnost uvádím poukázáno na procento lidí, kteří nehlasovali (viz obrázek 27).

Jako nejmenší problém se jevil střih, tím je myšleno např. řezání ostrých uzávěrů do těla, škracení kolem krku kvůli malému otvoru pro hlavu, úzké ukončení nohavic přes, které nelze přetáhnout boty, apod. Dalším uváděným problémem byl materiál, nedostatečná elasticita, k tělu se nedostává čerstvý vzduch. Srovnatelným problémem je omezení pohybu, které ovlivňuje nevhodný materiál a střih.

Za průměrný nedostatek byla respondenty označena velikost oděvu. Tuto skutečnost uvedlo větší procento lidí. Důvodem bylo, že se k uživateli dostala velikost příliš malá nebo velká, ale i tak byli nuceni mít oděv na sobě, aby byli chráněni. Tento problém způsoboval zařezávání oděvu do těla, což označili nepříjemné. Nebo naopak, byl oděv příliš velký, překážel jim při práci a chůzi.

Poslední tvrzení se týká tepelného stresu při práci v ochranném oděvu a potvrzuje nám tak zjištění z předchozích kapitol, že se jedná o nejčastější problém spojený s užíváním ochranných oděvů. Na velké horko a s tím spojenou únavu a psychickou zátěž si v oděvu stěžovalo 25% uživatelů.

Poslední otevřenou otázkou byla: Co by se mělo zlepšit, aby se zvýšil uživatelský komfort práce v ochranném oděvu (viz obr. 28).



Obrázek 28: Co je vhodné zlepšit [vlastní tvorba]

Čtrnáct procent dotázaných uvedlo, že nejvíce by při práci v ochranném oděvu ocenili jeho lepší prodyšnost. S tím úzce souvisí požadavek na lepší a kvalitnější materiál oděvu, který by byl šetrnější k lidské pokožce. Za toto zlepšení pohodlí oděvu si jsou ochotni připlatit. Tuto skutečnost uvedlo 14% respondentů.

Propracovanější střih by ocenilo 10% dotázaných. Uživatelům vadí zejména malé otvory pro hlavu, úzká část kolem krku, která škrtí a malé otvory u nohavic, které nejdou pohodlně přetáhnout přes boty.

V průzkumu také zazněl požadavek na větší výběr velikostí oděvů. K tomuto je moje stanovisko následující – je pravdou, že na trhu jsou nabízené jednorázové ochranné oděvy s univerzální velikostí, jež může působit uživatelům problémy, ale existuje řada oděvů s širokou škálou velikostí. V tomto případě vidím problém spíše v neznalosti trhu nebo snaze najít ekonomicky nevhodnější řešení.

Poslední vítanou změnou, která je v diagramu označena „ostatní“ a uvedlo jí 7% dotázaných, je požadavek na stylovější look oděvu. Domnívám se, že k tomu tázané vedla zejména současná zdravotní situace ve světě a na tuto věc nemám jednoznačný názor. Stále vnímám ochranné oděvy spíše jako prostředek chránící životy a zdraví, než jako designové doplňky. Tudíž preferuji jejich funkčnost před vzhledem.

## 2 Charakteristika jednorázových ochranných oděvů

Jednorázové ochranné oděvy mají na trhu stejné nezastupitelné místo jako oděvy těžké s možností několikanásobného použití. Jedná se většinou o oděvy lehkého typu, které jsou cenově i uživatelsky dostupnější (cena takového oděvu se pohybuje řádově ve stovkách až jednotkách tisíců korun). Díky tenčímu materiálu se v něm lépe pohybuje a lze v něm vydržet pracovat i několik hodin. Odpadá rovněž dekontaminace oděvu, po použití je oděv rovnou zlikvidován. K nevýhodám patří nižší stupeň ochrany [21]

### 2.1 Jednotlivé části jednorázového ochranného oděvu

#### 2.1.1 Materiál

V padesátých letech minulého století se k výrobě jednorázových ochranných oděvů a dokonce i masek využíval impregnovaný papír. Dnes se používají umělé hmoty či plasty s laminovaným nebo nelaminovaným povrchem. Výběr materiálu záleží na způsobu využití a na tom o jaký druh oděvu se jedná. Nikde se podrobně nedočteme, jaké přesné složení materiálu výrobci používají. Pro jejich identifikaci mezi pracovníky ve firmě a zákazníky používají své pracovní názvy. Ale uvést můžeme jejich obecné označení [14].

- **Tkanina** (viz obr. 29) – oděv je možné vyrobit z obyčejné tkaniny, ale vzhledem k otvorům mezi vlákny poskytuje jen minimální ochranu [14].
- **Netkaná textilie** (viz obr. 30) – její hustá struktura (protože je „slisována“) přináší vyšší ochranu než obyčejná tkanina, jelikož netvoří otvory mezi vlákny. Na trhu najdeme hned několik firem nabízejících oděvy z netkané textilie. Jedná se o nejčastější využívání materiál k výrobě jednorázových ochranných oděvů [14].
- **Polypropylen** (viz obr. 31) – zkráceně „PP“. Jak jsem již zmínila, ve většině případů se pro výrobu jednorázových oděvů používají plasty a tím je i polypropylen. Jeho využití najdeme např. v potravinářském, chemickém a

zdravotnickém průmyslu, protože nepohlcuje vlhkost, ale odvádí ji pryč od těla a tím zaručuje ochranu proti nečistotám [14].

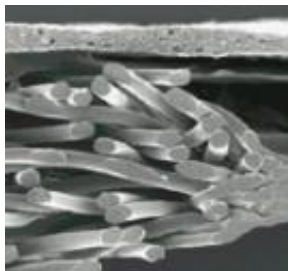
- Netkaný polypropylen – ochrání proti kapalinám a prachu [14].
- **SMS** (viz obr. 32) – „Spunbond-Meltblown polypropylen“. Tento materiál se skládá ze tří vrstev a poskytuje ochranu proti prachu, cákancům a špíně. SMS je velice prodyšný a má dokonalou pevnost a otěruvzdornost. Setkáváme se i s materiálem SMMS („Spunbond-Meltblown-Spunbond polypropylen“), který je v podstatě stejný jako SMS, jen je složen ze čtyř vrstev a má v sobě speciální jádro Meltblown [14].



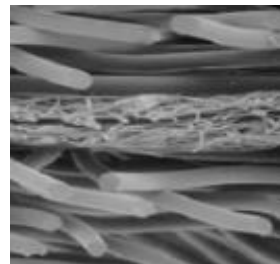
Obrázek 29: Tkanina [14]



Obrázek 30: Netkaná textilie [14]

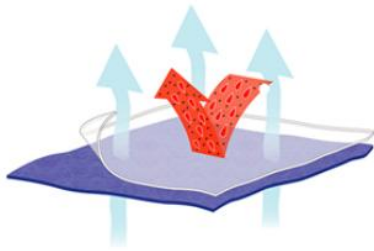


Obrázek 31: PP – polypropylen [14]



Obrázek 32: SMS / SMMS [14]

- **Laminát** – se dělí na mikroporézní a nemikroporézní. Mikroporézní laminát (viz obr. 33) má vysokou ochranu vůči kapalinám a díky mikropórům je skvěle prodyšný. Zatímco nemikroporézní laminát (viz obr. 34) chrání nejen proti kapalinám, ale i proti chemikáliím, jelikož zde nehrají roli mikropóry [13].



Obrázek 33: Mikroporézní laminát [13]

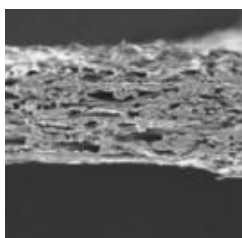


Obrázek 34: Nemikroporézní laminát [13]

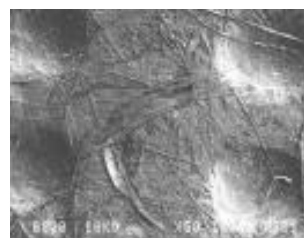
### 2.1.1.1 DuPont – Tyvek

Firma DuPont – Tyvek má dokonce i své speciální materiály, které používá a těmi jsou [16]:

- **TYVEK** (viz obr. 35, 36) – je speciální materiál, který je zhotoven z polyetylenových vláken a je znám pro svoje jedinečné vlastnosti. Podstatná je pevnost, odolnost, lehkost a pružnost. Díky těmto úžasným vlastnostem je ideální pro výrobu ochranných oděvů různých druhů a využití. Uživatel oděvu, který má na sobě oděv vyroben z materiálu TYVEK je chráněn rovněž proti kapalinám, chemikáliím, azbestu, prachu. Je vhodný při manipulaci s léky apod. [16, 17].



Obrázek 35: TYVEK [14]

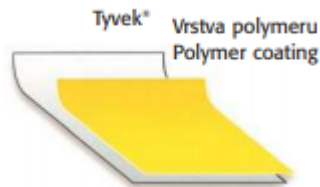


Obrázek 36: TYVEK [16]

- **TYCHEM C** (viz obr. 37) – je složen ze základního materiálu TYVEK s polymerní vrstvou. Materiál tohoto typu je velice lehoučký a poskytuje ochranu proti vodě a koncentrovaným anorganickým chemikáliím [16].



- **TYCHEM F** (viz obr. 38) – materiál je zhotoven ze základního materiálu TYVEK a dále se skládá ze tří vrstev. Mezi první a poslední vrstvou polymeru je vložen film. Materiál je lehký a nabízí vysokou ochranu proti vodě, koncentrovaným anorganickým a organickým chemikáliím a ultra jemným částicím [16].



Obrázek 37: TYCHEM C [16]



Obrázek 38: TYCHEM F [16]

### 2.1.2 Spodní vrstva pod jednorázovým ochranným oděvem

Na materiál spodní vrstvy pod ochranný oděv nejsou kladeny tak vysoké nároky jako je tomu u materiálu samotného oděvu. Za spodní vrstvu můžeme považovat např.: spodní prádlo, montérky nebo bavlněný overal. Je, ale třeba brát v potaz, že čím větší je spodní vrstva pod oděvem, tím rychleji dochází k přehřívání organismu, které může vést ke kolapsu. Možná je i varianta nebýt pod oděvem oblečen vůbec, ale ta sebou nese nepohodlí spojené s nepříjemným kontaktem materiálu oděvu s pokožkou [20].

Pro větší ochranu se někdy používá jako spodní vrstva samotný ochranný jednorázový oděv a na tu se pak obléká další stejný oděv [20].

Firma Tyvek vyrábí jednorázové ochranné oděvy pro vojáky. Ti používají přes ochranný oděv ještě filtrační ochranný převlek s aktivním uhlím (viz obr. 39) [20].



Obrázek 39: Filtrační ochranný převlek s aktivním uhlím [31]

### 2.1.3 Ostatní ochranné pomůcky, doplňky a velikost

Protože má jednorázový ochranný oděv otvory pro hlavu, pro horní i dolní končetiny, pro hlavu, musíme oděv doplnit o ochranné pomůcky. K obleku se nosí rukavice, pevná obuv, ochranné brýle, rouška či respirátor (ochrana dýchacích cest). Pro větší bezpečnost se otvory končetin přelepují improvizovaně lepicí páskou [20].

Oděvy se vyrábějí buď v univerzální velikosti nebo jsou na trhu dostupné oděvy s variabilními rozměry, ty jsou uživatelsky žádanější [20].

### 2.1.4 Využití jednorázových ochranných oděvů

Jednorázové ochranné oděvy nemají sice tak vysoký stupeň ochrany jako oděvy těžšího typu, ale můžeme je použít v mnoha situacích lidské činnosti, kdy je nutné lidské tělo chránit [21].

Možnosti používání jednorázového ochranného oděvu:

- Malování, práce s oleji a barvami, lakování
- Ochrana proti prachu a zašpinění
- Biologická ochrana (odběr krve a biologických vzorků)
- Postřik proti hmyzu a plevelu
- Manipulace s běžnými chemikáliemi

V současné době rapidně vzrostla spotřeba jednorázových ochranných oděvů a to zejména v důsledku virového onemocnění covid-19. Oděvy se využívají při odběru a zpracování vzorků v nemocnicích a laboratořích [21].

Např.: V laboratoři Spadia Lab, kde se vyhodnocují odebrané vzorky, musí mít každý pracovník přicházející do prostoru laboratoře pokaždé nový oděv. Tzv. že za den takových oděvů může spotřebovat několik [21].

### **2.1.5 Firmy zhotovující jednorázové ochranné oděvy**

Na trhu existuje poměrně velké množství firem zabývajících se produkcí základních jednorázových ochranných oděvů. Jejich výroba je cenově dostupná a jsou k dostání v běžných obchodech typu Hornbach, CANIS nebo OBI. Složitější a sofistikovanější jednorázové ochranné oděvy pak nabízejí např.: firmy Indutex S.p.A a DuPont – Tyvek a nebývají běžně dostupné v klasických obchodech.

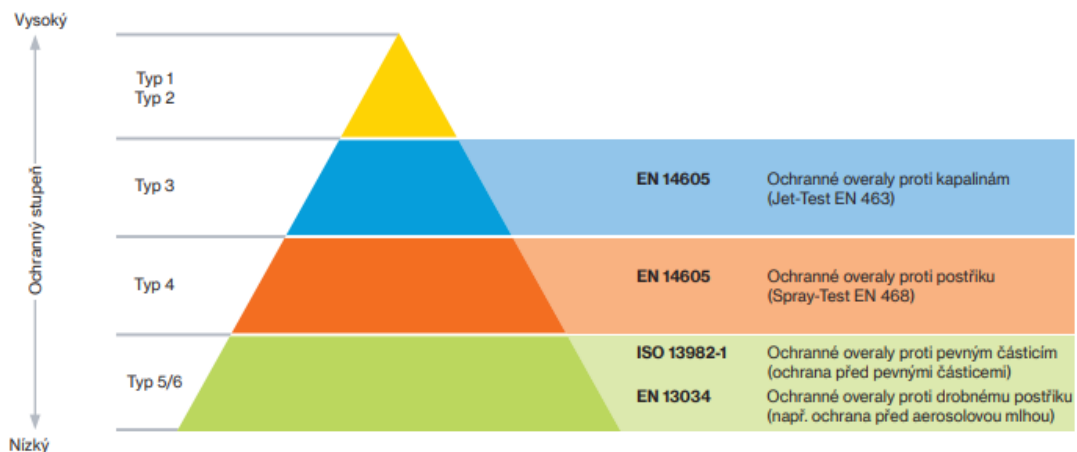
## 2.1.6 Rozdělení jednorázových ochranných oděvů

Jednorázové ochranné oděvy se dělí dle kategorií a typů oděvů. Dle tohoto se určuje, jaký oděv je vhodné v konkrétní situaci použít.

Dělení dle kategorií se řídí směrnicí 89/686 o osobních ochranných pracovních prostředcích [11]:

- **Kategorie I** – minimální riziko
- **Kategorie II** – střední riziko
- **Kategorie III** – vysoké riziko (nebezpečí kde uživatel oděvu si může odnést vážná zranění bez užití ochranného oděvu)

Další rozdělení jednorázových oděvů je podle typu ochrany (viz obr. 40):



Obrázek 40: Rozdělení ochranných oděvů dle stupně ochrany [40]

- **Typ 3, typ 4**

Na ochranný oděv typu 3 (proti kapalinám), a ochranný oděv typu 4 (proti postřiku) jsou kladeny stejné požadavky, proto jsou zahrnuté pod stejnou normou EN 14605. Oba typy oděvů jsou tzv. kombinézy a účelem je chránit celé lidské tělo proti jeho poranění a ublížení na zdraví. Pro typ 3 a typ 4 platí, že oděvy jsou nepropustné vůči kapalinám či postřiku, to znamená, že mají nepropustné švy a jejich uplatnění je

např. při čištění nádrží (typ 3), likvidaci nebezpečných látek (typ 3), nakládání s opady (typ 3, typ 4), odběr vzorků (typ 4) apod. [11].

- **Typ 5/6**

Oděv typu 5 se řídí normou EN 13982-1, která stanovuje, že se jedná o ochranné oděvy proti pevným částicím. Oděv je uzpůsoben tak, že je odolný proti vniknutí pevných částic do samotného oděvu. Opět se jedná o tzv. kombinézu, která se obléká na lidské tělo. Typ 6 se řídí normou EN 13031, jedná se o ochranný oděv - kombinéza, který chrání proti kapalným chemikáliím aneb drobnému postřiku. Oba typy se využívají např.: při práci s azbestem, při zpracování dřeva a kovu a automobilovém průmyslu [11].

V následující kapitole si můžeme prohlédnout, různé typy jednorázových ochranných oděvů (viz kapitola 2.7.2.1).

## 2.1.7 Průzkum trhu



Pro větší přehled jednorázových ochranných oděvů jsem vytvořila tabulky, které zahrnují popis (např. ochrana, vlastnosti, atd.) jednotlivých typů a veškerá jejich kritéria. Informace v nich obsažené jsou z katalogu firmy Uvex Safety CZ pro jejich jednorázové ochranné oděvy, které uvádějí na trh [11]:

<b>TYP 3</b>		
	<b>FIRMA:</b>	Uvex Safety CZ
	<b>CELÝ NÁZEV:</b>	Uvex 3B classic
	<b>OCHRANA:</b>	Proti kapalinám
		Před původci infekcí
		Proti postřiku
		Proti pevným částicím
	<b>VLASTNOSTI:</b>	Antistatické
		Částečná radioaktivní kontaminace
	<b>MATERIÁL:</b>	Polypropylenová folie
		Netkaná textilie
<b>POUŽITÍ (NAPŘ.):</b>	Čištění nádrží	
	Likvidace nebezpečných látek	
	Záchranné práce – katastrofy	
<b>POPIS:</b>	„Nejvyšší bezpečnost a účinná ochrana jsou dosaženy díky extrémně pevnému materiálu a ultrazvukem spojeným a dodatečně přelepeným švům“	




**EN 14126**  
 Ochranné oděvy proti původcům infekcí  
**EN 14605**  
 Ochranné oděvy odolné proti postřiku  
**EN 14605**  
 (EN 468 spray test)  
**ISO 13982-1**  
 Ochranné oděvy proti pevným částicím  
**EN 1149-5**  
 Ochranné oděvy s antistatickými vlastnostmi  
**EN 1073-2**  
 Ochranné oděvy proti částečné radioaktivní kontaminaci

Tabulka 1: Jednorázový ochranný oděv, TYP 3

<b>TYP 4</b>	
    <p><b>EN 14126</b> Ochranné oděvy proti původcům infekcí</p> <p><b>EN 14605</b> Ochranné oděvy odolné proti postřiku</p> <p><b>ISO 13982-1</b> Ochranné oděvy proti pevným částicím</p> <p><b>EN 13034</b> Ochranné oděvy proti drobnému postřiku</p> <p><b>DIN 32781</b> Ochranné oděvy proti pesticidům</p> <p><b>EN 1149-5</b> Ochranné oděvy s antistatickými vlastnostmi</p>	<p><b>FIRMA:</b> Uvex Safety CZ</p>
	<p><b>CELÝ NÁZEV:</b> Uvex 4B</p>
	<p><b>OCHRANA:</b></p> <p>Před postřikem kapalin</p> <p>Před původci infekcí</p> <p>Před šířením plamene</p> <p>Proti pesticidům</p>
	<p><b>VLASTNOSTI:</b> Antistatické</p>
	<p><b>MATERIÁL:</b> Mikroporézní polyetylenová folie</p> <p>Netkaná textilie</p>
	<p><b>POUŽITÍ (NAPŘ.):</b> Odběry vzorků</p> <p>Hubení škůdců a hmyzu</p> <p>Demontáže a práce s azbestem</p>
	<p><b>POPIS:</b> „Vynikající komfort nošení díky prodyšnému lehkému a flexibilnímu materiálu.“</p>

Tabulka 2: Jednorázový ochranný oděv, TYP 4

<b>TYP 5/6</b>	
    <b>ISO 13982-1</b> Ochranné oděvy proti pevným částicím <b>EN 13034</b> Ochranné oděvy proti drobnému postříku <b>EN 1149-5</b> Ochranné oděvy s antistatickými vlastnostmi	<b>FIRMA:</b> Uvex Safety CZ
	<b>CELÝ NÁZEV:</b> Uvex 5/6
	<b>OCHRANA:</b> Před pevnými částicemi Před lehkým postříkem
	<b>VLASTNOSTI:</b> Antistatické
	<b>MATERIÁL:</b> Mikroporézní polyetylenová folie Netkaná textilie
	<b>POUŽITÍ (NAPŘ.):</b> Práce v lomech a dolech Práce s práškovými chemikáliemi Potravinářský průmysl
	<b>POPIS:</b> „Kombinace prodyšného, velmi lehkého materiálu (netkaná textilie – polyetylen) se speciální vzdušností (SMS) na zadové partii poskytuje vysoký stupeň prodyšnosti při zachování vysokého stupně ochrany.“

Tabulka 3: Jednorázový ochranný oděv, TYP 5/6



## **2.2 Zhodnocení teoretické části**

Z teoretické části vyplývá, že protichemické ochranné oděvy jsou náročným tématem nejen pro samotné pochopení, ale také pro jejich vylepšování a vývoj. I přesto, že se nacházíme ve 21. století a doba je velice vyspělá v technologiích, objevují se problémy, které stále nelze vyřešit na 100 % nebo je aspoň trochu vylepšit. Překážky, které jsou stálou problematikou, jsem uvedla v kapitolách v teoretické části (viz kapitola 1.7, 1.7.1). Dotazník, který byl vyplněn širokou veřejností, potvrdil, problematické fakty (viz kapitola 1.7.2). V experimentální části jsem se zaměřila na zlepšení komfortu v ochranném oděvu, který je klíčový stejně jako jeho ochranná funkce.

### 3 Experimentální část

Cílem experimentální části bylo experimentálně zhodnotit vybrané vlastnosti jednorázových ochranných oděvů určených pro ochranu proti nebezpečným kapalinám, postřikům, a pevným částicím. Těmito vlastnostmi jsou prodyšnost, propustnost vodních par a tepelný odpor ochranných oděvů. Z provedeného průzkumu vyplynulo, že právě tyto vlastnosti mají značný vliv na pocit komfortu či diskomfortu uživatelů pracujících v ochranných oděvech typu kombinéza. Na trhu jsou v současné době dostupné oděvy, které akceptují nejen jejich maximální ochranu proti nebezpečným látkám, ale zároveň kladou velký důraz na jejich fyziologické vlastnosti neboť je zřejmé, že uživatelský komfort je neméně důležitou veličinou kvalitního moderního ochranného oděvu.

Řešení předložené bakalářské práce bylo rozděleno na tři části:

- Hodnocení prodyšnosti jednorázových ochranných oděvů – testováno na zařízení SDL M 021 S, dle normy ČSN EN ISO 9237 (800817) – „Textilie. Zjišťování prodyšnosti plošných textilií.“
- Hodnocení propustnosti vodních par jednorázových ochranných oděvů – testováno na zařízení TEXTEST FX 3180 CupMaster, dle normy L1099-A2 – „Stanovení rychlosti přenosu vodní páry (WVTR) pomocí gravimetrické metody.“
- Hodnocení tepelného odporu a výparného odporu jednorázových ochranných oděvů – testováno na zařízení Thermetrics Child Thermal Manikin, dle normy ASTM F 1291-16 - „Standard Test Method for Measuring the Thermal Isulation of Clothing Using a Heated Manikin.“ (pro měření tepelného odporu), ASTM F2370-16 – „Standard Test Method for Measuring the Evaporative Resistance of Clothing Using a Sweating Manikin.“ (pro měření výparného odporu), JIS L 1099 – „Testing methods for water vapour permeability of textiles. Method A-2.“ (pro měření propustnosti vodních par)

Cílem experimentální části bylo zhodnotit také vliv spodní vrstvy používané pod jednorázovým ochranným oděvem. Experimentální měření bylo realizováno v laboratořích Katedry oděvnictví, Technické univerzity v Liberci.

### 3.1 Charakteristika použitých materiálů k testování

V experimentální části byly použity čtyři jednorázové ochranné oděvy (označení O1 – O4) viz tabulka 4. Jednalo se o kombinézy s kapucí s otvory pro horní a dolní končetiny. Oděvy byly vybrány na základě podobného nebo stejného stupně ochrany vůči chemikáliím. Ty nesly ochranu proti kapalinám (typ 3), proti postřiku (typ 4), proti pevným částicím (typ 5) a proti kapalným chemikáliím a drobnému postřiku (typ 6) [32, 33, 34, 42].

Jednorázový ochranný oděv O1 je zhotoven z polypropylenové netkané textilie v kombinaci s mikroporézní laminovanou folií. Mikroporézní laminovaná folie je tenká vrstva, která představuje skvělou ochranu s měkkou a přizpůsobivou tkaninou. Švy jsou sešité vázaným stehem a přelepené polyetylenovou páskou, které chrání proti průniku prachu a kapalin. Oblek nese výbornou biologickou a infekční ochranu [32].









Jednorázový ochranný oděv O2 je zhotoven z netkané textilie z nekonečného polypropylenu v kombinaci s HD/PE bariérovou folií (polypropylen s vysokou hustotou). Bariérový efekt tvoří oděv nepropustným, jelikož je vytvořena bariéra mezi nositelem a škodlivou látkou. Švy jsou sešité vázaným stehem a přelepené polyethylenovou páskou, která umožňuje skvělou ochranu vůči postřikům, chemikáliím a nebezpečným látkám [42].

Jednorázový ochranný oděv O3 je zhotoven z polypropylenové netkané textilie v kombinaci se SMS (Spunbond-Meltblown-polypropylen). SMS je třívrstvý materiál, který má speciální antistatickou a voděodolnou úpravu. Je tvořen dvěma vrstvami spunbond a jednou vrstvou meltblown mezi tím. Švy jsou sešité vázaným stehem. Oděv má skvělou ochranu proti částicím, částečnému potřísnění kapalinami nebo postřiku [33].

Jednorázový ochranný oděv O4 je zhotoven z polypropylenové netkané textilie v kombinaci s pětivrstvým materiálem SSMMS (Spunbond-Spunbond-Meltblown-Meltblown-Spunbond-polypropylen). SSMMS je to velice prodyšný měkký, ale zároveň pevný materiál. Jedná se o vrstvu netkaného polypropylenu z vnitřní strany s dvojitou vrstvou polypropylenu z vnější strany a dvě vrstvy nataveného materiálu uprostřed. Oděv má speciální úpravu, díky které poskytuje ochranu proti radioaktivním částicím a

zároveň odpuzuje kapaliny, je odolný vůči oleji a alkoholu. Švy jsou sešité vázaným stehem [34].

**Tabulka 4: Přehled testovaných jednorázových ochranných oděvů**

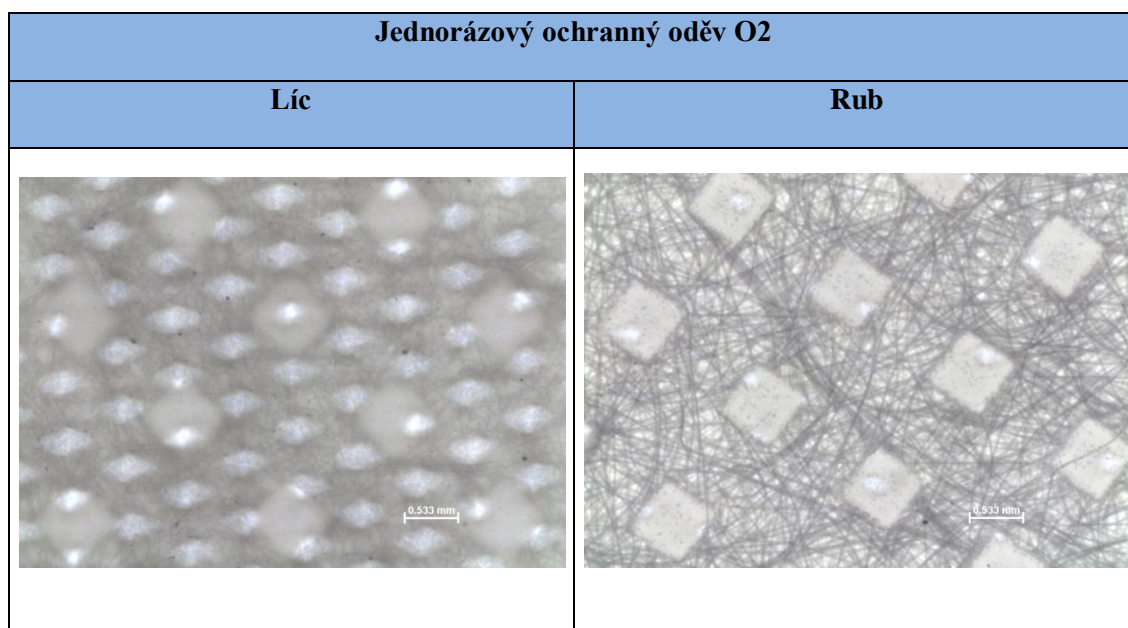
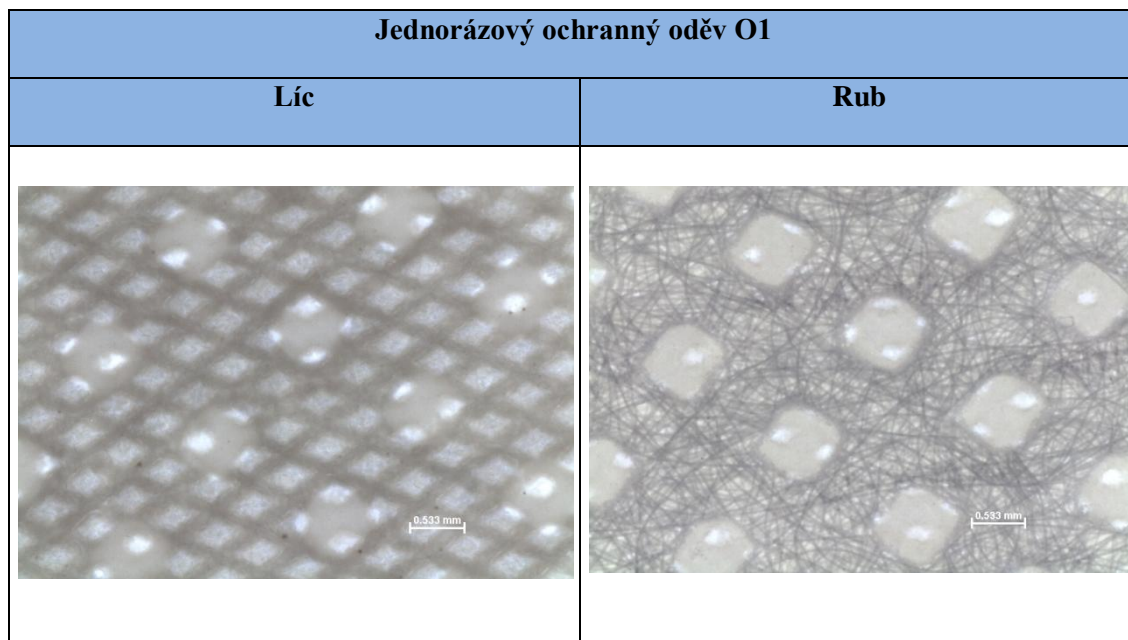
Označení	O1	O2	O3	O4
Vzhled jednorázových ochranných oděvů				
Typ – stupeň ochrany	4, 5, 6	3, 4, 5, 6	5, 6	5, 6
Typ švu	Šité, přelepené páskou PE	Šité, přelepené páskou PE	Šité	Šité
Vzhled švu				

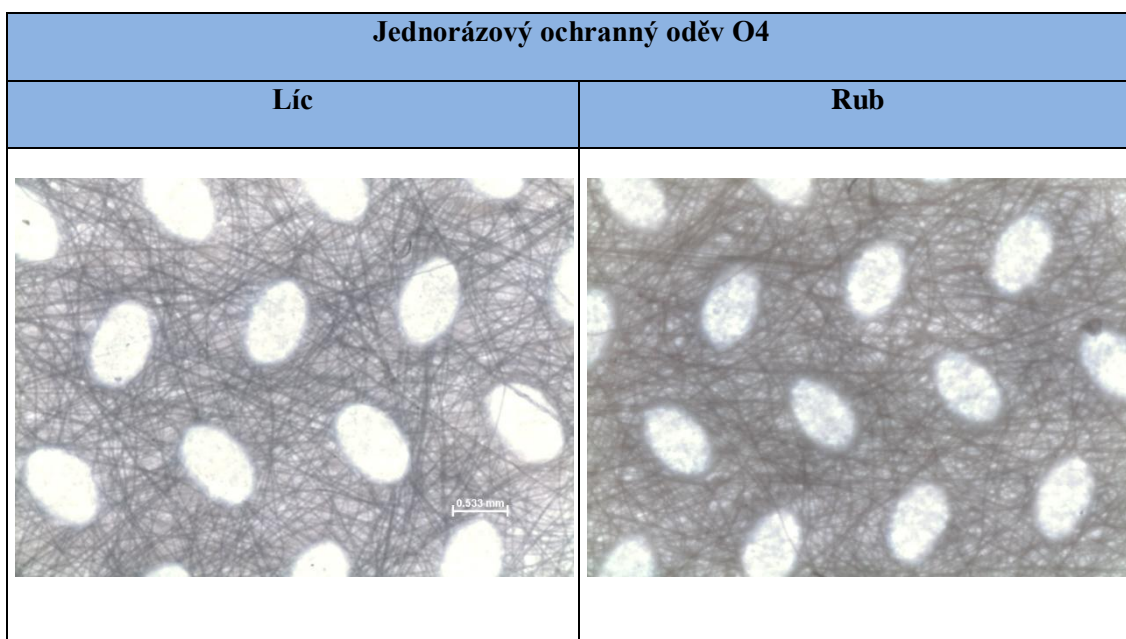
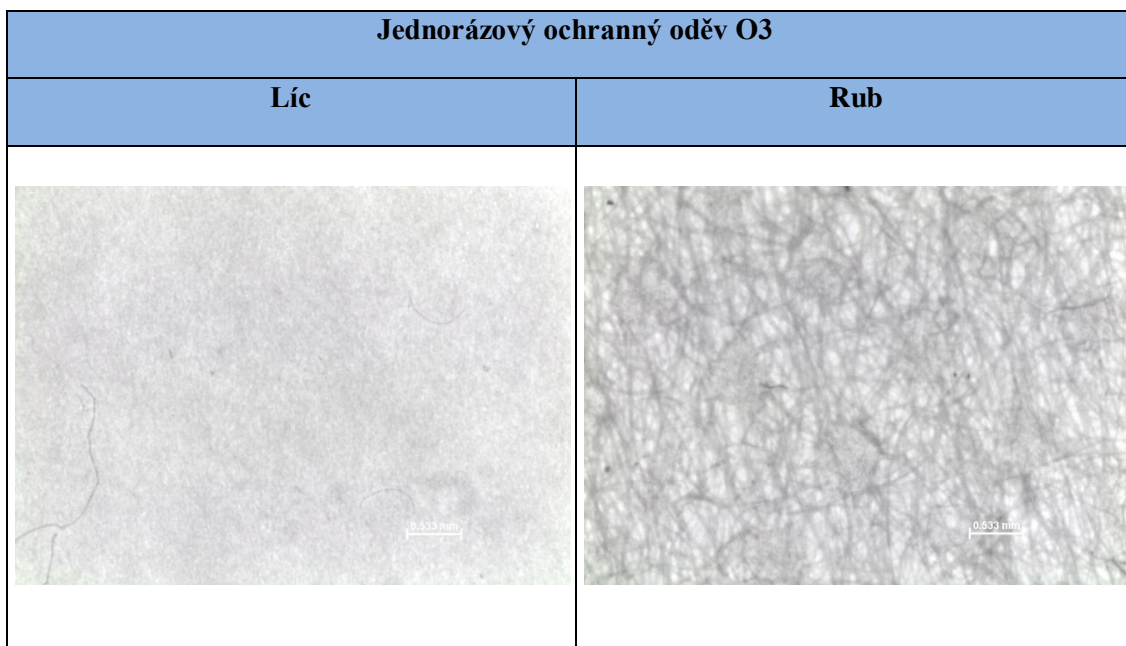
Charakteristika materiálů použitých pro výrobu jednorázových ochranných oděvů je uvedena v tabulce 5. Vzhledem k tomu, že v materiálových listech nebylo možné dohledat plošnou hmotnost a tloušťku, byly plošná hmotnost a tloušťka u jednotlivých materiálů určeny laboratorně (Dle norem: Zjištění plošné hmotnosti materiálu jednorázových ochranných oděvů – dle normy ČSN 80 0845 – „Plošné textilie. Stanovení ukazatelů hmotnosti.“, Zjištění tloušťky materiálu jednorázových ochranných oděvů – dle normy ČSN 80 0844 – „Plošné textilie. Zjišťování tloušťky.“)

**Tabulka 5: Charakteristika použitých materiálů jednorázových ochranných oděvů**

Označení	O1	O2	O3	O4
<b>Materiálové složení</b>	Polypropylenová netkaná textilie s kombinací mikroporézní laminové folie	Netkaná textilie z nekonečného polypropylenu s HD/PE bariérovou folií	Polypropylenová netkaná textilie s kombinací se SMS	Polypropylenová netkaná textilie s kombinací se SSMMS
<b>Počet vrstev</b>	2	2	3	5
<b>Plošná hmotnost [g/m<sup>2</sup>]</b>	35,9	34,9	58,7	56,3
<b>Tloušťka [mm]</b>	0,41	0,45	0,38	0,39

Detailní snímky materiálu jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3, O4  
(viz tabulka 5):





V rámci experimentálního měření byly vybrány dvě varianty spodních vrstev SV I a SV II. Jako první spodní vrstva SV I byla vybrána tkanina s materiálovým složením 100% PES a jako druhá spodní vrstva SV II pletenina s materiálovým složením 100% CO. Obě vrstvy měly příměs elastinu. Charakteristika materiálů použitých pro spodní vrstvu je uvedena v tabulce 6.

Tabulka 6: Charakteristika materiálů použitých spodních vrstev

<b>Označení materiálu</b>	SV I	<b>Označení materiálu</b>	SV II
<b>Materiálové složení</b>	97% PES, 3% elastin	<b>Materiálové složení</b>	92% CO, 8% elastin
<b>Druh textilie</b>	Tkanina	<b>Druh textilie</b>	Pletenina
<b>Vazba</b>	Kepr	<b>Označení</b>	Zátažná
<b>Do [nití/cm]</b>	74	<b>Hř [nití/cm]</b>	29
<b>Dú [nití/cm]</b>	38	<b>Hs [nití/cm]</b>	20
<b>Tloušťka [g/m<sup>2</sup>]</b>	0,70	<b>Tloušťka [g/m<sup>2</sup>]</b>	0,49
<b>Mp [g/m<sup>2</sup>]</b>	90	<b>Mp [g/m<sup>2</sup>]</b>	240

Z každého materiálu byla ušitá jedna varianta spodní vrstvy. Konkrétně se jednalo o triko s dlouhými rukávy a kalhoty (viz obrázek 41, 42). Spodní vrstvy byly ušité ve velikosti 140, dle rozměrů manekýna Thermetrics Child Thermal Makinin (Thermetric dětské tepelné figuríny).



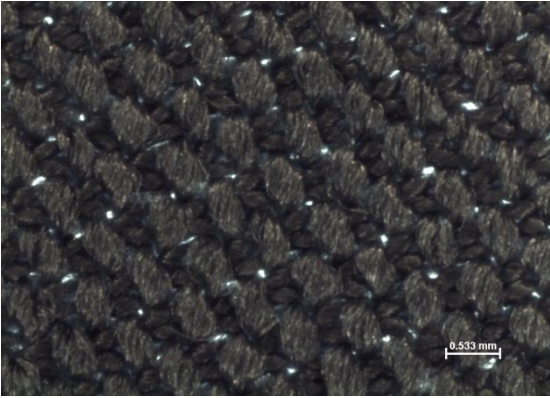
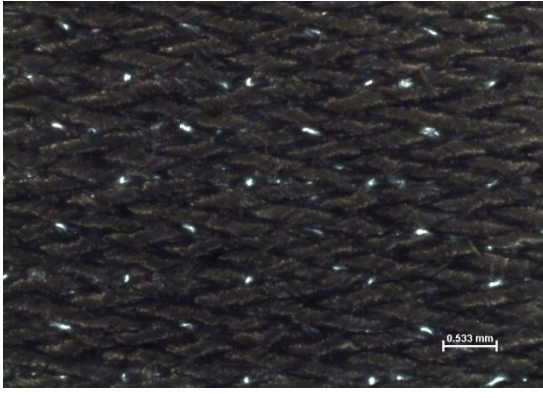

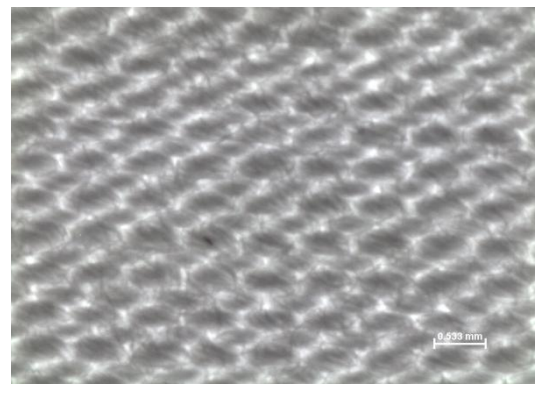
Obrázek 41: Spodní vrstva SV I



Obrázek 42: Spodní vrstva SV II



Detailní snímky materiálů spodních vrstev SV I a SV II (viz tabulka 6):

Spodní vrstva SV I	
Líc	Rub
	
Spodní vrstva SV II	
Líc	Rub
	

Reálné vzorky materiálů jednorázových ochranných oděvů a materiálů spodních vrstev jsou k nahlédnutí v Příloze 2.

## 3.2 Charakteristika použitých zařízení

Měření bylo realizováno na přístrojích, které jsou k dispozici v laboratořích KOD. V rámci experimentální části byla hodnocena prodyšnost, propustnost vodních par a tepelný odpor jednotlivých materiálů, z nichž jsou zhotoveny ochranné oděvy a spodní vrstvy určené pro ochranu vůči nebezpečným kapalinám, postřikům a chemikáliím.

### 3.2.1 Prodyšnost materiálů jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

Pro hodnocení statické prodyšnosti bylo použité zařízení SDL M 021 S (viz obr. 41). Hodnotí se prostup vzduchu skrz testovanou textilií v jednotkách [m.s<sup>-1</sup>].

U zařízení je nutné nastavit čas, tlak a rychlost proudu vzduchu procházející kolmo na plochu zkušební vzorku. Vzorek se upne do kruhového držáku, který se musí dostatečně utáhnout, aby nedocházelo k prostupu vzduchu okolními otvory. Vzduch se skrz vzorek dostává za pomoci manuální obsluhy, která ovládá sešlapovací pedál. Zařízení neumožňuje sledování vzorku v průběhu měření, ale pouze výsledné naměřené hodnoty. Při nízkých výsledných hodnotách, je materiál odolný proti reálnému působení větru. V opačném případě je málo odolný [38, 39].

Vzorec pro výpočet prodyšnosti stanovený dle interní normy č. 33-302-01/01 [40]:

$$R = \frac{Qv}{A} \cdot \frac{1}{3,6}$$

kde:

R ... rychlost proudění vzduchu přes hodnocenou textilií [cm/s]

Qv ... vyjadřuje objemové množství protečené tekutiny v [m<sup>3</sup> · s<sup>-1</sup>]

A ... zkoušená plocha textilie v [cm<sup>2</sup>]

1/3,6 ... přepočítávací faktor z [dm<sup>2</sup>/hod cm<sup>2</sup>] na [cm/s]



Obrázek 43: SDL M 021 S [39]

Měření bylo realizováno dle norem:

- ČSN EN ISO 9237 (800817) – „Textilie. Zjišťování prodyšnosti plošných textilií.“

Měření bylo realizováno za nastaveného:

- Tlakového spádu – 100 Pa

Měření se provádělo nejdříve u každého materiálu spodní vrstvy SV I a SV II a obleků O1 – O4 zvlášť (viz kapitola 2.1). Dále byly tvořeny kombinace jednotlivých oděvů se spodními vrstvami.

### 3.2.2 Propustnost vodních par materiálů jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

Zařízení TEXTEST FX 3180 CupMaster testuje propustnost vodních par, to znamená, že určuje rychlost přenosu vodní páry vzorků (v laboratořích je k dispozici dvanáct misek pro dvanáct vzorků) současně zcela automaticky během 24 hodin (viz obr. 43) [36].



Obrázek 44: TEXTEST FX 3180 CupMaster [36]

Lze si nastavit teplotu, vlhkost a rychlost vzduchu pomocí čidel, což umožní přesnou regulaci vybraného klimatu. Vzorky se vkládají do misek s upínacími kroužky, které zajistí efektivní připevnění vzorku [36].

V experimentální části byly podstatné výsledky, které jsou označené jako WVTR (Water Vapor Transmission Rate) a stanovuje se v jednotkách - gram na metr čtverečný za dobu a také v anglosaské míře - gram na metr na čtvereční stopu za hodinu. Čím větší je hodnota WVTR tím je lepší propustnost testovaného vzorku. V experimentální části byly důležité hlavně výsledky v gramech na metr čtverečný za dobu a průměr sloupce udával index propustnosti vodních par vzorku.

Měření bylo realizováno dle interní normy:

- L1099-A2 Stanovení rychlosti přenosu vodní páry (WVTR) pomocí gravimetrické metody

Měření bylo realizováno za nastavené:

- Teploty – 40°C

- Vlhkosti vzduchu – 50 %
- Rychlosti vzduchu – 0,8m/s

K měření experimentu bylo potřeba vystříhnout kruhové vzorky z materiálů jednotlivých oděvů a spodních vrstev o velikosti 50 cm<sup>2</sup>. Z materiálů z nichž jsou zhotoveny spodní vrstvy SV I a SV II bylo vystřiženo celkem dvanáct kruhových vzorků (SV I – šest kusů, SV II – šest kusů). Z materiálu jednotlivých ochranných oděvů O1 – O4 bylo vystřiženo celkem dvanáct kruhových vzorků (O1 – tři kusy, O2 – tři kusy, O3 – tři kusy, O4 – tři kusy).

Vzorky se musely nejdříve den aklimatizovat v klimatické místnosti.

Experiment se prováděl v klimatizované místnosti za nastavené:

- Teploty – 20 °C
- Relativní vlhkosti vzduchu – 60 %

Následný den byly vzorky vloženy do misek s upínacími kroužky a testovány.

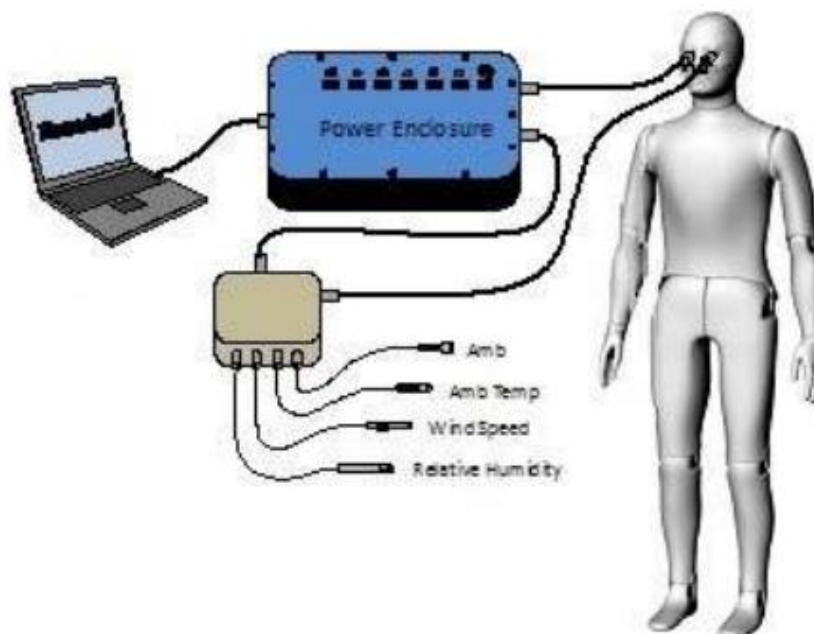
### 3.2.3 Měření tepelného odporu pomocí dětské tepelné figuríny

Zařízení s názvem Thermetrics Child Thermal Manikin (viz obr. 41) je dětská tepelná figurína pro měření tepelného odporu zpracovaná společností Thermetrics [35].



Obrázek 45: Thermetrics Child Thermal Manikin [35]

Jedná se o chlapeckou figurínu velikosti 140, která je vyhotovena z uhlíkového vlákna s distribuovanými topnými dráty a drátovými senzory pro přesné řízení a měření teploty pokožky. Tepelná figurína je jedna z hlavních součástí celého zařízení. Dalším nezbytným vybavením je kryt napájecího zdroje, senzor okolního prostředí J-Box, senzory okolního prostředí a ThermDAC ovládací software (viz obr. 42). Software tohoto zařízení shromažďuje všechna data a provádí veškeré výpočty, které jsou nezbytné k provedení testu pro výsledky operátorovi. Vytvoří se datový soubor, který se dá uložit jako protokol ke zkoušce [35].



Obrázek 46: Schéma hlavního vybavení

Měření bylo realizováno dle norem:

- Pro měření tepelného odporu – ASTM F 1291-16 Standard Test Method for Measuring the Thermal Insulation of Clothing Using a Heated Manikin (Těm říká, že teplota povrchu figuríny je 35°.)
- Pro měření výparného odporu – ASTM F2370-16 Standard Test Method for Measuring the Evaporative Resistance of Clothing Using a Sweating Manikin.
- Pro měření paropropustnosti – JIS L 1099 Testing methods for water vapour permeability of textiles. Method A-2.

Měření bylo realizováno v klimatické místnosti s nastavenou teplotou figuríny na 35° dle americké normy.

Pro experiment byly ušity dvě spodní vrstvy a upraveny čtyři jednorázové ochranné oděvy pro velikost 140. Každá spodní vrstva se skládala ze kalhot, které jsou v pase zaopatřeny pružnou gumou a triček s dlouhým rukávem s přidaným zdrhovadlem na přední středové přímce. Velikost jednorázových ochranných oděvů musela být upraveny na dětskou tepelnou figurínu.

Experiment se prováděl v klimatizované místnosti za nastavené:

- Teploty – 20 °C

- Relativní vlhkosti vzduchu – 60 %

Prvně byl měřen tepelný odpor a propustnost vodních par u spodních vrstev SV I a SV II, které se následně kombinovali s upravenými jednotlivými jednorázovými ochrannými oděvy O1 – O4.

### **3.3 Vyhodnocení prodyšnosti jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev**

Prodyšnost je důležitou fyziologickou vlastností materiálů z nichž se ochranné oděvy zhotovují. Ta do značné míry ovlivňuje kvalitu práce a uživatelského komfortu osob, které tyto ochranné oděvy používají. Prodyšnost materiálu určuje, kolik vlhkosti (exspirace, pot) je schopen materiál propustit.

Z výsledků prezentovaných v tabulce 7 je zřejmé (viz Příloha 4), že tři jednorázové ochranné oděvy byly vůči nebezpečným kapalinám (O1, O2, O3) zcela neprodyšné.

Neprodyšnost jednorázového ochranného oděvu O1 byla způsobena materiálovým složením oděvu. Jednalo se o polypropylenovou netkanou textilií v kombinaci s mikroporézní laminovanou folií, která je neprodyšná.

Neprodyšnost jednorázového ochranného oděvu O2 byla způsobena složením materiálu, ze kterého byl zhotoven. Netkaná textilie z nekonečného polypropylenu v kombinaci s HD/PE bariérovou folií vytvářející bariérový efekt, který činí oděv neprodyšným.

U jednorázového ochranného oděvu O3 byla naměřená neprodyšnost překvapující, jelikož byl zhotoven z polypropylenové netkané textilie v kombinaci se SMS (Spunbond-Meltblown-polypropylen). SMS je označován jako prodyšný materiál. Jelikož se, ale jednalo o jednorázový ochranný oděv O3 odolných vůči nebezpečným kapalinám, mohla být při výrobě provedena úprava materiálu SMS. Konkrétně se mohlo jednat o tavení materiálu k sobě.

Naopak jednorázový ochranný oděv O4 vykazoval prodyšnost, která se pohybovala kolem 103 mm/s. Podle výrobce se jedná o jednorázový ochranný oděv,



označený jako super prodyšný, díky materiálu, ze kterého je zhotoven (polypropylenová netkaná textilie v kombinaci SSMMS). Lze tedy předpokládat, že právě nová kombinace materiálů může jednorázové ochranné oděvy činit prodyšnými, což zlepšuje jejich fyziologické vlastnosti a uživatelský komfort. Jednorázový ochranný oděv O4 tak poskytuje lepší podmínky pro práci než jednorázové ochranné oděvy O1, O2 a O3 při zachování stejné nebo podobné ochrany.

Z hodnot prodyšnosti použitých materiálů pro spodní vrstvu je patrné (viz tabulka 7), že vyšší prodyšnost měla spodní vrstva SV II. Prodyšnost spodní vrstvy SV II byla kolem 138,33 mm/s. Tyto závěry jsou logické, jelikož se jednalo o pleteninu. SV II vykazovala o 42,2 % vyšší prodyšnost, nežli spodní vrstva SV I.

**Tabulka 7: Prodyšnost materiálů jednorázových ochranných oděvů a materiálů spodních vrstev**

	Prodyšnost [mm/s]					
	O1	O2	O3	O4	SV I	SV II
Počet měření / jednorázové ochranné oděvy x spodní vrstvy						
<b>Průměr [mm/s]</b>	0	0	0	103,33	80	138,33
<b>Směrodatná odchylka [mm/s]</b>	0	0	0	4,71	0	0
<b>Variační koeficient [%]</b>	0	0	0	4,56	0	0

Vzhledem k této zkušenosti byla dále hodnocena pouze prodyšnost jednorázového ochranného oděvu O4 v kombinaci se spodní vrstvou SV I a SV II. Jak ukazuje tabulka 8 vlivem spodní vrstvy se prodyšnost snížila o 56% při použití SV I (tkanina) a o 42% při použití SV II (pletenina). Z toho vyplývá, že jednorázový ochranný oděv O4 v kombinaci se spodní vrstvou SV II vykazuje větší prodyšnost a proto je pro pracovníka komfortnější.

**Tabulka 8: Prodyšnost jednorázového ochranného O4 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II**

Jednorázový ochranný oděv	Prodyšnost [mm/s]			Rozdíl [%]	
	O4	O4			
	Pouze oděv	SV I	SV II		
<b>Průměr</b> [mm/s]	103,33	45	60	56	42
<b>Směrodatná odchylka</b> [mm/s]	4,71	0	0	-	-
<b>Variační koeficient [%]</b>	4,56	0	0	-	-

### **3.4 Vyhodnocení propustnosti vodních par jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev**

Z provedeného experimentální měření (viz Příloha 5) propustnosti vodních par vyplývá, že jednorázový ochranný oděv O4 vykazoval nejlepší propustnost vodních par (viz tabulka 9), ta se pohybovala okolo 3729 g/m<sup>2</sup>.d. Důvodem byl materiál, ze kterého je jednorázový ochranný oděv O4 zhotoven. Jednalo se o polypropylenovou netkanou textilií v kombinaci se SSMMS. Materiál SSMMS byl i podle výrobce označen jako materiál, který účinně propouští vlhkost, což snižuje pracovníkovi stres způsobený vysokými teplotami.

Propustnost vodních par u jednorázového ochranného oděvu O3 se pohybovala okolo 1558,75 g/m<sup>2</sup>.d, což je o 59% méně než u jednorázového ochranného oděvu O4, který měl nejlepší výsledné hodnoty. Důvodem je materiál, ze kterého je jednorázový ochranný oděv O3 zhotoven. Jednalo se o polypropylenovou netkanou textilií v kombinaci se SMS. Kombinace Spunbond s Meltblown absorbuje jakoukoliv vlhkost, tudíž méně propouští a proto naměřené hodnoty jsou logicky nižší než u jednorázového ochranného oděvu O4.

Propustnost vodních par u jednorázového ochranného oděvu O2 se pohybovala okolo 40,67 g/m<sup>2</sup>.d, což je až o 98,91% méně než u jednorázového ochranného oděvu O4, který měl nejlepší naměřené hodnoty. Jednorázový ochranný oděv O2 měl velice špatnou propustnost vodních par, což způsoboval materiál, ze kterého byl oděv zhotoven. Jednalo se o netkanou textilií z nekonečného polypropylenů v kombinaci s HD/PE bariérovou folií. Bariérový efekt měl zajistit, aby oděv byl zcela nepropustným, což se potvrdilo jako sporná informace, jelikož minimální známky propustnosti vodních par vykazoval.

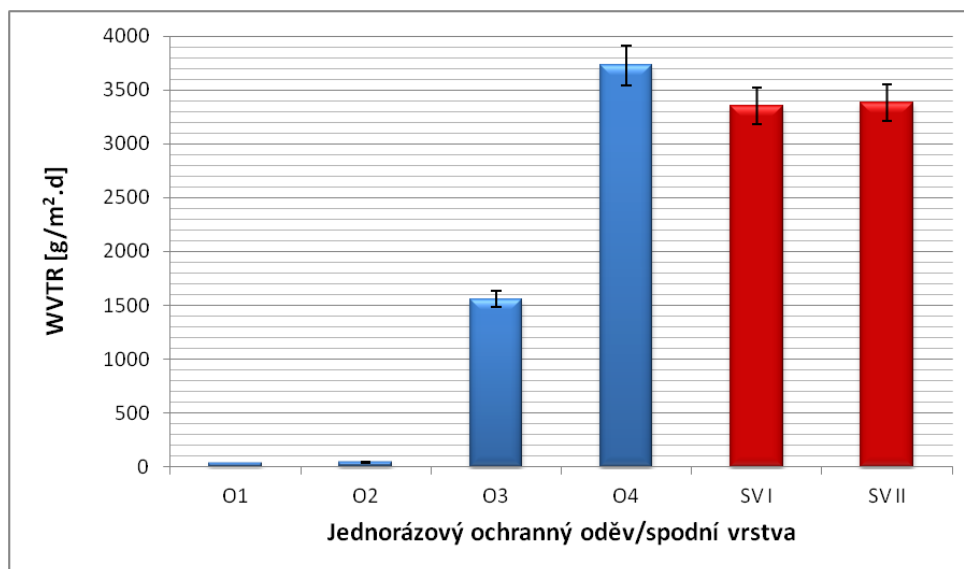
Propustnost vodních par u jednorázového ochranného oděvu O1 se pohybovala okolo 35,67 g/m<sup>2</sup>.d, což je až o 99,05% méně než u jednorázového ochranného oděvu O4, který měl nejlepší naměřené hodnoty. Jednorázový ochranný oděv O1 měl nejhorší propustnost vodních par, což způsoboval materiál, ze kterého byl oděv zhotoven. Jednalo se o polypropylenovou netkanou textilií v kombinaci mikroporézní folie. Mikroporézní folie by neměla propouštět hodně vlhkosti, což se potvrdilo jako pravdivá informace.

Z hodnot propustnosti vodních par použitých materiálů pro spodní vrstvu je patrné, že lepší propustnost vodních par měla spodní vrstva SV II. Propustnost vodních par u SV II se pohybovala okolo 3384,17 g/m<sup>2</sup>.d, což je 0,95 % více než propustnost vodních par spodní vrstvy SV I. I přesto, že rozdílnost není veliká tak tyto závěry jsou logické, jelikož se jednalo o pleteninu.

**Tabulka 9: Propustnost vodních par jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev**

	Jednorázový ochranný oděv x spodní vrstva	Průměr [g/m <sup>2</sup> .d]	Směrodatná odchylka [g/m <sup>2</sup> .d]	Variační koeficient [%]
<b>WVTR</b> [g/m <sup>2</sup> .d]	<b>O1</b>	35,67	0,94	2,64
	<b>O2</b>	40,67	1,7	4,18
	<b>O3</b>	1558,75	51,06	3,28
	<b>O4</b>	3729	32,62	0,87
	<b>SV I</b>	3352,17	77,71	2,32
	<b>SV II</b>	3384,17	77,71	1,28

Pro porovnání výsledků propustnost vodních par u jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3, O4 a spodních vrstev SV I a SV II (viz tabulka 9) je k dispozici na obrázku 47. Je zde zřetelně vidět rozdíl mezi jednotlivými jednorázovými oděvy a nepatrná rozdílnost mezi spodními vrstvami SV I a SV II.



Obrázek 47: Propustnost vodních par u jednorázových oděvů a spodních vrstev

Dále byla hodnocena propustnost vodních par jednorázových ochranných oděvů (O1, O2, O3, O4) v kombinaci obou variant spodních vrstev SV I a SV II (viz tabulka 10). I přesto, že SV II vykazovala nepatrně lepší výsledné hodnoty propustnosti vodních par než SV I (viz tabulka 9), tak v kombinaci s jednorázovými ochrannými oděvy nebyly lepší výsledné hodnoty zřetelně viditelné.

Propustnost vodních par u jednorázového ochranného oděvu O1 v kombinaci se spodní vrstvou SV I se pohybovala okolo 51,33 [g/m<sup>2</sup>.d], což je o 18,64 % více než u spodní vrstvy SV II. Lze tedy stanovit, že spodní vrstva SV I pro jednorázový ochranný oděv O1 je vhodnější, jelikož propustnost vodních par je o 7 [g/m<sup>2</sup>.d] větší než u SV II.

Propustnost vodních par u jednorázového ochranného oděvu O2 v kombinaci se spodní vrstvou SV I se pohybovala okolo 64,67 [g/m<sup>2</sup>.d], což je o 14,96 % více než u spodní vrstvy SV II. Lze tedy stanovit, že spodní vrstva SV I je pro jednorázový ochranný oděv O2 vhodnější, jelikož propustnost vodních par je o 9,67 [g/m<sup>2</sup>.d] větší než u SV II.

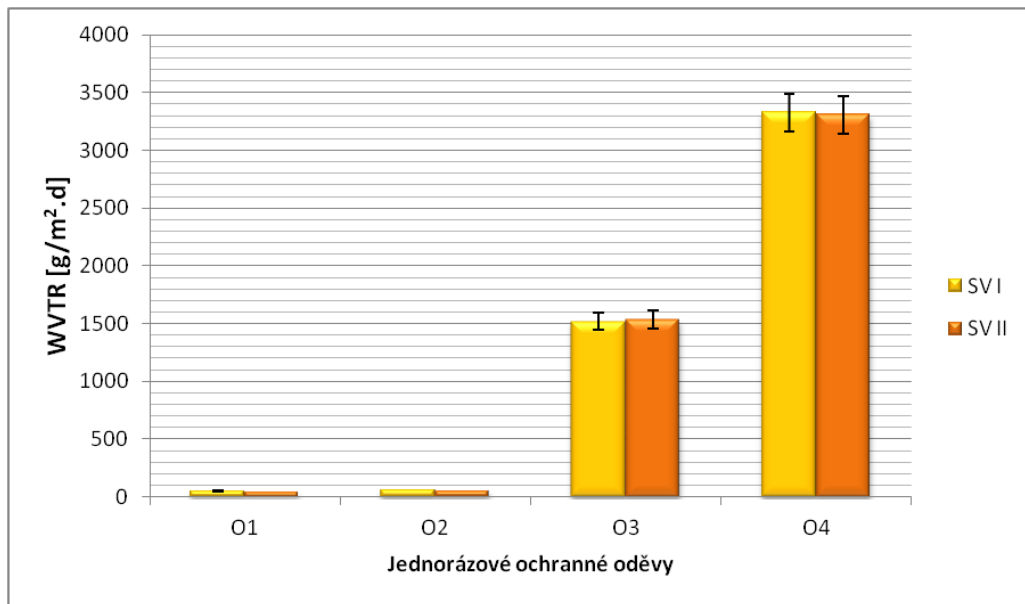
Propustnost vodních par u jednorázového ochranného oděvu O3 v kombinaci se spodní vrstvou SV I se pohybovala okolo 1518 [g/m<sup>2</sup>.d], což je o 1,15 % méně než u spodní vrstvy SV II. Lze tedy stanovit, že spodní vrstva SV II je pro jednorázový ochranný oděv O3 vhodnější, jelikož propustnost vodních par je o 17,67 [g/m<sup>2</sup>.d] větší než u SV I.

Propustnost vodních par u jednorázového ochranného oděvu O4 v kombinaci se spodní vrstvou SV I se pohybovala okolo 3309,33 [g/m<sup>2</sup>.d] a u spodní vrstvy SV II se pohybovala okolo 3306,67 [g/m<sup>2</sup>.d]. V tomto případě je rozdílnost mezi spodní vrstvou SV I a SV II pouze to 0,09 %, což je téměř bez rozdílné a z toho je zřejmé, že jakékoliv použití spodní vrstvy je z hlediska uživatelského komfortu více než vhodné.

**Tabulka 10: Propustnost vodních par jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami**

WVTR [g/m <sup>2</sup> .d]	Jednorázový ochranný oděv	Spodní vrstva	Průměr [g/m <sup>2</sup> .d]	Směrodatná odchylka [g/m <sup>2</sup> .d]	Variační koeficient [%]	Rozdíl [%]
	O1	SV I		51,33	3,68	7,17
SV II			44,33	2,05	4,62	
O2	SV I		64,67	5,31	8,21	14,96
	SV II		55	7,07	12,85	
O3	SV I		1518	29,22	1,92	1,15
	SV II		1535,67	59,69	3,87	
O4	SV I		3309,33	21,64	0,65	0,09
	SV II		3306,67	6,34	0,19	

Pro porovnání výsledků propustnost vodních par jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3 a O4 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II (viz tabulka 10) je k dispozici na obrázku 48.



Obrázek 48: Propustnost vodních par jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami

### **3.5 Vyhodnocení tepelného odporu jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev**

Z provedeného experimentálního měření tepelného odporu u jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3, O4 a u spodních vrstev SV I a SV II (viz Příloha 6) nebyly výsledné hodnoty znatelně rozdílné (viz tabulka 11). Průměrný rozdíl tepelného odporu mezi jednotlivými ochrannými oděvy se pohybovala maximálně o 0,03 [m<sup>2</sup>.°C/W]. Rozdílnost v průměru tepelného odporu mezi spodními vrstvami nebyla žádná.

Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O1 se pohyboval okolo 0,18 [m<sup>2</sup>.°C/W], což je o 17 % více než u jednorázového ochranného oděvu O2, ten měl nejhorší výsledné hodnoty tepelného odporu. Jednorázový ochranný oděv O1 byl zhotovený z polypropylenové netkané textilie v kombinaci s mikroporézní laminovanou folií, která by měla umožnit prostup jakýmkoli plynům, v našem případě teplu, což je potvrzitelné, ale i tak se jednalo o jednorázový ochranný oděv O1 s nejhoršími výslednými hodnotami tepelného odporu.

Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O2 se pohyboval okolo 0,15 [m<sup>2</sup>.°C/W], to jsou nejlepší námi naměřené výsledné hodnoty tepelného odporu. Tento výsledek je překvapující, jelikož jednorázový ochranný oděv O2 byl zhotoven z netkané textilie z nekonečného polypropylenu v kombinaci s HD/PE bariérovou folií a nese ochranu proti pronikání řady běžně používaných chemikálií. Lze tedy stanovit, že jednorázový ochranný oděv O2 přes výše uvedené vlastnosti měl nejlepší výsledné hodnoty tepelného odporu ze všech vybraných ochranných oděvů.

Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O3 se pohyboval okolo 0,16 [m<sup>2</sup>.°C/W], což je o 6,25 % více než u jednorázového ochranného oděvu O2. Jednorázový ochranný oděv O3 byl zhotoven z polypropylenové netkané textilie v kombinaci se SMS, což umožňuje hodnotný prostup tepla skrz textilií. Lze tedy stanovit, že jednorázový ochranný oděv O3 měl druhý nejlepší výsledné hodnoty tepelného odporu.

Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O4 se pohyboval okolo 0,18 [m<sup>2</sup>.°C/W], což je o 17 % více než u jednorázového ochranného oděvu O2. Jednorázový

ochranný oděv O4 byl zhotoven z netkané textilie v kombinaci se SSMMS. U tohoto oděvu bylo výrobcem účinně propouštění tělesného tepla, což se naším měřením nepotvrdilo a tudíž můžeme tuto informaci označit jako ne zcela pravdivou. Jednorázový ochranný oděv O4 měl ze všech čtyř námi zkoumaných produktů nejhorší výsledné hodnoty tepelného odporu.

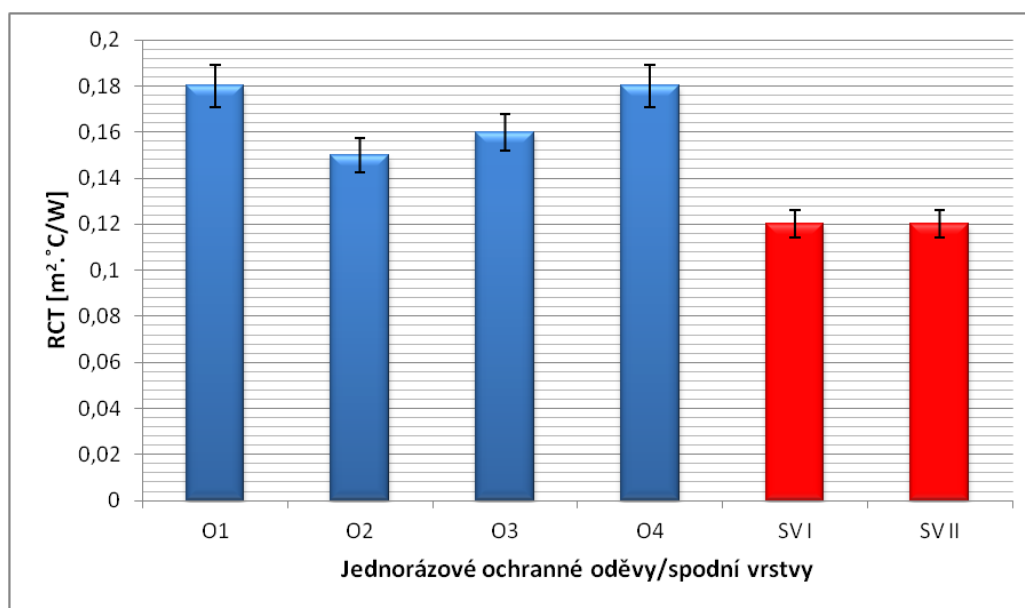
Tepelný odpor u spodních vrstev SV I a SV II nebyl při porovnání výsledných hodnot rozdílný. Tepelný odpor u obou spodních vrstev SV I a SV II se pohyboval okolo 0,12 [m<sup>2</sup>.°C/W]. Je viditelné a logické, že u spodních vrstev se tepelný odpor udržoval méně než u jednorázových ochranných oděvů. Příčinou byl použitý materiál a technologie zpracování. Spodní vrstva SV I byla zhotovena z tkaniny a spodní vrstva SV II byla zhotovena z pleteniny. Tyto materiály umožňují větší prostup vzduchu a tepla skrz textilii.



**Tabulka 11: Vyhodnocení tepelného odporu jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev**

<b>RCT</b> [m <sup>2</sup> .°C/W]	Jednorázový ochranný oděv / spodní vrstva	<b>Průměr</b> [m <sup>2</sup> .°C/W]	<b>Směrodatná odchylka</b> [m <sup>2</sup> .°C/W]	<b>Variační koeficient [%]</b>
	<b>O1</b>	0,18	0,01	5,56
	<b>O2</b>	0,15	0	0
	<b>O3</b>	0,16	0	0
	<b>O4</b>	0,18	0	0
	<b>SV I</b>	0,12	0	0
	<b>SV II</b>	0,12	0	0

Pro porovnání výsledků tepelného odporu u jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3, O4 a spodních vrstev SV I a SV II (viz tabulka 11) je k dispozici na obrázku 49. Je zde zřetelně vidět nepatrná rozdílnost mezi jednotlivými jednorázovými oděvy a žádná rozdílnost mezi spodními vrstvami SV I a SV II.

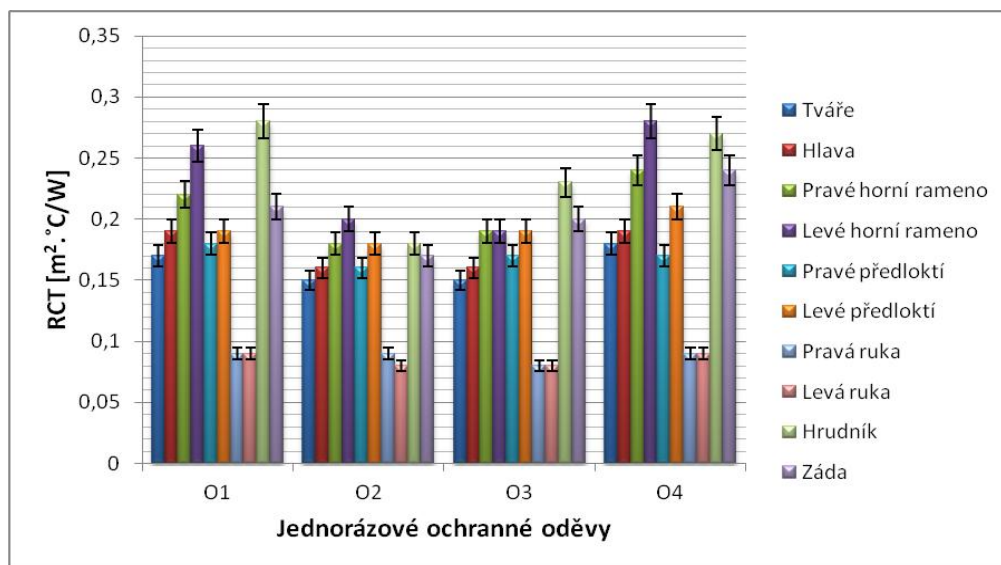


**Obrázek 49: Tepelný odpor jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev**

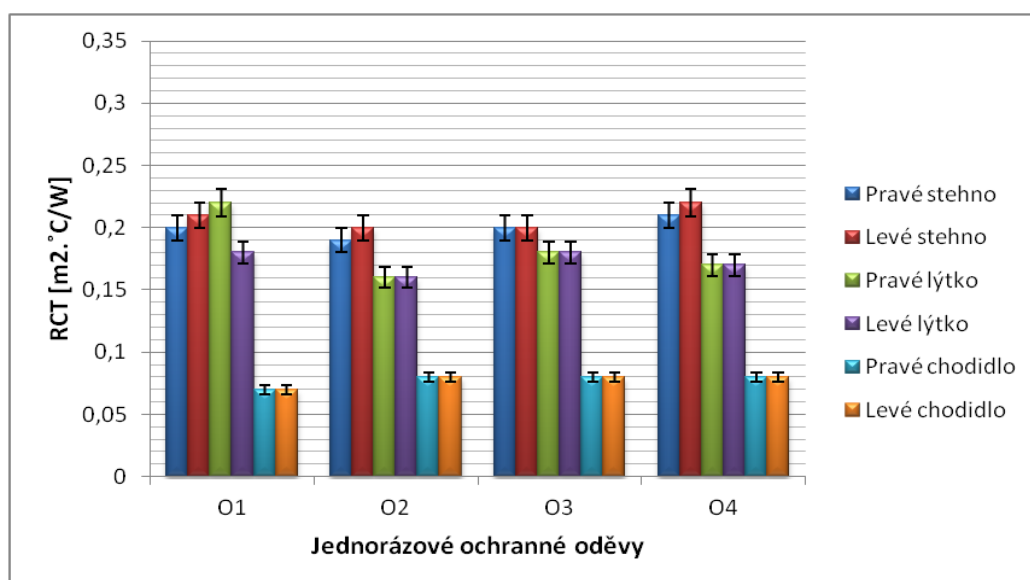
V případě, že se zaměříme na detailnější porovnání výsledků tepelného odporu u jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3, O4 a spodních vrstev SV

I a SV II (viz tabulka 11) jsou k dispozici následující grafy (viz obrázek 50 – 54). Je zde zřetelně vidět nepochopitelná rozdílnost mezi jednotlivými tepelnými zónami na tepelné figuríně.

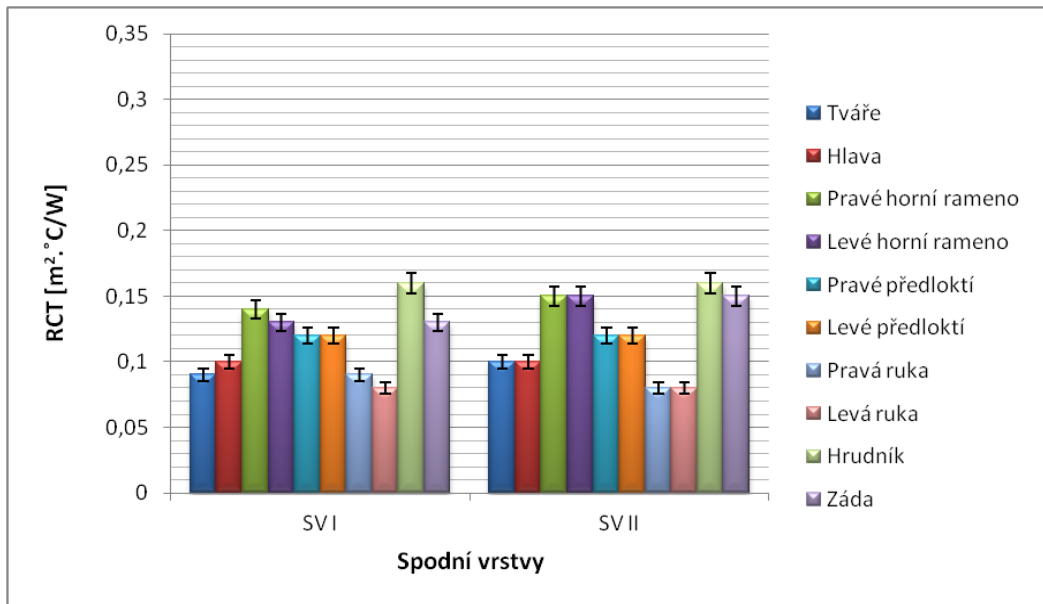
Dále byla zde pozorovatelná rozdílnost v symetrických zónách, které by se měly správně shodovat, ale neshodovaly (viz Příloha 6). To mohlo být způsobeno unikáním vzduchu v místech zakončení oděvu (např.: rukávy, nohavice), dále použitou improvizovanou neprofesionální obuví a nepoužití ochranných pomůcek (např.: ochranné brýle, ochranný rouška, ochranné rukavice, apod.).



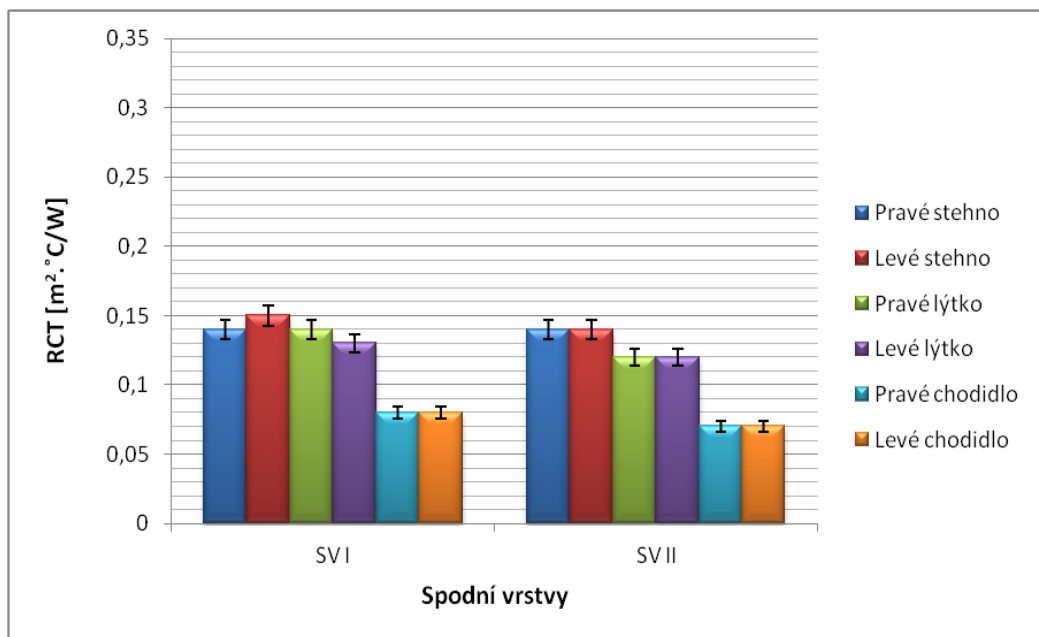
Obrázek 50: Porovnání výsledných hodnot tepelného odporu jednorázových ochranných oděvů pro horní část tepelné figuríny



Obrázek 51: Porovnání výsledných hodnot tepelného odporu jednorázových ochranných oděvů pro dolní část tepelné figuríny



Obrázek 52: Porovnání výsledných hodnot tepelného odporu pro spodní vrstvy horní části tepelné figuríny



Obrázek 53: Porovnání výsledných hodnot tepelného odporu pro spodní vrstvy dolní části tepelné figuríny

Dále byl hodnocen tepelný odpor u jednorázových ochranných oděvů (O1, O2, O3, O4) v kombinaci obou variant spodních vrstev SV I a SV II (viz tabulka 11). I přesto, že spodní vrstvy SV I a SV II vykazovali stejné výsledné hodnoty tepelného odporu, tak v kombinaci s jednorázovými ochrannými oděvy byla nepatrná rozdílnost (viz tabulka 12).

Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O1 v kombinaci se spodní vrstvou SV II se pohybovala okolo  $0,19 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]}$ , což je o 5 % méně než u spodní vrstvy SV I. Nepatrný rozdíl mohl být způsobem technologií zpracování, jelikož se jednalo o pleteninu. I přesto, že rozdílnost není veliká, lze se dalo stanovit, že spodní vrstva SV II je pro jednorázový ochranný oděv O1 vhodnější, jelikož tepelný odpor je o  $0,01 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]}$  nižší než u spodní vrstvy SV I.

Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O2 v kombinaci se spodní vrstvou SV II se pohybovala okolo  $0,19 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]}$ . Nepatrný rozdíl mohl být způsobem technologií zpracování, jelikož se jednalo o pleteninu. I přesto, že rozdílnost není veliká, lze se dalo stanovit, že spodní vrstva SV II pro jednorázový ochranný oděv O2 je vhodnější, jelikož tepelný odpor je o  $0,01 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]}$  menší než u spodní vrstvy SV I.

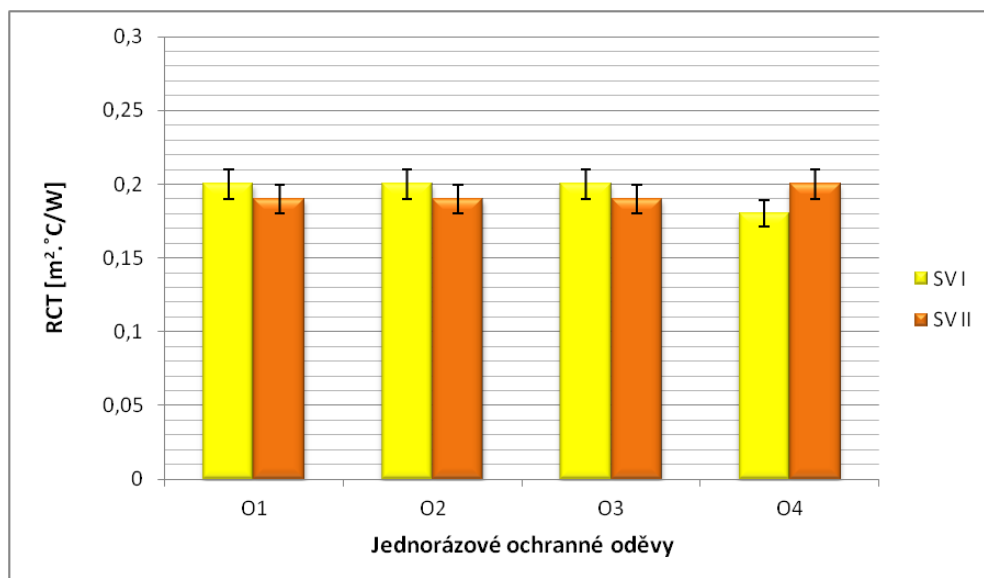
Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O3 v kombinaci se spodní vrstvou SV II se pohybovala okolo  $0,19 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]}$ . Nepatrný rozdíl mohl být způsobem technologií zpracování, jelikož se jednalo o pleteninu. I přesto, že rozdílnost není veliká, lze se dalo stanovit, že spodní vrstva SV II pro jednorázový ochranný oděv O3 je vhodnější, jelikož tepelný odpor je o  $0,01 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]}$  menší než u spodní vrstvy SV I.

Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O4 v kombinaci se spodní vrstvou SV I se pohybovala okolo  $0,18 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]}$ , což je o 10 % méně než u spodní vrstvy SV II. Tento fakt je překvapující, jelikož se jednalo o tkaninu. I přesto, že rozdílnost není veliká, lze se dalo stanovit, že spodní vrstva SV I pro jednorázový ochranný oděv O4 je vhodnější, jelikož tepelný odpor je o  $0,02 \text{ [m}^2 \cdot \text{°C/W]}$  menší než u spodní vrstvy SV II.

Tabulka 12: Vyhodnocení tepelného odporu u jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami

RCT [m <sup>2</sup> .°C/W]	Jednorázový ochranný oděv	Spodní vrstva	Průměr [m <sup>2</sup> .°C/W]	Směrodatná odchylka [m <sup>2</sup> .°C/W]	Variační koeficient [%]	Rozdíl [%]
		O1	SV I	0,2	0	0
SV II			0,19	0	0	
O2		SV I	0,2	0	0	5
		SV II	0,19	0	0	
O3		SV I	0,2	0,01	5	5
		SV II	0,19	0	0	
O4		SV I	0,18	0	0	10
		SV II	0,2	0	0	

Pro porovnání výsledků tepelného odporu jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3 a O4 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II (viz tabulka 12) je k dispozici na obrázku 54.



Obrázek 54: Tepelný odpor jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami

### **3.6 Vyhodnocení výparného odporu jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev**

Z provedeného experimentálního měření (viz Příloha 7) je zřejmé, že mezi jednorázovými ochrannými oděvy O1 – O4 je viditelná rozdílnost naměřených hodnot výparného odporu (viz tabulka 13).

Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O4 se pohyboval okolo 57,51 [m<sup>2</sup>.Pa/W], to jsou nejlepší námi naměřené výsledné hodnoty výparného odporu. Důvodem byl materiál, ze kterého je jednorázový ochranný oděv O4 zhotoven. Jednalo se o polypropylenovou netkanou textilii v kombinaci se SSMMS. Materiál SSMMS byl i podle výrobce označen jako materiál, který účinně propouští vlhkost, což snižuje pracovníkovi stres způsobený vysokými teplotami.

Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O3 se pohyboval okolo 71,72 [m<sup>2</sup>.Pa/W], což je o 19,81% více než u jednorázového ochranného oděvu O4, který měl nejlepší výsledné hodnoty. Důvodem je materiál, ze kterého byl jednorázový ochranný oděv O3 zhotoven. Jednalo se o polypropylenovou netkanou textilii v kombinaci se SMS. Kombinace Spunbond s Meltblown absorbuje jakoukoliv vlhkost, tudíž méně propouští a proto naměřené hodnoty jsou logicky vyšší než u jednorázového ochranného oděvu O4.

Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O2 se pohyboval okolo 131,55 [m<sup>2</sup>.Pa/W], to jsou nejhorší námi naměřené výsledné hodnoty výparného odporu. Je to o 56,28% méně než u jednorázového ochranného oděvu O4, který měl nejlepší výsledné hodnoty. Jednorázový ochranný oděv O2 měl velice špatný výparný odpor. Důvodem je materiál, ze kterého byl jednorázový ochranný oděv O2 zhotoven. Jednalo se o netkanou textilii z nekonečného polypropylenu v kombinaci s HD/PE bariérovou folií. Bariérový efekt měl zajistit, aby oděv byl zcela nepropustným, což se potvrdilo jako sporná informace, jelikož známky výparného odporu vykazoval.

Výparná odpor u jednorázového ochranného oděvu O1 se pohyboval okolo 124,53 [m<sup>2</sup>.Pa/W], což je 53,82% méně než u jednorázového ochranného oděvu O4, který měl nejlepší naměřené výsledné hodnoty. Jednorázový ochranný oděv O1 měl nejhorší propustnost vodních par, což způsoboval materiál, ze kterého byl oděv

zhotoven. Jednalo se o polypropylenovou netkanou textilii v kombinaci mikroporézní folie. Mikroporézní folie by neměla propouštět hodně vlhkosti, což se potvrdilo jako pravdivá informace.

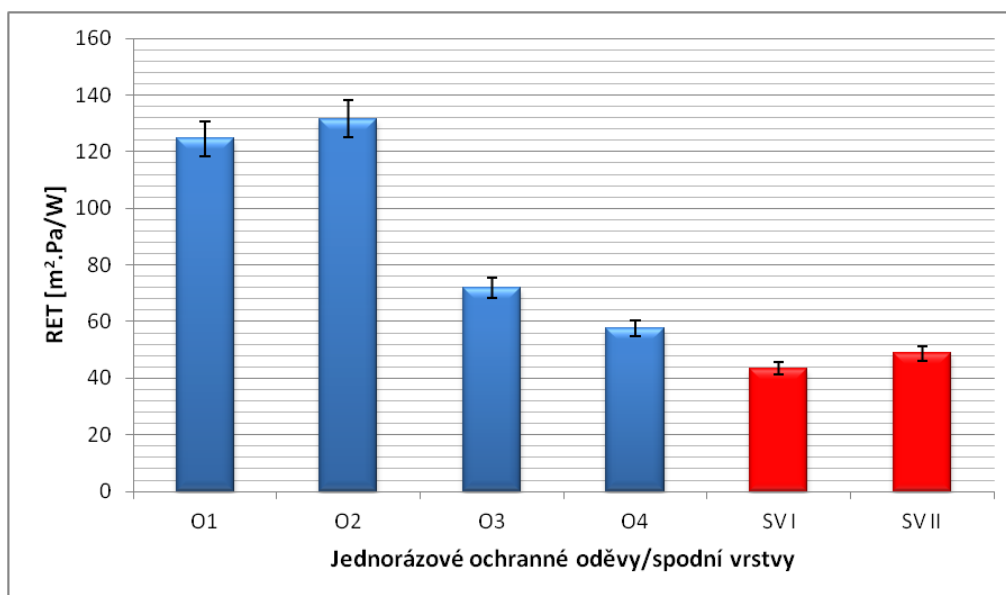
Z naměřených výsledných hodnot výparného odporu materiálů pro spodní vrstvy je patrné, že lepší výparný odpor měla spodní vrstva SV I. Výparný odpor se pohyboval okolo 43,37 [m<sup>2</sup>.Pa/W], což je o 10,82% méně než výparný odpor u spodní vrstvy SV II. Tyto závěry jsou překvapující, jelikož se jednalo o tkaninu.

**Tabulka 13: Vyhodnocení výparného odporu jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev**

	Jednorázový ochranný oděv / spodní vrstva	Průměr [m <sup>2</sup> .Pa/W]	Směrodatná odchylka [m <sup>2</sup> .Pa/W]	Variační koeficient [%]
<b>RET</b> [m <sup>2</sup> .Pa/W]	<b>O1</b>	124,53	0,13	0,10
	<b>O2</b>	131,55	3,64	2,77
	<b>O3</b>	71,72	0,24	0,33
	<b>O4</b>	57,51	0,68	1,18
	<b>SV I</b>	43,37	0,11	0,25
	<b>SV II</b>	48,63	0,43	0,88

Pro porovnání výsledků výparného odporu u jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3, O4 a spodních vrstev SV I a SV II (viz tabulka 13) je k dispozici na obrázku 55. Je zde zřetelně vidět rozdílnost mezi jednotlivými jednorázovými oděvy O1 – O4 a rozdílnost mezi spodními vrstvami SV I a SV II.

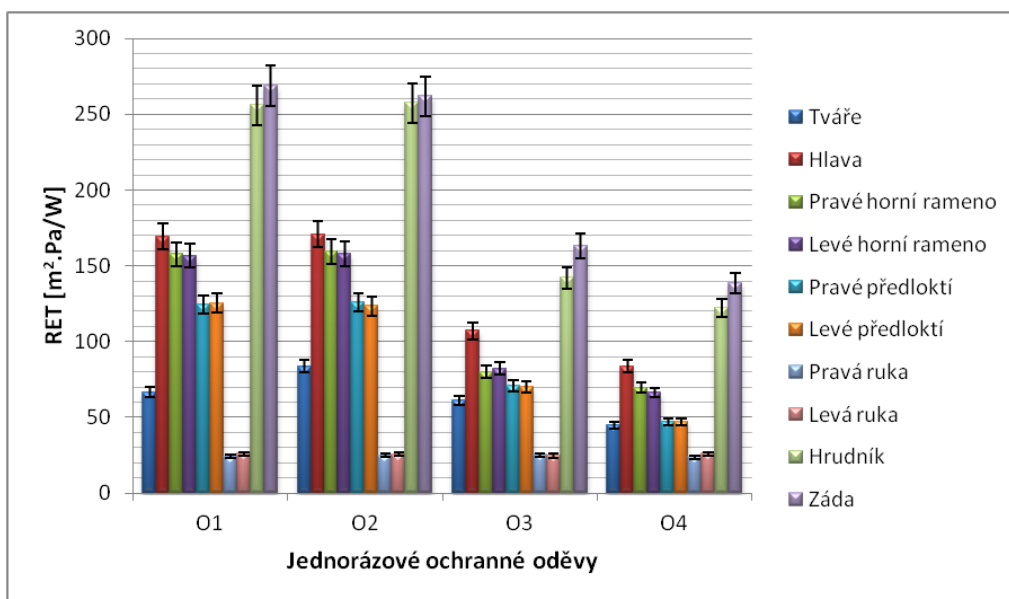




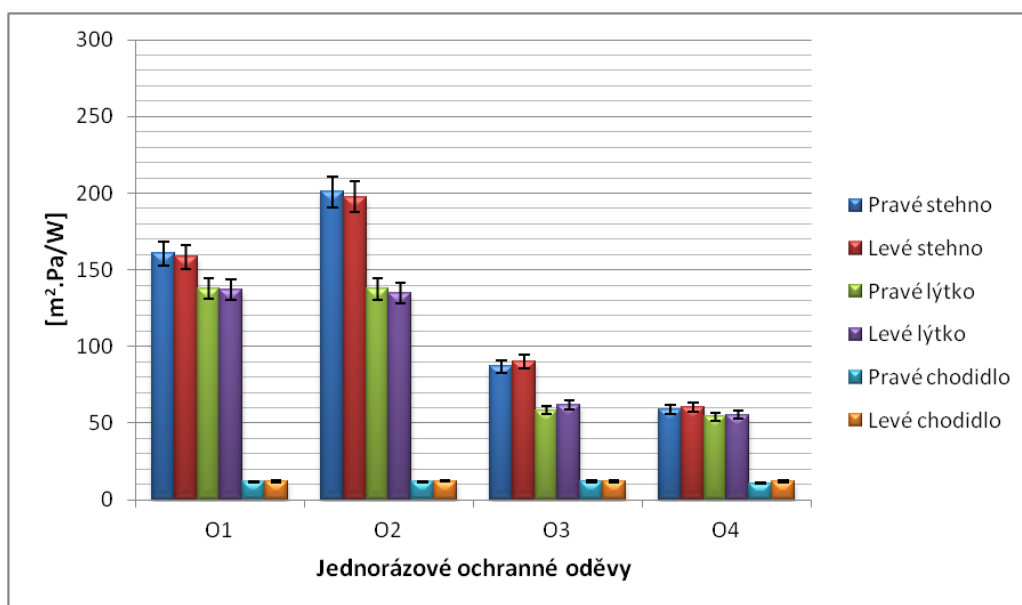
Obrázek 55: Výparný odpor jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

V případě, že se zaměříme na detailnější porovnání výsledků výparného odporu u jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3, O4 a spodních vrstev SV I a SV II (viz tabulka 13) jsou k dispozici následující grafy (viz obrázek 56 - 59). Je zde zřetelně vidět nepatrná rozdílnost mezi jednotlivými tepelnými zónami na tepelné figuríně.

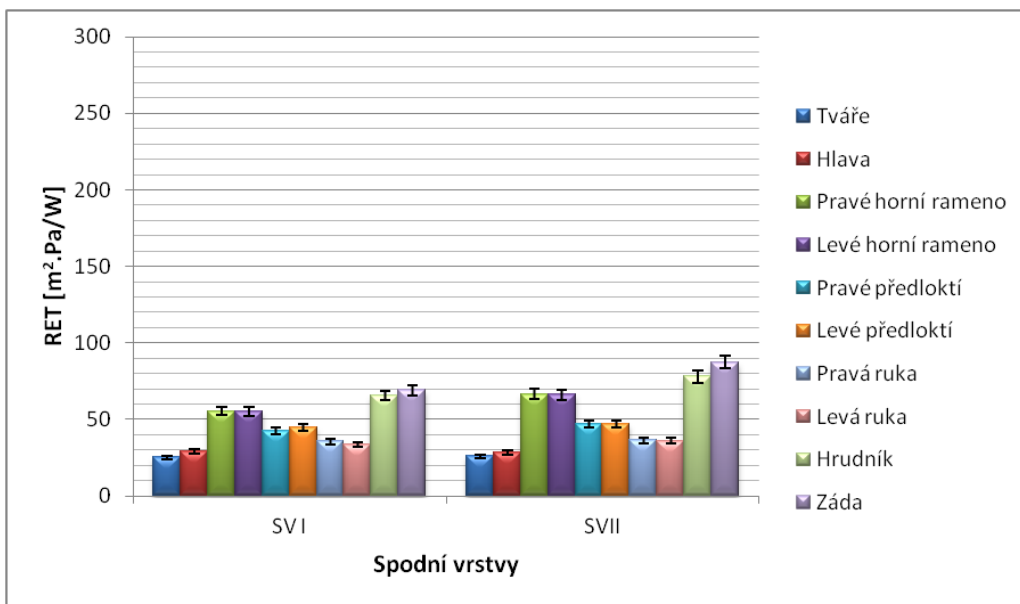
Dále byla zde pozorovatelná rozdílnost v symetrických zónách, které by se měly správně shodovat, ale neshodovaly (viz Příloha 7). To mohlo být způsobené unikáním vzduchu v místech zakončení oděvu, dále použitou improvizovanou neprofesionální obuví a nepoužitím ochranných pomůcek (např.: ochranné brýle, ochranný rouška, ochranné rukavice, apod.).



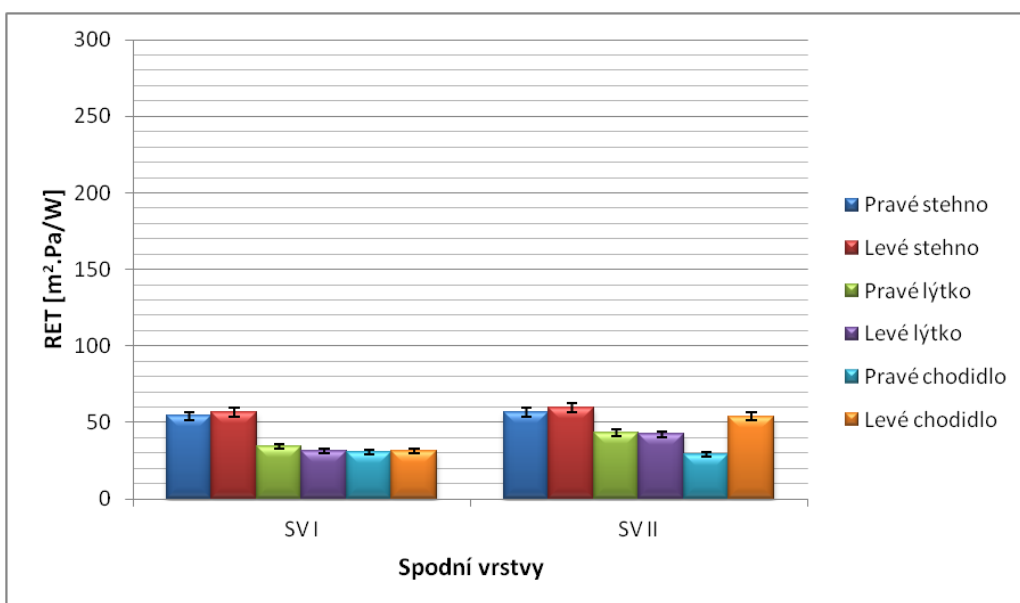
Obrázek 56: Porovnání výsledných hodnot výparného odporu jednorázových ochranných oděvů pro horní část tepelné figuríny



Obrázek 57: Porovnání výsledných hodnot výparného odporu jednorázových ochranných oděvů pro dolní část tepelné figuríny



Obrázek 58: Porovnání výsledných hodnot výparného odporu pro spodní vrstvy horní části tepelné figuríny



Obrázek 59: Porovnání výsledných hodnot výparného odporu pro spodní vrstvy dolní části tepelné figuríny

Dále byl hodnocen výparný odpor jednorázových ochranných oděvů (O1, O2, O3, O4) v kombinaci obou spodních vrstev SV I a SV II (viz tabulka 14). I přesto, že SV I vykazovala lepší výsledné hodnoty výparného odporu než SV II, tak v kombinaci s jednorázovými ochrannými oděvy nebyly lepší výsledné hodnoty viditelné.

Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O1 v kombinaci se spodní vrstvou SV I se pohyboval okolo 151,16 [m<sup>2</sup>.Pa/W], což je o 2,58% méně než u spodní vrstvy SV II. Lze tedy stanovit, že spodní vrstva SV I pro jednorázový ochranný oděv O1 je vhodnější, i přesto, že výparný odpor byl rozdílný pouze o 4 [m<sup>2</sup>.Pa/W] menší než u spodní vrstvy SV II.

Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O2 v kombinaci se spodní vrstvou SV II se pohyboval okolo 158,03 [m<sup>2</sup>.Pa/W], což je o 3,53% méně než u spodní vrstvy SV I. Lze tedy stanovit, že spodní vrstva SV II pro jednorázový ochranný oděv O2 je vhodnější, i přesto, že výparný odpor byl rozdílný pouze o 5,79 [m<sup>2</sup>.Pa/W] menší než u spodní vrstvy SV I.

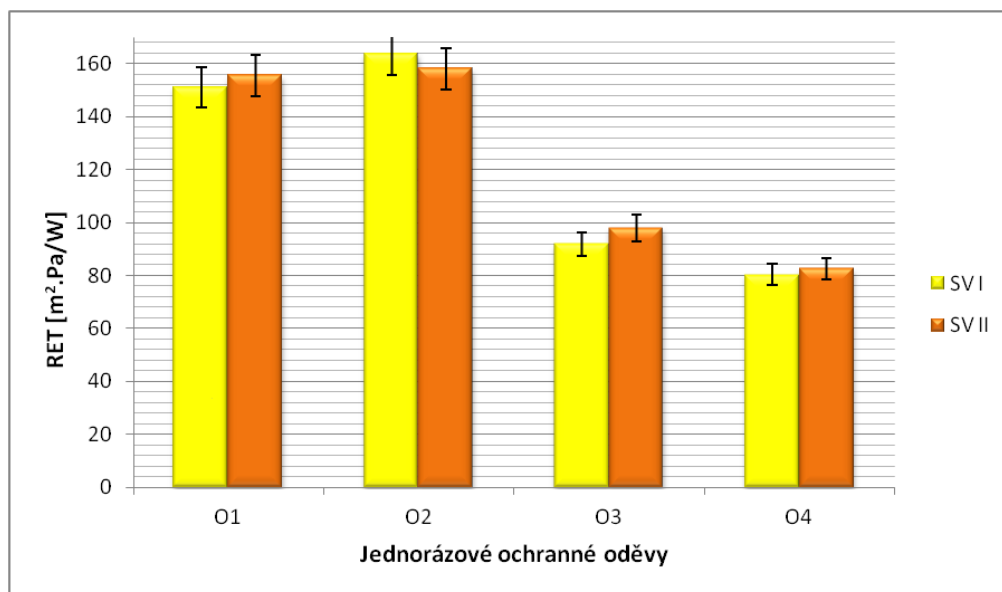
Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O3 v kombinaci se spodní vrstvou SV I se pohyboval okolo 91,75 [m<sup>2</sup>.Pa/W], což je o 6,33% méně než u spodní vrstvy SV II. Lze tedy stanovit, že spodní vrstva SV I pro jednorázových ochranný oděv O3 je vhodnější, i přesto, že výparný odpor byl rozdílný pouze o 6,2 [m<sup>2</sup>.Pa/W] menší než u spodní vrstvy SV II.

Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O4 v kombinaci se spodní vrstvou SV I se pohyboval okolo 80,31 [m<sup>2</sup>.Pa/W], což je o 2,73% méně než u spodní vrstvy SV II. Lze tedy stanovit, že výparný odpor byl rozdílný pouze o 2,25 [m<sup>2</sup>.Pa/W] menší než u spodní vrstvy SV II.

Tabulka 14: Vyhodnocení výparného odporu u jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami

	Jednorázový ochranný oděv	Spodní vrstva	Průměr [m <sup>2</sup> .Pa/W]	Směrodatná odchylka [m <sup>2</sup> .Pa/W]	Variační koeficient [%]	Rozdíl [%]
<b>RET</b> [m <sup>2</sup> .Pa/W]	<b>O1</b>	<b>SV I</b>	151,16	0,3	0,19	2,58
		<b>SV II</b>	155,51	0,44	0,28	
	<b>O2</b>	<b>SV I</b>	163,82	0,14	0,06	3,53
		<b>SV II</b>	158,03	0,77	0,49	
	<b>O3</b>	<b>SV I</b>	91,75	0,24	0,26	6,33
		<b>SV II</b>	97,95	0,07	0,07	
	<b>O4</b>	<b>SV I</b>	80,31	0,49	0,61	2,73
		<b>SV II</b>	82,56	0,13	0,16	

Pro porovnání výsledků výparného odporu jednorázových ochranných oděvů O1, O2, O3 a O4 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II (viz tabulka 14) je k dispozici na obrázku 60.



Obrázek 60: Výparný odpor jednorázových ochranných oděvů v kombinaci spodních vrstev

## 4 Diskuze výsledků

Cílem experimentální části bylo zjistit, který z vybraných jednorázových ochranných oděvů, případně v kombinaci se spodními vrstvami s ohledem na uživatelský komfort, je ten nevhodnější.

Výsledné hodnoty jednotlivých měření, které jsou v práci uvedeny (prodyšnosti, propustnosti vodních par, tepelného a výparného odporu) jsou k dispozici v tabulce (viz tabulka 15), pro přehlednost a porovnatelnost hodnot jednotlivých jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev:

Tabulka 15: Výsledné hodnoty měření jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

Měření	Hodnotící stupeň	Naměřené hodnoty pro jednorázové oděvy a spodní vrstvy					
		O1	O2	O3	O4	SV I	SV II
Prodyšnost	[mm/s]	0	0	0	103,33	80	138,33
Propustnost vodních par	[g/m <sup>2</sup> .d]	35,67	40,67	1558,75	3729	3352,17	3384,17
Tepelný odpor	[m <sup>2</sup> .°C/W]	0,18	0,15	0,16	0,18	0,12	0,12
Výparný odpor	[m <sup>2</sup> .Pa/W]	124,53	131,55	71,72	57,51	43,37	48,63

### Jednorázový ochranný oděv O1:

Jednorázový ochranný oděv O1 zhotoven z polypropylenové netkané textilie v kombinaci s mikroporézní laminovanou folií nevykazoval žádné známky prodyšnosti a nedocházelo tedy k prostupu vzduchu skrz materiál, ze kterého byl oděv zhotoven. To se projevilo zejména díky mikroporézní laminované folii, která sama o sobě není prodyšná. Tato nenaměřená prodyšnost je srovnatelná s jednorázovým ochranným oděvem O2 a O3. Měření propustnosti vodních par ukázalo, že oděv vykazuje propustnost vodních par avšak pouze minimální a byl označen jako oděv s nejhorší propustností vodních par. Tyto naměřené hodnoty propustnosti vodních par jsou srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem O2. Protože se jednalo o netkanou textilií v kombinaci s mikroporézní laminovou folií, nebylo překvapivé, že tepelný odpor byl u tohoto oděvu nejhorší a byl totožný s jednorázovým ochranným oděvem

O4. Výparný odpor u tohoto oděvu vykazoval téměř nejhorší naměřené hodnoty srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem O2. To mohlo, být opět způsobené mikroporézní laminovanou folií. Z těchto čtyř vybraných oděvů bych jednorázový ochranný oděv O1 označila jako nejméně uživatelsky komfortní.

#### **Jednorázový ochranný oděv O2:**

Jednorázový ochranný oděv O2 zhotoven z netkané textilie z nekonečného polypropylenu v kombinaci s HD/PE bariérovou folií nevykazoval žádné známky prodyšnosti a nedocházelo tedy k prostupu vzduchu skrz materiál, ze kterého byl oděv zhotoven. To se projevilo zejména kvůli HD/PE bariérové folii, která tvoří bariérový efekt, ta má vytvořit bariéru mezi škodlivou látkou a uživatelem oděvu. Tato nenaměřená prodyšnost je srovnatelná s jednorázovým ochranným oděvem O1 a O3. Měření propustnosti vodních par ukázalo, že oděv vykazuje propustnost vodních par avšak pouze minimální. Tyto naměřené hodnoty propustnosti vodních par jsou srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem O1. Protože se jednalo o netkanou textilií z nekonečného polypropylenu v kombinaci s HD/PE bariérovou folií bylo pozoruhodné, že nejlepší tepelný odpor nesl právě jednorázový ochranný oděv O2. Výparný odpor u tohoto oděvu vykazoval nejhorší naměřené hodnoty srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem O1. To mohlo být způsobené HD/PE bariérovou folií. Z těchto čtyř vybraných oděvů bych jednorázový ochranný oděv O2, z pohledu uživatelského komfortu, umístila na třetí pozici.

#### **Jednorázový ochranný oděv O3:**

Jednorázový ochranný oděv O3 zhotoven z polypropylenové netkané textilie v kombinaci se SMS nevykazoval žádné známky prodyšnosti a nedocházelo tedy k prostupu vzduchu skrz materiál, ze kterého byl oděv zhotoven. To bylo překvapující, protože materiál SMS je běžně označován za velice prodyšný materiál, ale zde mohla být provedena úprava materiálu SMS – tavení vrstev k sobě, protože oděv nese ochranu proti kapalinám. Tato nenaměřená prodyšnost je srovnatelná s jednorázovým ochranným oděvem O1 a O2. Měření propustnosti vodních par ukázalo, že oděv vykazuje poměrně dobrou propustnost vodních par. Protože se jednalo o polypropylenovou netkanou textilií v kombinaci se SMS, což umožňuje hodnotný prostup tepla skrz textilií, nebylo tedy překvapivé, že jevil dobré známky tepelného odporu. Tyto naměřené hodnoty jsou srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem



O2. Výparný odpor u tohoto oděvu vykazoval poměrně dobré naměřené hodnoty srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem O4, který vykazoval nejlepší naměřené hodnoty výparného odporu. Ze čtyř vybraných oděvů bych tento jednorázový ochranný oděv O3 označila jako druhý uživatelsky komfortní.

#### **Jednorázový ochranný oděv O4:**

Jednorázový ochranný oděv O4 zhotoven z polypropylenové netkané textilie v kombinaci SSMMS vykazoval jako jediný známky prodyšnosti. Naměřená prodyšnost byla poměrně vysoká díky nové kombinaci materiálu jednorázového ochranného oděvu. Měření propustnosti vodních par ukázalo, že oděv vykazuje nejlepší propustnost vodních par ze čtyř vybraných oděvů. Zde byla potvrzena informace, kterou uvedl výrobce a ta byla, že materiál účinně propouští vlhkost a snižuje tím pracovníkovi stres způsobený vysokými teplotami. Protože se jednalo o polypropylenovou netkanou textilii v kombinaci se SSMMS, vykazoval překvapivě nejhorší naměřené hodnoty tepelného odporu. To i přesto, že podle výrobce oděv účinně propouští tělesné teplo, což se na základě našeho měření nepotvrdilo jako zcela pravdivá informace. Tyto naměřené hodnoty jsou srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem O1. Výparný odpor u tohoto oděvu vykazoval nejlepší naměřené hodnoty srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem O3. Ze čtyř vybraných oděvů bych tento jednorázový ochranný oděv O4 označila jako nejvíce uživatelsky komfortní i přesto, že měl nejhorší naměřené výsledné hodnoty tepelného odporu.

#### **Shrnutí diskuze:**

Experimentální část bakalářské práce byla značně ovlivněna celosvětovým bojem s virovým onemocněním covid-19. To se podepsalo zejména na komunikaci s výrobcí ochranných oděvů. V průběhu roku jsem se snažila kontaktovat několik firem vyrábějících jednorázové ochranné oděvy a žádala jsem je o spolupráci a případné poskytnutí materiálů pro experimentální část, ale bohužel dodnes jsem nedostala odpověď. Důvodem mohla být zvýšená poptávka po ochranných oděvech a zhoršené personální zabezpečení firem kvůli virovému onemocnění covid-19. Proto jsem byla nucena získat jednorázové ochranné oděvy pro měření experimentální části v reálné distribuční síti dle mých finančních možností. Pro představu uvádím ceny vybraných jednorázových ochranných oděvů:

- Jednorázový ochranný oděv O1 – 167,-Kč

- Jednorázový ochranný oděv O2 – 719,-Kč
- Jednorázový ochranný oděv O3 – 249,-Kč
- Jednorázový ochranný oděv O4 – 246,-Kč

Mým očekáváním bylo, že čím dražší zakoupený oděv bude, tím bude uživatelsky komfortnější. Tento fakt se, ale bohužel nepotvrdil jako zcela pravdivý. Z toho důvodu by mě velice zajímalo srovnání kvality uživatelského komfortu u jednorázových ochranných oděvů s vyššími cenovými kategoriemi. Zde vidím ještě rezervy v experimentální části, ale bohužel byl můj rozpočet finančně omezen. Ze subjektivních hodnocení uživatelského komfortu jednorázových ochranných oděvů vyplynulo, že nezanedbatelná část respondentů, by byla ochotna za jeho zlepšení připlatit. Z toho usuzuji, že výrobci mají v této oblasti možnost použít kvalitnější materiály i za předpokladu, že to cenu oděvů přiměřeně zvýší.

V zájmu výrobců je rozhodně uvádět na trh jednorázové ochranné oděvy s co nejvyšší úrovní uživatelského komfortu. Nabízí se ovšem otázka, kam až se bude dát zajít, aby nebyla omezena funkčnost a stoprocentní bezpečnost oděvu a aby zároveň cena takového oděvu byla stále tržní a obstála v konkurenčním srovnání.

K diskuzi předkládám, jednu otázku z oblasti PR a Marketingu. Všimla jsem si, že na většině webových stránek výrobců jednorázových ochranných oděvů chybí prostor pro recenze uživatelů. Výrobce sice deklaruje a nabízí svůj výrobek jako pohodlný a kvalitní, ale právě uživatelský komfort je věc velice subjektivní a také se domnívám, že sdílené zkušenosti s prací v oděvech, by mohly být pro nové zákazníky více než relevantní.

Výběr jednorázového ochranného oděvu záleží na třech faktorech:

- Riziko zasaženého místa (Směrnice 89/686 o osobních ochranných pracovních prostředcích) – nízké (např.: malování, čištění strojů, apod.), střední (např.: odběry krve, apod.), vysoké (např.: práce s toxickými a chemickými látkami, apod.)
- Zdravotní stav uživatele
- Doba setrvání v oděvu

Rozdělení jednorázových ochranných oděvů podle typu ochrany:

- Typ 3 – ochrana proti kapalinám (např.: čištění nádrží, likvidace nebezpečných látek, nakládání s odpady, apod.)
- Typ 4 – ochrana proti postřiku (např.: nakládání s odpady, odběr vzorků)
- Typ 5 – ochrana proti pevným částicím (např.: práce s azbestem, zpracování dřeva a kovu, automobilový průmysl, apod.)
- Typ 6 – ochrana proti kapalným chemikáliím a drobnému postřiku (např.: práce s azbestem, zpracování dřeva a kovu, automobilový průmysl, apod.)

Riziko zasaženého místa je jedno z faktorů, které ovlivňuje volbu jednorázového ochranného oděvu. V případě zasažení místa na nízké či střední místa úrovni, dle směrnice 89/686 o osobních ochranných prostředcích, lze doporučit jednorázový ochranný oděv O4 (typ ochrany 5, 6) s vyšším uživatelským komfortem v našem případě oděv s lepší prodyšností, propustností vodních par, tepelným a výparným odporem. Pokud by riziko zasažení místa bylo na vysoké úrovni dle směrnice 89/686 o osobních ochranných prostředcích, je vhodné vybírat oděv zejména podle ochrany nikoliv podle uživatelského komfortu. V tomto případě by byly zvoleny spíše jednorázový ochranný oděv O1 (typ ochrany 4, 5, 6), jednorázový ochranný oděv O2 (typ ochrany 3, 4, 5, 6) nebo jednorázový ochranný oděv O3 (typ ochrany 5, 6).

Zdravotní stav uživatele je obecně při práci v ochranném oděvu důležitý. Při práci se uživateli zvyšuje tělesná teplota, krevní tlak a produkce vlhkosti. V případě, že by se jednalo o zdravotně neuzpůsobitelného jedince, mohlo by dojít k neočekávatelným reakcím a případně k poškození zdraví uživatele.

Výběr jednorázového ochranného oděvu závisí také na době setrvání uživatele v oděvu. Zejména v případě, že uživatel setrvává v jednorázovém ochranném oděvu několik hodin, je vhodnější zvolit oděv s lepším uživatelským komfortem, tudíž jednorázový ochranný oděv O4 s hodnotnými naměřenými výsledky prodyšnosti, propustnosti vodních par, tepelného a výparného odporu. V případě, že uživatel plánuje setrvat v jednorázovém ochranném oděvu kratší dobu (záleží také na riziku zasaženého místa), je lepší upřednostnit spíše ochranu oděvu, proto bych doporučila jednorázový ochranný oděv O1, O2 nebo O3.

V experimentální části bakalářské práce byly z mnoha vlivů uživatelského komfortu vybrány tyto fyziologické vlastnosti: prodyšnost, propustnost vodních par, tepelný a výparný odpor. Je důležité upozornit, že se jednalo pouze o výběr z několika faktorů, které ovlivňují u oděvu jeho uživatelský komfort.

Faktory snižující uživatelský komfort (= zkrácená doba setrvání v oděvu):

- Nízká prodyšnost
- Nízká propustnost vodních par
- Vysoký tepelný odpor
- Vysoký výparný odpor

Faktory zvyšující uživatelský komfort (= delší doba setrvání v oděvu):

- Vysoká prodyšnost
- Vysoká propustnost vodních par
- Nízký tepelný odpor
- Nízký výparný odpor

Při zaměření na fyziologické vlastnosti měřených v experimentální části, je zřejmé, že vysoká prodyšnost a propustnost vodních par umožní uživateli v oděvu vydržet setrvat delší dobu, protože jím vyprodukované teplo a vlhkost, se nezadržuje v tak velkém množství v pod oděvním prostoru. U tepelného a výparného odporu je potřeba, je vhodné, aby se pohybovaly v co nejnižších hodnotách.

## Závěr

Cílem bakalářské práce bylo uvedení do problematiky a užívání ochranných oděvů od jejich počátků až do současnosti a následné posouzení fyziologických vlastností jednorázových ochranných oděvů.

Cílem experimentální části bylo zjistit, který z vybraných jednorázových ochranných oděvů bude vykazovat nejlepší vlastnosti s ohledem na uživatelský komfort a také to, zda jsou všechny deklarované informace uváděné výrobcem relevantní a jsou v souladu s námi naměřenými hodnotami. Pro jednotlivá měření byly vybrány čtyři rozdílné jednorázové ochranné oděvy a dvě spodní vrstvy, které se pod oděvy používají. Na jednorázových ochranných oděvech a spodních vrstvách byla provedena měření prodyšnosti, propustnosti vodních par, tepelného a výparného odporu.

V experimentální části bylo měření potvrzené i vyvrácené informace výrobců jednotlivých vybraných jednorázových ochranných oděvů. V závěru bakalářské práce jsou v diskuzi shrnuté výsledné naměřené hodnoty všech měření, které byly uskutečněny.

Bylo zcela prokazatelné, že cena, za které byly vybrané jednorázové ochranné oděvy zakoupeny, se neodrážela na kvalitě uživatelského komfortu.

Jak již bylo zmíněno v diskuzi, výběr jednorázového ochranného oděvu nelze posoudit jen ze čtyř zhodnocených fyziologických vlastností. Proto následující doporučení byla posouzena a vyhodnocena pouze z výsledných naměřených hodnot experimentální části.

Jednorázový ochranný oděv O1, který byl nejlevnější vykazoval nejhorší naměřené výsledné hodnoty propustnosti vodních par, tepelného, výparného odporu a nulové naměřené hodnoty prodyšnosti. V kombinaci se spodními vrstvami se umístil na předposledním místě. Tudíž, lze konstatovat, že jednorázový ochranný oděv O1 je pro uživatele více než nekomfortní a proto bych oděv nedoporučovala.

Jednorázový ochranný oděv O2, byl z vybraných jednorázových ochranných oděvů nejdražší a vykazoval velmi špatné naměřené výsledné hodnoty propustnosti vodních par, tepelného a výparného odporu a nulové naměřené hodnoty prodyšnosti. Naměřené hodnoty byly téměř srovnatelné s jednorázovým ochranným oděvem O1.

V kombinaci se spodními vrstvami se dostal až posledním místě. Lze tedy stanovit, že jednorázový ochranný oděv O2 je pro uživatele málo komfortní a proto bych oděv nedoporučovala.

Jednorázový ochranný oděv O3, byl třetí cenově dostupný a vykazoval příjemné naměřené výsledné hodnoty propustnosti vodních par, tepelného a výparného odporu a nulové naměřené hodnoty prodyšnosti. V kombinaci se spodními vrstvami se umístil na druhém místě. Lze tedy stanovit, že jednorázový ochranný oděv O3 vykazuje přijatelné naměřené hodnoty pro uživatelský komfort proto bych tento oděv doporučila i přesto, že hodnoty nebyly zcela výtečné.

Jednorázový ochranný oděv O4, byl z porovnávaných jednorázových ochranných oděvů druhý nejlevnější a vykazoval jako jediný naměřené výsledné hodnoty prodyšnosti, dále propustnosti vodních par, tepelného a výparného odporu. V kombinaci se spodními vrstvami se umístil na prvním místě. Lze tedy konstatovat, že jednorázový ochranný oděv O4 je ze všech vybraných jednorázových ochranných oděvů uživatelsky nejvíce komfortní a proto bych ho z této stránky doporučila jako více než vhodný.

Prokázalo se, že spodní vrstvy vykazovali, srovnatelné výsledné naměřené hodnoty propustnosti vodních par, tepelného a výparného odporu. Rozdílnost byla znatelná pouze u prodyšnosti. Přesto, lze stanovit, že zvolení obou vrstev pod jednorázové ochranné oděvy je více než vhodné, protože rozdílnost při kombinaci s jednorázovými ochrannými oděvy nebyla znatelně vysoká.

V celkovém zhodnocení lze uvést, že většina informací o fyziologických vlastnostech jednorázových ochranných oděvů deklarovaných výrobcem je pravdivá. Naše měření, ale prokázalo, některé nepřesnosti a zcela pravdivé údaje. A to zejména u oděvu s označením O3. Kde byla výrobcem deklarovaná prodyšnost materiálu, která se měřením neprokázala.

Závěrem lze říci, že v oblasti fyziologických vlastností jednorázových ochranných oděvů mají výrobci ještě značný prostor pro zlepšování a inovaci. Např.: využití různých sendvičových materiálů typu SSMMS, se jeví jako velice přínosná a zajímavá.

## Použitá literatura

- [1] PITSCHMANN, V.: *Historie chemické války*. Praha, Military System Line, s. r. o. 1999. ISBN 80-902669-0-8
- [2] CAREY, CH. T.: *U.S. Chemical and biological Defence respirators*. China: Schiffer-publishing Ltd. 4480 Lower Valley Road Atglen, 1998. ISBN 0-764-0387-2.
- [3] Dräger Safety AG & Co. KGaA. *Dräger* [online]. Lübeck, 2020, 4. února [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: [https://www.draeger.com/en\\_corp/Press/Press-Releases](https://www.draeger.com/en_corp/Press/Press-Releases)
- [4] Kappler. Kappler [online]. Guntersville, Alabama, 2017, 1. prosince [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: <https://www.kappler.com/news/detail/new-antifog-visor-in-the-media>
- [5] Dräger Safety AG & Co. KGaA. *Dräger* [online]. Lübeck, 2017, 20. února [cit. 2020-11-16]. Dostupné z: [https://www.draeger.com/en\\_corp/Press/Press-Releases](https://www.draeger.com/en_corp/Press/Press-Releases)
- [6] P. GLATZEDER GMBH. *SafeComfort Coveralls by PGG* [online]. Detmold [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.safecomfort-schutzanzug.de>
- [7] LILL, M.: Lakeland. *Lakeland* [online]. 2020, 18. března [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.blog.lakeland.com/europe/comfort-benefits-of-ppe-cool-suits>
- [8] SONG, Guowen. ResearchGate. *ResearchGate* [online]. USA, 2017, 4. srpen [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/321290211\\_Numerical\\_Simulation\\_of\\_Heat\\_Stress\\_in\\_Chemical\\_Protective\\_Clothing](https://www.researchgate.net/publication/321290211_Numerical_Simulation_of_Heat_Stress_in_Chemical_Protective_Clothing)
- [9] WATSON, Christopher. PMC US National Library of Medicine National Institutes of Health. *PMC US National Library of Medicine National Institutes of Health* [online]. 2018, 8. srpna [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6546585/>
- [10] Dräger Safety AG & Co. KGaA: Keep cool and stay fresh longer. *Dräger* [online]. Lübeck [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.draeger.com/Library/Content/heatstress-article-5943-en.pdf>

- [11] Uvex Safety CZ: Jednorázové ochranné oděvy. *Uvex Safety CZ* [online]. Rychnov nad Kněžnou, 2016 [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.blyth.cz/img/cms/katalogy/uvex/2016-ochranne-jednorazove-odevy.pdf>
- [12] Promex SAFETY & HYGIENIC DISTRIBUTOR: Normy pro ochranu těla. *Promex SAFETY & HYGIENIC DISTRIBUTOR* [online]. Veltrusy, 2020 [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.luksik-promex.cz/cs/dokumenty-1/normy-pro-ochranu-tela/>
- [13] 3M Science. Applied to Life. *3M Science. Applied to Life.* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: [https://www.3mcesko.cz/3M/cs\\_CZ/company-ctl/all-3m-products/~V%C5%A1echny-produkty-3M/Bezpe%C4%8Dnost/Bezpe%C4%8Dnost-osob/Osobn%C3%AD-ochrann%C3%A9-prost%C5%99edky/Ochrann%C3%A9-od%C4%9Bvy/?N=5002385+8709322+8711017+8711405+8719405+8720539&rt=r3](https://www.3mcesko.cz/3M/cs_CZ/company-ctl/all-3m-products/~V%C5%A1echny-produkty-3M/Bezpe%C4%8Dnost/Bezpe%C4%8Dnost-osob/Osobn%C3%AD-ochrann%C3%A9-prost%C5%99edky/Ochrann%C3%A9-od%C4%9Bvy/?N=5002385+8709322+8711017+8711405+8719405+8720539&rt=r3)
- [14] ICM: Oblečení & jednorázové použití. *ICM* [online]. Hoersholm, 2018 [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.icmsafety.com/en/coveralls-disposables-guide>
- [15] International Enviro Guard. *International Enviro Guard* [online]. Mesquite, 2020 [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://int-enviroguard.com/blog/surprising-things-about-disposable-protective-clothing/>
- [16] DuPont. *DuPont* [online]. Praha [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: [http://www.gmb-po.sk/files/Odevy\\_DuPont.pdf](http://www.gmb-po.sk/files/Odevy_DuPont.pdf)
- [17] Pevi, s.r.o.: Tyvek - pevný, lehký a odolný materiál. *Pevi, s.r.o.* [online]. Lanškroun, 2013, 24. května [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.pevi.cz/cz/zajimavosti-z-oboru/tyvek-pevny-lehky-a-odolny-material>
- [18] Hasičský záchranný sbor České republiky. *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Praha, 2006, 22. prosince [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/soubor/rady-sluzeb-rad-chemicke-sluzby-pdf.aspx>



- [19] RESPIREX: Produktový katalog. *RESPIREX* [online]. Ostrava - Třebovice, [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: [http://www.absorbenty.cz/Katalog\\_RESPIREX.pdf](http://www.absorbenty.cz/Katalog_RESPIREX.pdf)
- [20] Rozhovor s Františkem SALAJKOU, nar. 1966. Liberec 2020
- [21] Rozhovor s Davidem KASPŘÁKEM, nar. 1988. Liberec listopad 2020
- [22] HZS Jihomoravského kraje, 2018, *Protichemické obleky*, YouTube video. [2020-12-26]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=0Zpy5J\\_t29U](https://www.youtube.com/watch?v=0Zpy5J_t29U)
- [23] CBS News, 2013, *PETMAN robot tests chemical protection clothing*, YouTube video. [2020-12-26]. Dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=CLrb-\\_aQA2s](https://www.youtube.com/watch?v=CLrb-_aQA2s)
- [24] *IOM: Laboratorní služby / Testování chemicky ochranných obleků* [online]. 2020 [cit. 2020-12-26]. Dostupné z: <https://www.iom-world.org/lab-services/testing-of-chemically-protective-suits/>
- [25] Reo Amos, spol. s.r.o.: Produktový katalog. In: *Reo Amos, spol. s.r.o.* [online]. Ostrava - Třebovice [cit. 2020-11-18]. Dostupné z: [https://www.absorbenty.cz/Katalog\\_RESPIREX.pdf](https://www.absorbenty.cz/Katalog_RESPIREX.pdf)
- [26] Dräger Safety s.r.o: *Dräger CPS 6900 - Ochranný protichemický oblek* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.draeger.com/Products/Content/cps-6900-pi-9094915-cs.pdf>
- [27] *GazDetect* [online]. Francie, 2019, 19. listopadu [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://en.gazdetect.com/blog/choose-gas-mask-vs-powered-respirator/>
- [28] *Pracovní ochrana: ochranné pracovní pomůcky* [online]. 2020 [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: <https://www.pracovniochrana.cz/protects-hygienic-vinyl-modre-pracovni-rukavice>
- [29] *Klimafil PRAHA: Specializovaný dodavatel, obchod a poradenství: PRACOVNÍ, CHEMICKÉ. BIOLOGICKÉ A RADIAČNÍ OCHRANY* [online]. Praha [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: [https://obchod.klimafil.cz/p/520/rukavice-ansell-black-heavyweight-g17k?gclid=EAIaIQobChMI9LuKmOe87QIVOIKDBx3IzA6fEAQYBSABEGm7fD\\_BwE](https://obchod.klimafil.cz/p/520/rukavice-ansell-black-heavyweight-g17k?gclid=EAIaIQobChMI9LuKmOe87QIVOIKDBx3IzA6fEAQYBSABEGm7fD_BwE)
- [30] *Temperature, sleep and aging: Heidi Danker-Hopfe* [online]. Istanbul, Turkey, 2015, 26.-28. května [cit. 2020-12-25]. Dostupné z:

- [https://www.icnirp.org/cms/upload/presentations/Thermo/ICNIRPWHOTermo\\_2015\\_Danker-Hopfe.pdf](https://www.icnirp.org/cms/upload/presentations/Thermo/ICNIRPWHOTermo_2015_Danker-Hopfe.pdf)
- [31] *Převlek filtrační ochranný FOP-85* [online]. [cit. 2020-12-25]. Dostupné z: [https://www.army.cz/avis/publikace/katalog\\_chemickeho\\_vojska/21.pdf](https://www.army.cz/avis/publikace/katalog_chemickeho_vojska/21.pdf)
- [32] *Klimafil PRAHA: Specializovaný dodavatel, obchod a poradenství: PRACOVNÍ, CHEMICKÉ, BIOLOGICKÉ A RADIAČNÍ OCHRANY* [online]. Praha [cit. 2021-01-28]. Dostupné z: <https://obchod.klimafil.cz/p/497/ochranny-oblek-lakeland-micromax-ns>
- [33] *PROFI HADRY, s.r.o* [online]. Praha [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://www.profihadry.cz/jednorazovy-oblek--kombineza--es-6124-kat--iii-typ-5-6-bily--vel-m/>
- [34] *Shop argo: 3MARKET* [online]. [cit. 2021-01-29]. Dostupné z: <https://shop.arango.cz/4532-xxxxlb--ar-ochranny-odev-typ-5-6--modry--velikost-4xl/>
- [35] *Operator's Manual: Child Thermal Manikin Thermetrics* [online]. Seattle, 2016 [cit. 2021-01-31].
- [36] *TEXTTEST INSTRUMENTS: FX 3180 CupMaster, water vapor transmission rate tester* [online]. Švýcarsko [cit. 2021-01-31].
- [37] *TESTEX INSTRUMENT LTD, 2017, Martindale Abrasion Tester, Martindale Pilling Tester, Martindale Abrasion and Pilling Tester*, YouTube video. [2020-1-31]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=-UBR19OR7u0>
- [38] *TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI: Fakulta textilní* [online]. Liberec [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-odevnictvi-laboratore/laborator-fyziologickeho-komfortu-a-specialnich-mereni>
- [39] *4camping, vybavení do přírody: Jak Direct Alpine testuje produkty* [online]. [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: <https://www.4camping.cz/clanky/testovna/jak-direct-apline-testuje-produkty/>
- [40] *TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI: Fakulta textilní* [online]. Liberec [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/katedry/katedra-technologie-a-struktur-laboratore/testometric-m350-5ct>
- [41] INTERNÍ NORMA Č. 33-302-01/01. *Hodnocení prodyšnosti tkanin*. Doplnění normy EN ISO 9237. Liberec: Výzkumné centrum Textil, 2003

- [42] *Klimafil PRAHA: Specializovaný dodavatel, obchod a poradenství: PRACOVNÍ, CHEMICKÉ, BIOLOGICKÉ A RADIAČNÍ OCHRANY* [online].  
Praha [cit. 2021-01-28]. Dostupné z:  
<https://obchod.klimafil.cz/p/312/ochranny-oblek-lakeland-chemmax-1>

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Dýchací přístroj vně oděvu [25] .....	- 13 -
Obrázek 2: Dýchací přístroj uvnitř oděvu [25].....	- 13 -
Obrázek 3: Dálkový přívod vzduchu [26].....	- 13 -
Obrázek 4: Filtroventilační jednotka [27].....	- 13 -
Obrázek 5: Rozdělení oděvů podle typů [25].....	- 15 -
Obrázek 6: Ochranné rukavice [28].....	- 17 -
Obrázek 7: Spodní ochranné rukavice [26].....	- 17 -
Obrázek 8: Vrchní ochranné gumové rukavice [29].....	- 17 -
Obrázek 9: Ochranná obuv [25] .....	- 18 -
Obrázek 10: Ponožkové zakončení nohavice [26].....	- 18 -
Obrázek 11: Black Veil Respirator (vlevo) a H Helmet (vpravo) [1] .....	- 21 -
Obrázek 12: PH Helmet (vlevo) a PHG Helmet (vpravo) [1].....	- 21 -
Obrázek 13: Large Box Respirator (vlevo) a Small Box Respirator (vpravo) [1] -	21 -
Obrázek 14: Nový způsob ochrany kůže [1] .....	- 22 -
Obrázek 15: Německá ochranná maska [1].....	- 22 -
Obrázek 16: Voják v ochr. masce M-10 a protichem. ochr. oděvu OPCH-70 [1] -	23 -
Obrázek 17: Digitální manometr GREISINGER electronic [vlastní tvorba].....	- 26 -
Obrázek 18: Dekontaminace ochranného oděvu [22].....	- 27 -
Obrázek 19: Tlaková zkouška [22].....	- 27 -
Obrázek 20: Ošetření zipů mastící tyčinkou [22].....	- 27 -
Obrázek 21: Zabalený ochranný oděv [22] .....	- 27 -
Obrázek 22: PETMAN v ochranném oděvu [23].....	- 28 -
Obrázek 23: PETMAN bez ochranného oděvu [23].....	- 28 -
Obrázek 24: Ochranné oděvy PPE Cool Suits (Lakeland) [7] .....	- 30 -
Obrázek 25: Zobrazení tepelného stresu na lidském těle [30] .....	- 31 -
Obrázek 26: Práce v ochranném oděvu [vlastní tvorba] .....	- 33 -
Obrázek 27: Nedostatky komfortu [vlastní tvorba] .....	- 34 -
Obrázek 28: Co je vhodné zlepšit [vlastní tvorba] .....	- 35 -
Obrázek 29: Tkanina [14] .....	- 38 -
Obrázek 30: Netkaná textilie [14].....	- 38 -
Obrázek 31: PP – polypropylen [14] .....	- 38 -

Obrázek 32: SMS / SMMS [14] .....	- 38 -
Obrázek 33: Mikroporézní laminát [13] .....	- 39 -
Obrázek 34: Nemikroporézní laminát [13] .....	- 39 -
Obrázek 35: TYVEK [14] .....	- 39 -
Obrázek 36: TYVEK [16] .....	- 39 -
Obrázek 37: TYCHEM C [16] .....	- 40 -
Obrázek 38: TYCHEM F [16] .....	- 40 -
Obrázek 39: Filtrační ochranný převlek s aktivním uhlím [31] .....	- 41 -
Obrázek 40: Rozdělení ochranných oděvů dle stupně ochrany [40] .....	- 43 -
Obrázek 41: Spodní vrstva SV I .....	- 55 -
Obrázek 42: Spodní vrstva SV II .....	- 55 -
Obrázek 43: SDL M 021 S [39] .....	- 58 -
Obrázek 44: TEXTTEST FX 3180 CupMaster [36] .....	- 59 -
Obrázek 45: Thermetrics Child Thermal Manikin [35] .....	- 61 -
Obrázek 46: Schéma hlavního vybavení .....	- 62 -
Obrázek 47: Propustnost vodních par u jednorázových oděvů a spodních vrstev	- 67 -
Obrázek 48: Propustnost vodních par jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami .....	- 69 -
Obrázek 49: Tepelný odpor jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev	- 72 -
Obrázek 50: Porovnání výsledných hodnot tepelného odporu jednorázových ochranných oděvů pro horní část tepelné figuríny .....	- 74 -
Obrázek 51: Porovnání výsledných hodnot tepelného odporu jednorázových ochranných oděvů pro dolní část tepelné figuríny .....	- 74 -
Obrázek 52: Porovnání výsledných hodnot tepelného odporu pro spodní vrstvy horní části tepelné figuríny .....	- 75 -
Obrázek 53: Porovnání výsledných hodnot tepelného odporu pro spodní vrstvy dolní části tepelné figuríny .....	- 75 -
Obrázek 54: Tepelný odpor jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami .....	- 77 -
Obrázek 55: Výparný odpor jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev	- 80 -
-	
Obrázek 56: Porovnání výsledných hodnot výparného odporu jednorázových ochranných oděvů pro horní část tepelné figuríny .....	- 81 -

Obrázek 57: Porovnání výsledných hodnot výparného odporu jednorázových ochranných oděvů pro dolní část tepelné figuríny.....	- 81 -
Obrázek 58: Porovnání výsledných hodnot výparného odporu pro spodní vrstvy horní části tepelné figuríny.....	- 82 -
Obrázek 59: Porovnání výsledných hodnot výparného odporu pro spodní vrstvy dolní části tepelné figuríny.....	- 82 -
Obrázek 60: Výparný odpor jednorázových ochranných oděvů v kombinaci spodních vrstev.....	- 85 -

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Jednorázový ochranný oděv, TYP 3.....	- 45 -
Tabulka 2: Jednorázový ochranný oděv, TYP 4.....	- 46 -
Tabulka 3: Jednorázový ochranný oděv, TYP 5/6.....	- 47 -
Tabulka 4: Přehled testovaných jednorázových ochranných oděvů.....	- 51 -
Tabulka 5: Charakteristika použitých materiálů jednorázových ochranných oděvů-	52
-	
Tabulka 6: Charakteristika materiálů použitých spodních vrstev .....	- 55 -
Tabulka 7: Prodyšnost materiálů jednorázových ochranných oděvů a materiálů spodních vrstev .....	- 64 -
Tabulka 8: Prodyšnost jednorázového ochranného O4 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II.....	- 65 -
Tabulka 9: Propustnost vodních par jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev.....	- 66 -
Tabulka 10: Propustnost vodních par jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami .....	- 68 -
Tabulka 11: Vyhodnocení tepelného odporu jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev .....	- 72 -
Tabulka 12: Vyhodnocení tepelného odporu u jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami .....	- 77 -
Tabulka 13: Vyhodnocení výparného odporu jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev .....	- 79 -
Tabulka 14: Vyhodnocení výparného odporu u jednorázových ochranných oděvů v kombinaci se spodními vrstvami .....	- 84 -
Tabulka 15: Výsledné hodnoty měření jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev.....	- 86 -

## **Přílohy**



# Příloha 1: Přehled protichemických ochranných oděvů rozdělení podle typu ochrany

a) Typ 1A [19]



b) Typ 1B [19]



c) Typ 1C [19]



d) Typ 2 [19]



e) Typ 3 [19]



f) Typ 4 [19]



g) Typ 3 (s certifikací na typ 5, 6) [19]



## Příloha 2: Reálné vzorky použitých materiálů jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

### a) Jednorázový ochranný oděv O1

<b>Označení</b>	O1
<b>Typ – stupeň ochrany</b>	4, 5, 6
<b>Materiálové složení</b>	Polypropylenová netkaná textilie v kombinaci s mikroporézní laminovanou folií
<b>Počet vrstev</b>	2
<b>Plošná hmotnost [g/m<sup>2</sup>]</b>	35,9
<b>Tloušťka [mm]</b>	0,41

Reálný vzorek:



**b) Jednorázový ochranný oděv O2**

<b>Označení</b>	O2
<b>Typ – stupeň ochrany</b>	3, 4, 5, 6
<b>Materiálové složení</b>	Netkaná textilií z nekonečného polypropylenu v kombinaci s HD/PE bariérovou folií
<b>Počet vrstev</b>	2
<b>Plošná hmotnost [g/m<sup>2</sup>]</b>	34,9
<b>Tloušťka [mm]</b>	0,45

**Reálný vzorek:**

**c) Jednorázový ochranný oděv O3**

<b>Označení</b>	O3
<b>Typ – stupeň ochrany</b>	5, 6
<b>Materiálové složení</b>	Polypropylenová netkaná textilie v kombinaci se SMS
<b>Počet vrstev</b>	3
<b>Plošná hmotnost [g/m<sup>2</sup>]</b>	58,7
<b>Tloušťka [mm]</b>	0,38

**Reálný vzorek:**

**d) Jednorázový ochranný oděv O4**

<b>Označení</b>	O4
<b>Typ – stupeň ochrany</b>	5, 6
<b>Materiálové složení</b>	Polypropylenová netkaná textilie v kombinaci se SSMMS
<b>Počet vrstev</b>	5
<b>Plošná hmotnost [g/m<sup>2</sup>]</b>	56,3
<b>Tloušťka [mm]</b>	0,39

**Reálný vzorek:**

**e) Spodní vrstva SV I**

<b>Označení materiálu</b>	SV I
<b>Materiálové složení</b>	97% PES, 3% elastin
<b>Druh textilie</b>	Tkanina
<b>Vazba</b>	Kepr
<b>Do [nití/cm]</b>	74
<b>Dú [nití/cm]</b>	38
<b>Tloušťka [g/m<sup>2</sup>]</b>	0,70
<b>Mp [g/m<sup>2</sup>]</b>	90

**Reálný vzorek:**

**f) Spodní vrstva SV II**

<b>Označení materiálu</b>	SV II
<b>Materiálové složení</b>	92% CO, 8% elastin
<b>Druh textilie</b>	Pletenina
<b>Označení</b>	Zátěžná
<b>Hř [nití/cm]</b>	29
<b>Hs [nití/cm]</b>	20
<b>Tloušťka [g/m<sup>2</sup>]</b>	0,49
<b>Mp [g/m<sup>2</sup>]</b>	240

**Reálný vzorek:**

### Příloha 3: Použité vzorce

**a) Průměr**

$$\text{Průměr } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

**b) Rozptyl**

$$s_s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

**c) Směrodatná odchylka**

$$s_s = \sqrt{s_s^2}$$

**d) Variační koeficient**

$$v [\%] = \frac{s_s}{\bar{x}} \cdot 100$$

## Příloha 4: Prodyšnost u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

### a) Prodyšnost u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

Počet měření / jednorázové ochranné oděvy x spodní vrstvy	Prodyšnost [mm/s]					
	O1	O2	O3	O4	SV I	SV II
<b>Měření 1</b>	0	0	0	100	80	140
<b>Měření 2</b>	0	0	0	110	80	140
<b>Měření 3</b>	0	0	0	100	80	135
<b>Průměr [mm/s]</b>	0	0	0	103,33	80	138,33
<b>Směrodatná odchylka [mm/s]</b>	0	0	0	4,71	0	0
<b>Variační koeficient [%]</b>	0	0	0	4,56	0	0

## Příloha 5: Propustnost vodních par u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

### a) Propustnost vodních par u jednorázových ochranných oděvů

WVTR [g/m <sup>2</sup> .d]				
Počet měření / jednorázový ochranný oděv	O1	O2	O3	O4
<b>Měření 1</b>	35	43	1620	3739
<b>Měření 2</b>	35	39	1561	3685
<b>Měření 3</b>	37	40	1495	3763
<b>Průměr [g/m<sup>2</sup>.d]</b>	35,67	40,67	1558,75	3729
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,94	1,7	51,06	32,62
<b>Variační koeficient [%]</b>	2,64	4,18	3,28	0,87

### b) Propustnost vodních par u spodních vrstev

WVTR [g/m <sup>2</sup> .d]		
Počet měření / spodní vrstva	SV I	SV II
<b>Měření 1</b>	3295	3404
<b>Měření 2</b>	3230	3452
<b>Měření 3</b>	3341	3333
<b>Měření 4</b>	3461	3415
<b>Měření 5</b>	3356	3335
<b>Měření 6</b>	3430	3366
<b>Průměr [g/m<sup>2</sup>.d]</b>	3352,17	3384,17
<b>Směrodatná odchylka</b>	77,71	77,71
<b>Variační koeficient [%]</b>	2,32	1,28



## Příloha 6: Tepelný odpor u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

### a) Tepelný odpor u jednorázových ochranných oděvů

	RCT [ $\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$ ]							
	O1		O2		O3		O4	
	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Tepelné zóny figuríny / počet měření								
<b>Tváře</b>	0,168	0,181	0,135	0,158	0,149	0,155	0,187	0,169
<b>Hlava</b>	0,187	0,2	0,165	0,163	0,154	0,162	0,186	0,19
<b>P hor. rameno</b>	0,221	0,228	0,185	0,173	0,183	0,194	0,236	0,242
<b>L hor. rameno</b>	0,245	0,268	0,202	0,195	0,182	0,191	0,263	0,292
<b>Pravé předloktí</b>	0,174	0,187	0,166	0,156	0,165	0,17	0,171	0,173
<b>Levé předloktí</b>	0,182	0,194	0,176	0,176	0,182	0,188	0,205	0,205
<b>Pravá ruka</b>	0,088	0,092	0,089	0,088	0,085	0,083	0,089	0,087
<b>Levá ruka</b>	0,09	0,092	0,083	0,081	0,081	0,08	0,086	0,086
<b>Hrudník</b>	0,272	0,283	0,187	0,179	0,215	0,244	0,269	0,271
<b>Záda</b>	0,209	0,216	0,167	0,167	0,182	0,208	0,227	0,26
<b>Pravé stehno</b>	0,197	0,21	0,201	0,187	0,191	0,207	0,201	0,218
<b>Levé stehno</b>	0,203	0,208	0,203	0,196	0,195	0,211	0,221	0,221
<b>Pravé lýtko</b>	0,205	0,226	0,172	0,156	0,182	0,182	0,165	0,179
<b>Levé lýtko</b>	0,193	0,174	0,17	0,156	0,182	0,181	0,16	0,178
<b>Pravé chodidlo</b>	0,073	0,076	0,079	0,074	0,078	0,076	0,076	0,083
<b>Levé chodidlo</b>	0,072	0,072	0,084	0,073	0,079	0,08	0,074	0,082
<b>Průměr [<math>\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}</math>]</b>	0,17	0,18	0,15	0,15	0,16	0,16	0,18	0,18
<b>Průměr [<math>\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}</math>]</b>	0,18		0,15		0,16		0,18	

**b) Tepelný odpor u spodní vrstvy SV I**

<b>SV I</b>		
	<b>RCT [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	
<b>Tepelné zóny figuríny / počet měření</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>
<b>Tváře</b>	0,089	0,095
<b>Hlava</b>	0,099	0,1
<b>Pravé horní rameno</b>	0,141	0,131
<b>Levé horní rameno</b>	0,129	0,132
<b>Pravé předloktí</b>	0,114	0,116
<b>Levé předloktí</b>	0,119	0,125
<b>Pravá ruka</b>	0,087	0,086
<b>Levá ruka</b>	0,084	0,082
<b>Hrudník</b>	0,153	0,158
<b>Záda</b>	0,128	0,135
<b>Pravé stehno</b>	0,141	0,146
<b>Levé stehno</b>	0,144	0,147
<b>Pravé lýtko</b>	0,133	0,139
<b>Levé lýtko</b>	0,129	0,138
<b>Pravé chodidlo</b>	0,074	0,08
<b>Levé chodidlo</b>	0,077	0,081
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,12	0,12
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,12	

c) Tepelný odpor u spodní vrstvy SV II

SV II		
	RCT [ $\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}$ ]	
Tepelné zóny figuríny / počet měření	Měření 1	Měření 2
<b>Tváře</b>	0,095	0,099
<b>Hlava</b>	0,095	0,1
<b>Pravé horní rameno</b>	0,147	0,149
<b>Levé horní rameno</b>	0,146	0,147
<b>Pravé předloktí</b>	0,118	0,125
<b>Levé předloktí</b>	0,118	0,121
<b>Pravá ruka</b>	0,081	0,086
<b>Levá ruka</b>	0,081	0,082
<b>Hrudník</b>	0,158	0,167
<b>Záda</b>	0,143	0,163
<b>Pravé stehno</b>	0,13	0,141
<b>Levé stehno</b>	0,135	0,148
<b>Pravé lýtko</b>	0,124	0,115
<b>Levé lýtko</b>	0,132	0,115
<b>Pravé chodidlo</b>	0,076	0,071
<b>Levé chodidlo</b>	0,077	0,071
<b>Průměr [<math>\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}</math>]</b>	0,12	0,12
<b>Celkový průměr [<math>\text{m}^2 \cdot \text{C}/\text{W}</math>]</b>	0,12	

d) Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O1 v kombinaci se spodními vrstvami SV I s SV II

O1				
	RCT [m <sup>2</sup> .°C/W]			
	SV I		SV II	
Tepelné zóny figuríny / počet měření	Měření 1	Měření 2	Měření 1	Měření 2
<b>Tváře</b>	0,136	0,142	0,128	0,134
<b>Hlava</b>	0,183	0,171	0,175	0,182
<b>Pravé horní rameno</b>	0,216	0,206	0,209	0,207
<b>Levé horní rameno</b>	0,224	0,224	0,207	0,203
<b>Pravé předloktí</b>	0,187	0,187	0,183	0,189
<b>Levé předloktí</b>	0,187	0,189	0,193	0,201
<b>Pravá ruka</b>	0,093	0,089	0,089	0,089
<b>Levá ruka</b>	0,096	0,09	0,087	0,088
<b>Hrudník</b>	0,258	0,264	0,266	0,271
<b>Záda</b>	0,231	0,236	0,255	0,265
<b>Pravé stehno</b>	0,242	0,24	0,243	0,239
<b>Levé stehno</b>	0,257	0,254	0,249	0,235
<b>Pravé lýtko</b>	0,266	0,255	0,219	0,213
<b>Levé lýtko</b>	0,252	0,241	0,213	0,215
<b>Pravé chodidlo</b>	0,15	0,136	0,133	0,135
<b>Levé chodidlo</b>	0,15	0,136	0,133	0,136
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,2	0,19	0,19	0,19
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,2		0,19	

e) Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O2 v kombinaci se spodními vrstvami SV I s SV II

O2				
	RCT [m <sup>2</sup> .°C/W]			
	SV I		SV II	
Tepelné zóny figuríny / počet měření	Měření 1	Měření 2	Měření 1	Měření 2
<b>Tváře</b>	0,156	0,15	0,134	0,137
<b>Hlava</b>	0,176	0,178	0,178	0,171
<b>Pravé horní rameno</b>	0,221	0,229	0,203	0,205
<b>Levé horní rameno</b>	0,251	0,256	0,218	0,214
<b>Pravé předloktí</b>	0,196	0,19	0,181	0,179
<b>Levé předloktí</b>	0,211	0,207	0,206	0,213
<b>Pravá ruka</b>	0,092	0,095	0,089	0,088
<b>Levá ruka</b>	0,094	0,09	0,089	0,086
<b>Hrudník</b>	0,28	0,287	0,279	0,283
<b>Záda</b>	0,244	0,236	0,255	0,247
<b>Pravé stehno</b>	0,257	0,25	0,242	0,239
<b>Levé stehno</b>	0,249	0,258	0,255	0,253
<b>Pravé lýtko</b>	0,22	0,218	0,21	0,214
<b>Levé lýtko</b>	0,23	0,218	0,223	0,216
<b>Pravé chodidlo</b>	0,138	0,142	0,136	0,138
<b>Levé chodidlo</b>	0,143	0,138	0,139	0,139
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,2	0,2	0,19	0,19
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,2		0,19	

f) Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O3 v kombinaci se spodními vrstvami SV I s SV II

O3				
	RCT [m <sup>2</sup> .°C/W]			
	SV I		SV II	
Tepelné zóny figuríny / počet měření	Měření 1	Měření 2	Měření 1	Měření 2
<b>Tváře</b>	0,156	0,157	0,152	0,15
<b>Hlava</b>	0,166	0,169	0,167	0,158
<b>Pravé horní rameno</b>	0,213	0,219	0,241	0,233
<b>Levé horní rameno</b>	0,2	0,212	0,236	0,238
<b>Pravé předloktí</b>	0,175	0,177	0,194	0,19
<b>Levé předloktí</b>	0,194	0,196	0,197	0,201
<b>Pravá ruka</b>	0,092	0,095	0,089	0,079
<b>Levá ruka</b>	0,093	0,093	0,092	0,088
<b>Hrudník</b>	0,265	0,291	0,268	0,271
<b>Záda</b>	0,23	0,258	0,259	0,269
<b>Pravé stehno</b>	0,243	0,55	0,242	0,258
<b>Levé stehno</b>	0,241	0,254	0,245	0,255
<b>Pravé lýtko</b>	0,212	0,208	0,208	0,211
<b>Levé lýtko</b>	0,227	0,225	0,209	0,217
<b>Pravé chodidlo</b>	0,129	0,128	0,132	0,136
<b>Levé chodidlo</b>	0,134	0,134	0,133	0,129
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,19	0,21	0,19	0,19
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,2		0,19	

g) Tepelný odpor u jednorázového ochranného oděvu O3 v kombinaci se spodními vrstvami SV I s SV II

<b>O4</b>				
	<b>RCT [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>			
	<b>SV I</b>		<b>SV II</b>	
<b>Tepelné zóny figuríny / počet měření</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>
<b>Tváře</b>	0,173	0,164	0,144	0,132
<b>Hlava</b>	0,191	0,173	0,193	0,2
<b>Pravé horní rameno</b>	0,238	0,203	0,236	0,233
<b>Levé horní rameno</b>	0,214	0,213	0,242	0,246
<b>Pravé předloktí</b>	0,198	0,193	0,189	0,195
<b>Levé předloktí</b>	0,207	0,202	0,201	0,204
<b>Pravá ruka</b>	0,09	0,082	0,09	0,092
<b>Levá ruka</b>	0,086	0,084	0,087	0,09
<b>Hrudník</b>	0,231	0,233	0,291	0,289
<b>Záda</b>	0,221	0,224	0,287	0,276
<b>Pravé stehno</b>	0,233	0,241	0,262	0,248
<b>Levé stehno</b>	0,0249	0,236	0,272	0,268
<b>Pravé lýtko</b>	0,218	0,221	0,225	0,219
<b>Levé lýtko</b>	0,219	0,209	0,228	0,218
<b>Pravé chodidlo</b>	0,147	0,141	0,132	0,138
<b>Levé chodidlo</b>	0,151	0,133	0,132	0,136
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,18	0,18	0,2	0,2
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.°C/W]</b>	0,18		0,2	

## Příloha 7: Výparný odpor u jednorázových ochranných oděvů a spodních vrstev

### a) Výparný odpor u jednorázových ochranných oděvů

	RET [m <sup>2</sup> .Pa/W]							
	O1		O2		O3		O4	
Tepelné zóny figuríny / počet měření	M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
<b>Tváře</b>	66,15	66,58	81,75	85,31	60,5	61,64	45,53	44,07
<b>Hlava</b>	170,85	167,85	168,75	172,56	105,36	108,56	85,33	81,85
<b>P hor. rameno</b>	157,28	158,01	159,79	158,7	80,36	79,56	69,14	69,81
<b>L hor. rameno</b>	158,16	155,1	157,85	157,95	81,35	83,2	67,19	65,39
<b>Pravé předloktí</b>	125,1	123,86	127,45	124,3	70,36	71,25	48,13	46,01
<b>Levé předloktí</b>	124,42	126,28	124,14	122,73	70,36	69,98	47,29	46,93
<b>Pravá ruka</b>	23,82	24,63	26,13	23,57	24,59	25,83	23,3	24,06
<b>Levá ruka</b>	25,91	25,6	25,5	25,84	23,8	25,49	25,69	25,9
<b>Hrudník</b>	256,33	255,45	261,72	252,98	140	144,41	123,41	120,53
<b>Záda</b>	270,33	267,66	264,52	259,49	160,61	165,23	144,13	133,06
<b>Pravé stehno</b>	158,77	162,52	159,64	242,33	84,52	89,29	59,71	58,75
<b>Levé stehno</b>	155,75	161,07	156,56	238,73	88,72	91,9	60,1	59,95
<b>Pravé lýtko</b>	138,54	136,98	135,79	139,16	60,97	55,99	55,44	53,05
<b>Levé lýtko</b>	135,02	139,34	133,78	135,17	67,4	55,77	53,31	57,63
<b>Pravé chodidlo</b>	11,95	11,49	11,61	11,76	12,48	11,51	11,39	10,04
<b>Levé chodidlo</b>	12,05	12,08	12,07	12,39	12,26	11,75	12,01	11,87
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	124,4	124,66	127,9	135,19	71,48	71,96	58,19	56,83
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	124,53		131,55		71,72		57,51	



b) Výparný odpor spodní vrstvy SV I

SV I		
	RET [m <sup>2</sup> .Pa/W]	
Tepelné zóny figuríny / počet měření	Měření 1	Měření 2
<b>Tváře</b>	25,51	24,56
<b>Hlava</b>	28,78	29,54
<b>Pravé horní rameno</b>	57,31	53,47
<b>Levé horní rameno</b>	52,96	57,4
<b>Pravé předloktí</b>	43,52	42,01
<b>Levé předloktí</b>	44,63	44,18
<b>Pravá ruka</b>	35,45	35,76
<b>Levá ruka</b>	35,73	31,6
<b>Hrudník</b>	66,42	64,71
<b>Záda</b>	69,23	68,92
<b>Pravé stehno</b>	53,15	55,17
<b>Levé stehno</b>	56,18	56,97
<b>Pravé lýtko</b>	34,33	34,48
<b>Levé lýtko</b>	28,97	33,1
<b>Pravé chodidlo</b>	30,65	30,7
<b>Levé chodidlo</b>	32,77	29,58
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	43,47	43,26
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	43,37	

c) Výparný odpor spodní vrstvy SV II

SV II		
	RET [m <sup>2</sup> .Pa/W]	
Tepelné zóny figuríny / počet měření	Měření 1	Měření 2
<b>Tváře</b>	26,64	24,93
<b>Hlava</b>	30,01	27,03
<b>Pravé horní rameno</b>	66,89	66,36
<b>Levé horní rameno</b>	67,19	64,78
<b>Pravé předloktí</b>	46,04	48,19
<b>Levé předloktí</b>	47,01	47,18
<b>Pravá ruka</b>	36,91	35,46
<b>Levá ruka</b>	35,95	36,06
<b>Hrudník</b>	79,72	76,07
<b>Záda</b>	85,19	89,72
<b>Pravé stehno</b>	55,02	58,13
<b>Levé stehno</b>	58,74	60,02
<b>Pravé lýtko</b>	44,84	41,17
<b>Levé lýtko</b>	45,76	38,57
<b>Pravé chodidlo</b>	28,72	29,93
<b>Levé chodidlo</b>	80,25	27,61
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	49,06	48,2
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	48,63	

d) Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O1 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II

<b>O1</b>				
	<b>RET [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>			
	<b>SV I</b>		<b>SV II</b>	
<b>Tepelné zóny figuríny / počet měření</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>
<b>Tváře</b>	69,08	67,95	65,89	60,95
<b>Hlava</b>	175,59	170,8	166,98	168,23
<b>Pravé horní rameno</b>	163,6	159,07	178,56	173,73
<b>Levé horní rameno</b>	158,84	156,82	174,64	175,87
<b>Pravé předloktí</b>	128,5	122,44	168,76	168,55
<b>Levé předloktí</b>	133,09	125,88	168,09	162,18
<b>Pravá ruka</b>	33,84	32,43	34,32	33,5
<b>Levá ruka</b>	32,92	33,62	32,4	34,72
<b>Hrudník</b>	270,81	266,83	288,55	291,46
<b>Záda</b>	285,27	286,24	302,9	299,86
<b>Pravé stehno</b>	168,65	166,87	176,16	172,54
<b>Levé stehno</b>	165,01	165,29	171,25	170,89
<b>Pravé lýtko</b>	163,94	162,39	158,21	152,15
<b>Levé lýtko</b>	162,22	167,5	152	150,78
<b>Pravé chodidlo</b>	153,23	166,2	126,13	132,25
<b>Levé chodidlo</b>	158,77	163,37	129,8	133,39
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	151,46	150,86	155,95	155,07
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	151,16		155,51	

e) Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O2 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II

<b>O2</b>				
	<b>RET [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>			
	<b>SV I</b>		<b>SV II</b>	
<b>Tepelné zóny figuríny / počet měření</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>
<b>Tváře</b>	84,69	85,4	81,65	75,48
<b>Hlava</b>	177,25	181,36	175,69	161,38
<b>Pravé horní rameno</b>	167,18	175,19	174,18	182,03
<b>Levé horní rameno</b>	161,2	170,16	175,36	175,79
<b>Pravé předloktí</b>	135,23	130,64	163,21	167,03
<b>Levé předloktí</b>	134,21	131,08	165,53	165,61
<b>Pravá ruka</b>	36,63	36,38	35,41	31,63
<b>Levá ruka</b>	35,04	37,35	31,65	33,81
<b>Hrudník</b>	295,38	288,31	291,99	294,41
<b>Záda</b>	301,24	306,33	307,08	306,26
<b>Pravé stehno</b>	207,38	206,08	185,2	177,07
<b>Levé stehno</b>	205,13	204,65	179,48	173,85
<b>Pravé lýtko</b>	190,17	185,62	156,31	157,08
<b>Levé lýtko</b>	187,7	184,24	149,67	157,38
<b>Pravé chodidlo</b>	150,99	149,82	132,61	129,55
<b>Levé chodidlo</b>	149,5	150,71	135,63	127,8
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	163,68	163,96	158,79	157,26
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	163,82		158,03	

f) Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O3 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II

<b>O3</b>				
	<b>RET [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>			
	<b>SV I</b>		<b>SV II</b>	
Tepelné zóny figuríny / počet měření	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>
<b>Tváře</b>	60,32	58,01	56,26	60,35
<b>Hlava</b>	108,86	105,12	108,82	110,36
<b>Pravé horní rameno</b>	81,75	83,55	96,23	98,25
<b>Levé horní rameno</b>	88,82	81,92	98,61	103,94
<b>Pravé předloktí</b>	70,4	75,1	78,36	84,94
<b>Levé předloktí</b>	70,49	74,82	87,67	80,26
<b>Pravá ruka</b>	31,63	34,92	39,32	36,62
<b>Levá ruka</b>	30,67	33,58	40,61	32,98
<b>Hrudník</b>	142,83	146,43	162,45	161,34
<b>Záda</b>	169,2	177,84	189,74	169,92
<b>Pravé stehno</b>	93,55	97,69	105,62	98,95
<b>Levé stehno</b>	99,81	95,05	103,46	107,59
<b>Pravé lýtko</b>	67,11	69,95	77,08	74,22
<b>Levé lýtko</b>	68,85	65,31	69,68	73,7
<b>Pravé chodidlo</b>	143,53	131,55	128,74	122,52
<b>Levé chodidlo</b>	144,09	133,12	125,55	123,07
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	91,99	91,5	98,01	97,88
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	91,75		97,95	

g) Výparný odpor u jednorázového ochranného oděvu O4 v kombinaci se spodními vrstvami SV I a SV II

<b>O4</b>				
	<b>RET [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>			
	<b>SV I</b>		<b>SV II</b>	
<b>Tepelné zóny figuríny / počet měření</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>	<b>Měření 1</b>	<b>Měření 2</b>
<b>Tváře</b>	44,07	45,29	44,54	43,97
<b>Hlava</b>	86,95	5,62	85,16	86,25
<b>Pravé horní rameno</b>	71,06	69,2	73	72,07
<b>Levé horní rameno</b>	70,49	68,24	72,96	72,37
<b>Pravé předloktí</b>	57,52	51,46	65,77	68,89
<b>Levé předloktí</b>	55,58	55,15	63,71	66,17
<b>Pravá ruka</b>	35,46	35,78	36,13	34,01
<b>Levá ruka</b>	34,84	33,29	36,21	31,85
<b>Hrudník</b>	133,39	137,58	167,86	168,89
<b>Záda</b>	159,41	156,73	183,57	178,29
<b>Pravé stehno</b>	67,79	63,3	78,76	77,5
<b>Levé stehno</b>	65,33	69,46	74,63	77,45
<b>Pravé lýtko</b>	58,67	57,76	57,53	57,73
<b>Levé lýtko</b>	59,06	59,32	54,83	52,64
<b>Pravé chodidlo</b>	149,56	142,83	111,14	114,1
<b>Levé chodidlo</b>	143,62	143,98	117,23	116,52
<b>Průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	80,8	79,81	82,69	82,42
<b>Celkový průměr [m<sup>2</sup>.Pa/W]</b>	80,31		82,56	

## **Příloha 8: Rozhovor s odborníkem Ing. Františkem Salajkou**

### **[20]**

V dnešní době řádně vyškolených osob, které mají oprávnění naplno využívat protichemické ochranné oděvy není mnoho. Proto jsem se rozhodla vyhledat osobu, která této problematice rozumí a vytvořit rozhovor na úkor otázek mnou vytvořených, které považuji za zajímavé a důležité.

Měla jsem tu čest se spojit, setkat se a provést rozhovor s libereckým občanem panem Ing. Františkem Salajkou (53 let). Na vojně byl 6 let a to od roku 1984 až do roku 1991. Za jeho mladých let byl pan Salajka vojákem z povolání, měl vlastní firmu na protichemické ochranné oděvy a také v nich pracoval. V nynější době pracuje jako „proces leader“ ve společnosti DENSO MANUFACTURING CZECH S.R.O. v Liberci.

Zpracované otázky a odpovědi položené mnou pro pana Ing. Františka Salajku:

1. Proč jste se chtěl zabývat zrovna touto problematikou?

*„Moje odpověď na tuto otázku je velice stručná. Mým velkým zájmem byl totiž zájem o techniku. Dalším důvodem byla i střední škola zaměřená na chemii.“*

2. Jakou máte vystudovanou střední a vysokou školu?

*„Mám vystudovanou Střední chemickou školu a Vysokou vojenskou školu pozemního vojska, vojensko-inženýrský obor vojenská chemie.“*

3. Měl jste čest pracovat v protichemických ochranných oděvech?

*„Ano, pracoval jsem v oděvech typu 1 až 5 od oděvů s nejvyšší ochranou to znamená s dýchacím přístrojem až po oděvy lehkého typu kde byl například jenom respirátor nebo ochranná maska.“*

4. Kde jste pracoval v protichemickém ochranném oděvu?

*„Pracoval jsem v ochranném oděvu v armádě, podnikání, aktivity v průmyslu a také ve zdravotnictví.“*

5. Dle mých zjištěných informací jste prý vlastníkem firmy MET. CHEM. INDUSTRY s.r.o.?

*„Ano, skutečně jsem vlastníkem firmy MET. CHEM. INDUSTRY s.r.o., firma stále existuje, ale delší dobu už není aktivní kvůli jistým důvodům, které nebudu zmiňovat.“*

6. Chtěl byste firmu v nynější době zase zprovoznit?

*„Jistě, jelikož tento obor je mojí velkou srdcovou záležitostí.“*

7. Jaké obleky vy jste nechával vyrábět ve své firmě MET. CHEM. INDUSTRY s.r.o.?

*„V mé firmě jsem nechával vyrábět protichemické ochranné obleky přetlakové typ IA a typ IB. Veškeré spoje, které jsou na obleku se lepili ručně.“*

8. Když jste testoval jejich funkčnost, co byl nejčastější problém, který se vyskytoval, co se týká obleku a nutilo vás to oblek opravit?

*„V některých částech obleku nevyšla tlaková zkouška, to znamená, že šev byl špatně zatmelený, nebyl dobře přetřen elastomerní směsí, která má zajistit plynotěsnost. Dále se hledalo místo, které bylo špatně přetřené a muselo se to dodělat anebo opravit. Toto byl problém při výrobě.“*

9. Snažil jste se někdy o úpravu obleku, která by mohla zlepšit funkčnost?

*„Dělal jsem úpravy oděvů a to takové, aby se dala v uzavřeném obleku vytáhnout celá ruka a použít ji na jinou část výstroje, které jsou pod oděvem. Když je člověk uzavřený v plynotěsném oděvu a potřebuje si například něco zmáčkнуть nebo upravit si někde na těle výstroj tak byl nucen ruku vytáhnout a tudíž jsem zvětšoval úhel samotného rukávu. Dále se zvětšovala část pro hlavu, protože člověk v oděvu musel mít přilbu nebo používal vysílačku, baterku apod. To znamenalo, že část pro hlavu toto všechno muselo překrýt a to byly první oděvy a jejich úpravy. Další úpravu, kterou jsem dělal byla upínací manžeta s větším průměrem, aby se z rukavice vyndávala ruka rychleji, což pak sloužilo třeba i k utření špinavého zorníku.“*

*„Mou, ale největší úpravou byla snaha ze dvou výdechových ventilů, které se nacházejí na oděvu, zjednodušeně dvě díry na oděvu, ale čím více děr a různých švů tak to bývá zdroj možné netěsnosti, vytvořit pouze jeden výdechový ventil, toto jsem zkoušel*



*a testoval, ale nikdy jsem to už nedokončil, protože o to nebyl ani takový zájem, což mě nyní docela mrzí. “*

10. Co si osobně myslíte, podle vašich zkušeností co jsou ty největší problémy při nošení těchto obleků a při jejich výrobě v dnešní době?

*„Nejsou ani tak technické problémy, ale spíš ekonomické problémy pokud se mají dodržet veškeré standardy kvality technických vlastností a vyhovět technickým normám, které jsou na to kladené tak u obleků těžších kategorií, aby vše bylo splněno a dostává se tak do ceny 60.000,- za kus a výš, což je pro uživatele docela vysoká cena a proto se jde v dnešní době cestou jednorázových oděvů, ale i ten jednorázový oděv ve stejné kategorii jako ten více použitelný třeba za desetinu ceny, při jedné akci se spotřebuje deset jednorázových oděvů a jsme na ceně jednoho obleku více použitelného. Pokud se má zajistit neprotržení a čím větší bariéra je okolo člověka tím je více chráněn, lepší materiál a za ten se i platí více, protože není levný. Tudiž pro ochranu jsou lepší, ale jsou dražší.*

*„Jednorázový oděv ve stejné kategorii jako více použitelný je výhodný pouze, když ho použijeme jednou a je cenově dostupnější, ale v dnešní době například zdravotníci spotřebují jednorázových oděvů v nižší kategorii jeden denně, ale taky se může stát, že jich za den spotřebují více. Tady nastává otázka co je vlastně výhodnější a při jaké situaci, protože cena přestává být výhodou.“*

*„Obvykle, když se neví do čeho se jde tak se berou ty nejtěžší oděvy, ale když se ví, že tam třeba nic není nebo je tam toho málo tak je používají oděvy nižších kategorií. To záleží na managementu, kteří řídí celou tu akci.“*

11. Věděl by jste jak tyto problémy vyřešit?

*„Kdybych nebyl limitovaný financemi tak při první havárii či problému bych zjistil o co se jedná a použil bych oděv nejvyšší ochrany typ 1A podle normy 94312 a na základě analýzy bych použil oděv třeba s dálkovým přívodem vzduchu a rozhodně bych nešel do lehkých oděvů. Dálkový přívod ti umožní výměnu vzduchu ve špatném prostoru, umožní ventilaci to znamená, že člověka můžeme ochladit, ofouknout nebo třeba ovětrat, to jsou podmínky, díky kterým tam může vydržet i několik hodin. Po celou dobu v obleku se musí kontrolovat tep, tlak a teplota v pododěvním prostoru, a když má přestávku tak ztráta vody. Obecně to znamená, že se sledují biometrické parametry, aby školený*

*člověk nezkolaboval. Jsou oděvy co to umí v dnešní době už samy, ale to už se pohybuje cenově okolo 200.000,- za kus.“*