

**Univerzita Palackého v Olomouci**

Fakulta tělesné kultury

**Ochrana povrchu těla**

Bakalářská práce

Autor: Marek Mikeš

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Melichařík

Olomouc 2021

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení:** Marek Mikeš

**Název bakalářské práce:** Ochrana povrchu těla

**Katedra:** Aplikovaných pohybových aktivit (KAT)

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Zdeněk Melichařík

**Rok obhajoby:** 2021

**Abstrakt:** Bakalářská práce je zaměřena na problematiku ochrany povrchu těla proti nebezpečným chemickým látkám. Cílem bakalářské práce je představit prostředky ochrany povrchu těla proti působení těchto látek a vymezit pojmy úzce spjaté s touto problematikou. Dílčím cílem je srovnání zásadních rozdílů mezi plynotěsnými a neplynotěsnými protichemickými ochrannými oděvy, porovnání jejich výhod a nevýhod při používání a představení protichemického oděvu OPCH-90 PO jako nejvyužívanějšího členu HZS České republiky

**Klíčová slova:** osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP), osobní ochranný prostředek (OOP), nebezpečné chemické látky (NCHL), protichemický ochranný oděv (POO), plynotěsný protichemický ochranný oděv (PPOO)

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Marek Mikeš

**Title of the thesis:** Skin protection

**Department:** Aplikovaných pohybových aktivit (KAT)

**Supervisor:** Ing. Zdeněk Melichařík

**The year of the presentation:** 2021

**Abstract:** The bachelor's thesis is focused on the issue of skin protection against dangerous chemical substances. The main goal of the bachelor's thesis is to introduce the means of protection of the skin surface against the effects of these substances and to define any closely related terms to this issue. The partial goal is to compare the fundamental differences between gas-tight and non-gas-tight type of the chemical protective clothing, to compare their advantages and disadvantages in use, as well as to briefly introduce OPCH-90 PO chemical protective suit as the most used representative amongst members of Fire Rescue Services of the Czech republic.

**Keywords:** personal protective equipment, dangerous chemical substances, chemical protective clothing and equipment, gas-tight chemical protective clothing

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Ochrana povrchu těla vypracoval samostatně pod vedením Ing. Zdeňka Melichaříka, rovněž jsem citoval všechny použité zdroje a řídil se zásadami vědecké etiky. Dále prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická, nahraná do informačního systému STAG, jsou plně totožné.

V Chropyni dne

.....

Marek Mikeš

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Zdeňku Melichaříkovi za odborné vedení, poskytnutí metodické pomoci i cenných rad a připomínek, které mi umožnily zpracování této závěrečné písemné práce, jakož i za jeho cenný čas, věnovaný mi během odborných konzultací.

Rád bych touto cestou rovněž vyjádřil mé upřímné díky panu Ing. Pavlu Častulíkovi, CSc., a panu Ing. Jiřímu Slabotínskému, CSc., zaměstnancům společnosti DEKONTA, s. r. o. za odborné posouzení mé bakalářské práce a poskytnutí některých dalších odborných materiálů, dále pracovníkům Státního ústavu radiační, chemické a biologické ochrany v Příbrami za umožnění mé účasti a získání osobních praktických zkušeností v rámci testování parametrů tepelného odporu protichemických oděvů a fyziologické zátěže osob, využívajících osobní ochranné pracovní prostředky

V neposlední řadě chci poděkovat panu Jiřímu Baďurovi a celému Sboru dobrovolných hasičů Chropyně za poskytnutí osobních rad a zkušeností s protichemickým ochranným oděvem OPCH-90 PO a dočasné propůjčení již vyřazeného modelu zmíněného oděvu.

# OBSAH

OBSAH .....	7
1 ÚVOD .....	8
2 PŘEHLED POZNATKŮ .....	9
2.1 Povrch těla .....	9
2.2 Anatomie kůže .....	9
2.2.1 Pokožka ( <i>epidermis</i> ).....	10
2.2.2 Dermo-epidermální rozhraní (junkce).....	11
2.2.3 Škára ( <i>dermis</i> ). .....	12
2.2.4 Podkoží ( <i>tela subcutanea</i> ).....	12
2.2.5 Kožní adnexa.....	13
2.3 Funkce kůže .....	14
2.3.1 Bariérová funkce (fyzikální bariéra) .....	14
2.3.2 Biologická bariéra .....	15
2.3.3 Chemická bariéra.....	15
2.4 Pronikání chemikálií přes kůži .....	16
2.5 Vlastnosti vybraných nebezpečných chemických látek .....	19
2.5.1 Chlór.....	20
2.5.2 Amoniak .....	20
2.5.3 Chlorovodík.....	21
2.5.4 Fluorovodík .....	21
2.5.5 Formaldehyd.....	21
2.5.6 Sírouhlík .....	22
3 CÍL PRÁCE .....	23
4 METODIKA .....	24
5 VÝSLEDKY .....	25
5.1 Prostředky ochrany povrchu těla .....	25
5.2 Klasifikace a rozdělení protichemických oděvů.....	28
5.2.1 Klasifikace dle třídy provedení (performance). .....	29
5.2.2 Plynotěsné protichemické ochranné oděvy.....	31
5.2.3 Neplynotěsné protichemické ochranné oděvy.....	32
5.2.4 Rozdělení oděvů podle tvaru a střihu. ....	33
5.2.5 Rozdělení podle stupně plynotěsnosti. ....	35
5.2.6 Rozdělení podle stupně hermetičnosti.....	35

5.2.7	Rozdělení podle způsobu ventilace.....	36
5.2.8	Rozdělení podle stupně prodyšnosti.....	37
5.2.9	Rozdělení podle opakovatelnosti použití. ....	38
5.2.10	Rozdělení podle principu působnosti ochranné bariéry. ....	39
5.2.11	Rozdělení podle sféry použití oděvu.....	40
5.3	Protichemický ochranný oděv OPCH-90 PO .....	40
5.3.1	Konstrukční provedení oděvu OPCH-90 PO. ....	41
5.3.2	Technické údaje.....	44
5.3.3	Klasifikace odolnosti OPCH-90 PO proti chemikáliím. ....	45
5.3.4	Postup oblékání oděvu .....	47
6	DOTAZNÍK.....	48
6.1	Jednotlivé otázky dotazníku .....	48
6.2	Vyhodnocení dotazníku.....	51
7	ZÁVĚRY .....	54
8	SOUHRN.....	55
9	SUMMARY .....	56
10	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK.....	57
11	REFERENČNÍ SEZNAM.....	58

# 1 ÚVOD

Povrch lidského těla přichází do kontaktu s různými cizorodými látkami (xenobiotiky) téměř každý den. Většinu z nich tvoří chemické látky mající v současnosti mnohostranné využití a lze se s nimi setkat prakticky ve všech druzích a oborech lidské činnosti (ať už se jedná o průmysl, obchod, zemědělství, lesnictví, farmaceutika, vojenství apod.), včetně naší domácnosti. Zpravidla jde o celé řady chemických látek, které jsou svou podstatou lidskému zdraví škodlivé či nebezpečné.

Jedním z fundamentálních opatření v ochraně proti těmto nebezpečným chemickým látkám je individuální ochrana osob, nakládajícími s těmito látkami. Podle statistických údajů některých světových organizací každoročně zemře až 180 000 osob na následky vážného poranění kůže (v mnohých případech v důsledku popálení), přičemž většina incidentů je připisována zemím třetího světa. V globálním měřítku neexistují přesná procentuální určení okolností a příčin (s výjimkou smrtelných zranění způsobených el. proudem, radiací, ohněm, kontaktem s horkými předměty při svařování nebo horkými tekutinami), avšak tyto případy zahrnují rovněž kontakt osob s chemikáliemi. Ačkoliv je situace ve vyspělých zemích světa z hlediska dodržování zásad bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) daleko příznivější, stále jsou evidovány případy dermálního poranění osob v důsledku expozice chemikáliemi, z nichž některé jsou i smrtelné.

Spolehlivým, byť jen dočasným prostředkem ochrany proti pronikání nebezpečných chemických látek přes kůži v prostředí, kde míru expozice nelze spolehlivě snížit technickými prostředky, je včasné použití vhodných osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP) osobami vystavenými kontaminovanému prostředí těmito látkami. Právě tyto prostředky ochrany povrchu těla jsou předmětem řešení mé bakalářské práce.

V teoretické části přiblížím čtenářům problematiku ochrany povrchu těla proti působení nebezpečných chemických látek a charakterizuji pojmy úzce spjaté s touto oblastí.

V praktické části se budu soustředit na představení samotných prostředků ochrany povrchu těla, jejich klasifikaci dle nejpatrnějších specifikací a na porovnávání zásadních rozdílů mezi některými typy oděvů, jakož i na jejich zásadní výhody a nevýhody.

Závěrečnou část dedikuji dotazníku a jeho výsledkům, které budou vycházet z informací uvedených v teoretické i praktické části.



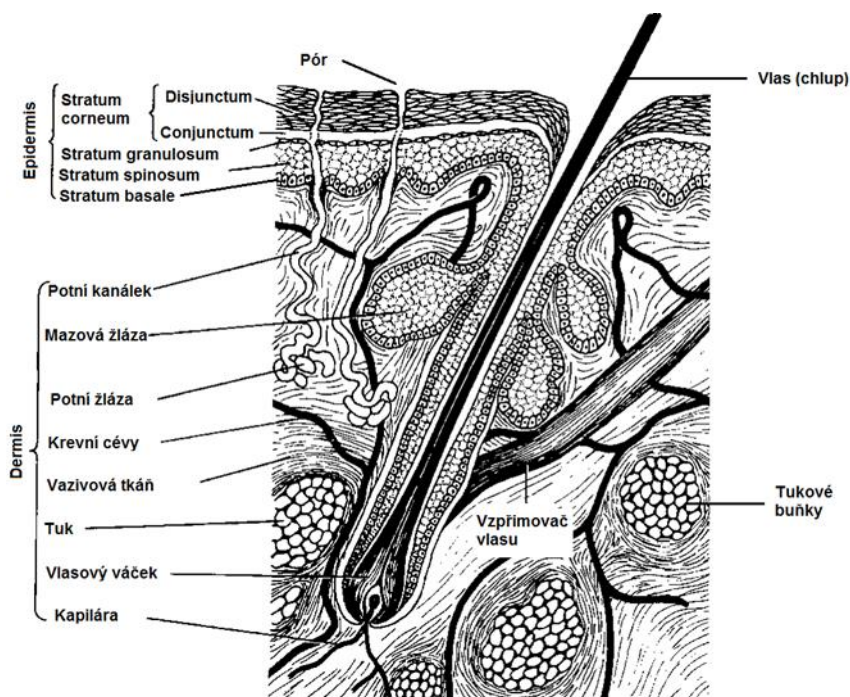
## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Povrch těla

Souvislý povrch (povrch) těla je tvořen lidskou kůží. S plochou 1,5 – 2,0 m<sup>2</sup> (avšak záleží na velikosti těla) jde o zároveň jeden z největších plošných orgánů v lidském těle. Ze zmíněné plochy připadá na hlavu a krk přibližně 11 %, na trup 30 %, na horní končetiny 23 % a na dolní končetiny zhruba 36 % (Dokládál & Páč, 1995). Tloušťka kůže se pohybuje cca od 0,5 do 4,0 mm, z toho nejslabší je na očních víčkách a penisu, naopak nejsilnější na zádech (Čihák, 2016). Udává se, že celková hmotnost kůže odpovídá u muže zhruba 4,8 kg a u ženy 3,8 kg (Resl, 2014), čili např. u 70 kg jedince dosahuje hmotnosti 5 kg (Breathnach, Burns, Cox, & Griffiths, 2010).

### 2.2 Anatomie kůže

Lidská kůže (*cutis*) má specifickou strukturu skládající se z několika vrstev, a to z pokožky (*epidermis*), škály (*dermis*) a podkoží (*tela subcutanea*). Přirozenou součástí je i tzv. kožní adnexa, která zahrnuje mazové, potní a mléčné žlázy, chlupy (vlasy) a nehty – viz Obrázek 1 – Znázornění struktury lidské kůže.



Obrázek 1. Znázornění struktury lidské kůže

Reprodukováno z anglického originálu (Louis, John, & Curtis, 2008)

### 2.2.1 Pokožka (*epidermis*).

Pokožka je nejzevnější vrstvou kůže, tvořící mnohvrstvou, rohovějící, dlaždicově uspořádanou tkáň (*epitel*). Epidermis je více než z 90 % osídlena keratinocyty (buňkami obsahujícími velké množství bílkoviny keratinu), jejichž typická tloušťka dosahuje 0,05 – 0,1 mm (Breathnach, Burns, Cox, & Griffiths, 2010). Keratinocyty migrují do nejsvrchnější vrstvy z nejspodnějších vrstev epidermis a během této migrace dochází k několikastupňovému rozvrstvování (diferenciaci). Tento proces se nazývá rohovatění (keratinizace). Dle stupně rozvrstvení keratinocytů lze jednotlivé dílčí vrstvy pokožky histologicky identifikovat jako *stratum basale*, *stratum spinosum*, *stratum granulosum*, *stratum lucidum* a *stratum corneum* (Betts, Desaix, & Johnson, 2017) – viz Obrázek 1 – Znázornění struktury lidské kůže.

*Stratum basale*, neboli bazální vrstva, je nejhluběji uloženou a zároveň zárodečnou vrstvou epidermis, kterou tvoří řada palisádově organizovaných kmenových kubicko-cylindrických buněk bazálních keratinocytů s velkými jádry a malým množstvím cytoplazmy (Brychta & Stanek, 2014). Veškeré vyprodukované keratinocyty pochází z této jediné dílčí vrstvy epidermis, průběžně pak procházejí dělením (mitózou) a produkují tak nové buňky. Po vytvoření nových buněk jsou stávající buňky vytlačovány na povrch bazální vrstvy, kde proliferují (začnou se hojně množit) přes ostatní vrstvy pokožky a procházejí koncovým rozvrstvováním. V bazální vrstvě jsou kromě keratinocytů zastoupeny i jiné typy buněk, a to Merkelovy buňky a melanocyty. Merkelovy buňky, nejvíce zastoupeny na povrchu rukou a nohou, fungují jako tzv. mechanoreceptory. Jsou odpovědné za stimulaci (podráždění) sensorických nervů, které mozek vnímá jako dotek. Melanocyty neboli dendritické buňky, svou distribucí melaninového pigmentu v melanosomech do okolních keratinocytů dodávají pokožce její barvu.

*Stratum spinosum* je vrstva tvořená více úrovněmi buněk ostnitého tvaru. Jednotlivé úrovně jsou pak navzájem spojeny desmozomy, přičemž poměr ve složení buněk mezi jádrem a cytoplazmou se mění ve prospěch cytoplazmy. V horní části *stratum spinosum* začíná pozvolna proces diferenciace keratinocytů a plynule přechází do *stratum granulosum* (Brychta & Stanek, 2014).

*Stratum granulosum* je vrstva se zrnitým vzhledem v důsledku dalších změn keratinocytů, přesněji díky velkému množství vláknitého keratinu a keratohyalinu, produkovanými buňkami této vrstvy. Samotné buňky jsou postupně vytlačovány ze *stratum spinosum*, zplošťují se a jejich buněčné membrány zesilují. Jádra a ostatní buněčné orgány buněk se rozpadají, buňky odumírají a zanechávají tak za sebou keratin, keratohyalin a buněčné membrány, jež vytvářejí

stratum lucidum, stratum corneum a pomocné struktury vlasů a nehtů (Betts, Desaix, & Johnson, 2017).

*Stratum lucidum* je tenká, hladká, zdánlivě průsvitná vrstva epidermis, umístěna těsně nad stratum granulosum a pod stratum corneum. Jde o hraniční vrstvu mezi dosud nezrohovatělou a zrohovatělou epidermis. Buňky této vrstvy jsou napěchovány eleidinem, čirým proteinem derivovaným od keratohyalinu a bohatým na lipidy, což dává těmto buňkám jejich lucidní (průsvitný) vzhled. Stratum lucidum se nachází pouze u palmo-plantární kůže čili na dlaních, chodidlech a prstech, a poskytuje ochranu proti vodě (Betts, Desaix, & Johnson, 2017).

*Stratum corneum* je takéž přezdívána jako „rohová vrstva“ kůže, a to především díky svým zcela plochým, bezjaderným, hustě navrstveným a zcela zrohovatělým buňkám – korneocytům, které vznikají v důsledku dokončené ontogeneze keratinocytů. Tato nejsvrchnější vrstva epidermis je přibližně 10–20 nm silná, tvořící typicky 10–25 vrstev buněk (Amagai & Kubo, 2019). Ve stratum corneum se nacházejí póry potních a mazových žláz. Anatomicky se zpravidla dělí na dvě části: zevní vrstvu *stratum disjunctum* a pod ní uloženou kompaktnější vrstvu *stratum conjunctum*, ve které jsou korneocyty navzájem příčně pospojovány korneodesmozomy a zajišťují tak soudržnost jednotlivých korneocytů a vrstvy samotné. Naopak ve stratum disjunctum je funkce korneodesmozomů degradována a dochází tak k přirozenému odlupování kůže.

### 2.2.2 Dermo-epidermální rozhraní (junkce).

Epidermis je ukotvena k dermis přes souvislou, na bílkoviny bohatou, oblast nazývanou dermo-epidermální junkce. Jedná se o nebuněčnou strukturu, vysoce zvlněnou, s charakterem podobným čepům a hřebenům v kůži (tzv. dermální čepy a papily). Zaklesnutí čepů a papil si lze představit obdobně jako u prstů sepjatých rukou (Breathnach, Burns, Cox, & Griffiths, 2010). Při provedení bližších analýz dermo-epidermální junkce byla zjištěna přítomnost dvou složek: *laminy basalis* a *laminy fibroreticularis*. Lamina basalis (tloušťka 0,1 – 0,2  $\mu\text{m}$ ) sloužící k zakotvení buněk, které na ní nasedají (Tichý, Gorošová, Horký, & Kociánová, 2000) a je z chemického hlediska tvořena menším podílem kolagenu (obsahuje pouze amorfní kolagen typu IV) oproti lamina fibroreticularis (tloušťka 0,05 – 0,50  $\mu\text{m}$ ; obsahuje kolageny typu XV, XVIII a VI). Kromě kolagenu jsou obě složky tvořeny glykoproteiny, proteoglykany (Lüllmann-Rauch, 2012). Mezi mnohostranné funkce této vrstvy patří především upevnění epitelu k vazivovému podkladu a poskytování mechanické podpory pro epidermis, ale také

slouží jako semipermeabilní bariérová membrána, regulující výměnu makromolekul mezi epitelem a vazivovou tkání a zároveň jako zdroj informací, na kterých závisejí buněčné interakce a efektivní mezibuněčná komunikace. V neposlední řadě se jeví jako důležitá pro realizaci takových procesů, jako je buněčná diferenciací, pohyb buněk a jejich uspořádání v prostoru (Tichý, Gorošová, Horký, & Kociánová, 2000).

### **2.2.3 Škára (*dermis*).**

Škára je střední vazivovou a bohatě prokrvovanou vrstvou kůže. Tloušťka dermis se pohybuje od 0,6 – 3,0 mm a liší se v závislosti na lokalitě (Brychta & Stanek, 2014). Nejsilnější je na dlaních a chodidlech, nejslabší na očních víčkách a šourku. Postupem věku dermis zeslabuje a ztrácí svou pružnost (Dahl, Hunter, & Savin, 2002). Dermis se skládá ze dvou částí: povrchové tenčí vrstvy, která vstupuje do epidermis v podobě dermálních papilů (*pars papillaris*) a silnější, hlouběji uložené vrstvy (*pars reticularis*). Z buněk nejvíce zastoupených v dermis jde především o fibroblasty, avšak v malém množství i např. o jednobuněčné fagocyty, lymfocyty a žírné buňky. Škára je z velké části tvořena propletenými kolagenovými vlákny, které se pojí do vazivových snopců. Udává se, že kolagen, který je syntetizován hlavními buňkami dermis, fibroblasty, tvoří až 75% suché hmotnosti této vrstvy a je tak její hlavním strukturálním polypeptidovým polymerem (Brychta & Stanek, 2014). Naopak elastická vlákna, jež obsahují dvě odlišné proteinové složky, a to amorfní elastinové jádro a obklopující elastickou tkáňovou mikro fibrilární složku (Dahl, Hunter, & Savin, 2002), tvoří asi 2% suché hmotnosti dermis. Mezibuněčné prostory jsou vyplněny amorfní, viskózní mezibuněčnou hmotou, tzv. extracelulární matrix, tvořenou ze směsi glykosaminoglykanů a mukopolysacharidů (kyselina hyaluronová), které udržují kůži vazkou a hydratovanou. Bohaté prokrvení dermis je zajištěno dvěma plexy: hlubokým cévním plexem a povrchovým cévním plexem. Spojení mezi těmito dvěma plexy zajišťují tzv. výživné cévy, které jsou orientovány kolmo k povrchu epidermis (Brychta & Stanek, 2014).

### **2.2.4 Podkoží (*tela subcutanea*).**

Podkoží je nejhlubší vrstvou kůže tvořenou vazivovou a tukovou tkání (Brychta & Stanek, 2014). Vazivová tkáň obsahuje tzv. vmezeřené vazivo, jenž zabezpečuje spojení s dermis, vyplňuje prostory mezi jednotlivými svalovými vlákny (*fascii*) popř. okosticí (*periostem*), poskytuje mechanickou podporu pro hořejší vrstvy epitelových tkání a tvoří

obalovou vrstvu pro lymfatické a krevní cévy a nervy. Nejvíce zastoupenými buňkami jsou fibroblasty a makrofágy, další součástí jsou kolagenní a elastická vlákna, avšak převládající složkou je mezibuněčná extracelulární matrix. Základní stavební jednotkou tukové tkáně jsou adipocyty (tukové buňky), jejich hlavní funkcí je uchovávat triacylglyceroly. Adipocyty jsou rozmístěny v těle jednotlivě a jsou obklopeny bazální laminou spolu s retikulárními vlákny, anebo ve shlucích v rámci řídké vazivové tkáně, které jsou rozděleny na jednotlivé laloky a lalůčky prostředím volných pojivových vláken (tzv. vazivových sept), které zároveň drží tukové buňky pohromadě.

### 2.2.5 Kožní adnexa.

Kožní adnexa, jinak nazývaná též přídatné kožní ústrojí, jsou epidermálního původu (Dokládál & Páč, 1995) a obvykle se dělí do dvou skupin, a to na adnexu žlázovou, tvořenou mazovými a potními žlázami, a adnexu keratinizovanou, kterou tvoří chlupy (vlasy) a nehty (Brychta & Stanek, 2014).

Mazové žlázy, vázané na vlasové folikuly, svou přítomností v kůži prakticky po celém povrchu těla (výjimkou jsou dlaně a plosky chodidel) napomáhají průběžně promašťovat vlasy, jakož i promašťovat a zvláčňovat kůži vyprodukovaným mazem. Nejvíce jsou zastoupeny na obličeji a horní části hrudníku.

Potní žlázy se dělí na ekrinní potní žlázy (jsou rozptýleny téměř po celém těle s výjimkou nehtového lůžka, rtů, některých částí genitálií) a apokrinní potní žlázy (vyskytují se jen na některých částech těla) (Dokládál & Páč, 1995). Ekrinní potní žlázy (přezdívané jako malé nebo pravé potní žlázy) jsou žlázami produkujícími pot (*sudor*). Sekreční část žlázy zasahuje do hloubky dermis a následná vývodová část prostupuje dermis a epidermis, neústí však v blízkosti vlasového folikulu, ale potním pórem (Dokládál & Páč, 1995). Zde vylučuje sekret (pot) bez rozpadu cytoplazmy (Eberlová, Fiala, & Valenta, 2015). Tento typ potních žláz je inervován sympatickými cholinergními nervovými vlákny (Rokyta, 2015).

Apokrinní potní žlázy, nesprávně uváděné jako velké, případně velké aromatické potní žlázy, jsou modifikované potní žlázy, které nevylučují pot, ale viskózní sekret charakteristického zápachu, bohatý na lipidy (Štork, 2013). Na rozdíl od malých potních žláz jsou vázány na vlasový folikul, kde jejich vývod ústí těsně nad vyústěním mazových žláz (Dokládál & Páč, 1995). Při tvorbě a uvolňování sekretu, což je řízeno hormonálně, se koncová (apikální) část buňky mění v jednotlivé složky sekretu (Brychta & Stanek, 2014). Tento proces je nazýván dekapitačním způsobem sekrece a je charakteristický pro apokrinní potní žlázy.

Chlupy (vlasy) jsou druhem rohovějícího (keratinizovaného) kožního přídatného ústrojí (Vokurka & Hugo, 2000). Tvoří je keratinová vlákna různé hustoty a velikosti téměř po celém povrchu těla. Výjimku tvoří pouze dlaně, chodidla, palmární a plantární strana prstů, rty, specifická místa mužských a ženských genitálií. Chlup (*pilus*) se skládá z vlasového kořene (*radix pili*) vsazeného do výchlípku pokožky, vlasového váčku (*folikulus pili*) a z části vyčnívajícího nad úroveň pokožky vlasového kmene (*scapus pili*). Vlasový kořen se na svém bazálním konci rozšiřuje a vytváří tzv. vlasovou cibulku (*bulbus pili*), naopak na svém hlubokém konci váčku se do vlasové cibulky vyklenuje vazivová vlasová bradavka (*papila pili*), která je bohatě prokrvena, a odtud je samotný chlup vyživován. Ke každému jednotlivému chlupu (vlasu) je připojena mazová žláza (*glandula sebacea*) a drobný hladký sval – vzpřimovač vlasu (*musculus arrector pili*) (Dokládál & Páč, 1995). Celý vlasový folikul obklopuje vazivová pochva.

Nehet (*unguis*) tvoří zrohovatělá, mírně vyklenutá ploténka na hřbetní straně všech koncových článků prstů rukou i nohou (Čihák, 2016). Je složen převážně z tvrdého keratinu, který se na rozdíl od rohoviny epidermis neolupuje (Štork, 2013). Nehet se skládá z kořene, pokrytého kožní řasou, vrstvy stratum corneum, tzv. eponychium – část epidermis slabě přerůstající na nehtovou ploténku z nehtového valu (záhybu) a z nehtové ploténky. Nehtová ploténka vyrůstá z kořene nehtu a je tvořena buňkami nehtové matrix, které se posunují od kořene nehtu opačným směrem a postupně keratinizují (Vajner, Konrádová, Novotný, & Uhlík, 2017). Nehtová ploténka je vsazena do nehtového lůžka.

## 2.3 Funkce kůže

Kůže je složitým orgánem, plnícím důležité fyziologické funkce, přičemž se jednotlivé funkce vzájemně prolínají a společně tak zajišťují udržování homeostáze a optimální kondici našeho organismu. V závislosti na odborné literatuře a zadání tématu bakalářské práce lze funkce kůže rozdělit následovně:

### 2.3.1 Bariérová funkce (fyzikální bariéra)

Lidská kůže vytváří přirozenou ochrannou bariéru mezi vnějším a vnitřním prostředím, chrání tak organismus proti mechanickému poškození, proti působení cizorodých látek i proti působení přírodních vlivů, jako je např. déšť, slunce, vítr, mráz atd. Na funkci fyzikální bariéry kůže se významným způsobem podílí proces keratinizace epidermis, činnost mazových

a potních žláz, které udržují pokožku hydratovanou a pružnou, vzájemné propojení keratinocytů, dermo-epidermální junkce a v neposlední řadě hustá síť kolagenových a elastických vláken (Brychta & Stanek, 2014).

### **2.3.2 Biologická bariéra**

Odolnost kožní bariéry vůči biologickým vlivům spočívá ve vzájemném spolupůsobení jak s bariérou fyzikální, tak i chemickou. Kožní povrch je pokryt vazkým, avšak tekutým ochranným kožním filmem (Brychta & Stanek, 2014), který tvoří emulze lipidů, jež je z části tvořena jako produkt mazových žláz (glandulární lipidy) a také procesem keratinizace (cholesterol a ceramidy) (Polášková, 2013). Zmíněný film udržuje mírně kyselé pH kůže, vyniká svou pufovací kapacitou a působí tak antimikrobiálně, ne však na veškerých místech těla (jako jsou vlhká místa s tendencí se zapařit a místa, kde o sebe třou dvě kožní plochy – perigenitální, perianální, axilární plochy, oblast pod prsy a břichem). Hromadí se zde pot a obtížně se odpařuje. V těchto místech má zpravidla pot naopak zásadité pH a zároveň odplavuje z kožního povrchu kyselé produkty kožní diferenciace (Štork, 2013), což zpravidla vede k výskytu sekundární mikrobiální kontaminace. Kromě ochranného filmu na povrchu se funkce biologické bariéry připisuje taktéž neporušené vrstvě rohové kůže.

### **2.3.3 Chemická bariéra**

Zdravá lidská kůže poskytuje do jisté míry i ochranu proti některým chemikáliím. Funkce ochrany proti chemickým vlivům je přisuzována zejména struktuře a vlastnostem stratum corneum (více viz kapitola 1.2.1). Na funkci chemické bariéry se částečně podílí i kyselý kožní plášť (ochranný kožní film), samočistící schopnost kůže, ředění noxy a její odplavování potem, deskvamace pokožky a také složení a vlastnosti kolagenu a elastinu. Kolagen i elastin patří mezi tzv. fibrilární (vláknité) skleroproteiny, které jsou značně chemicky odolné a nerozpustné ve vodě (Matouš, 2010). Chemikálie, které prostoupí hlouběji, jsou pak zachyceny Langerhansovými buňkami, spouštějícími imunologické reakce (Štork, 2013). Nicméně i nepoškozená a zdravá lidská kůže je kvůli své struktuře a složení semi-permeabilní a umožňuje tak určité pronikání téměř každé látky (Breathnach, Burns, Cox, & Griffiths, 2010). K faktorům ovlivňující percutánní permeaci chemikálií patří především jejich lokalizace na těle, integrita kůže v daných oblastech, teplota, složení a fyzikálně-chemické vlastnosti permeantu – hydrofilní a lipofilní (Ballantyne, Marrs, & Syversen, 2009) a jiné.

## 2.4 Pronikání chemikálií přes kůži

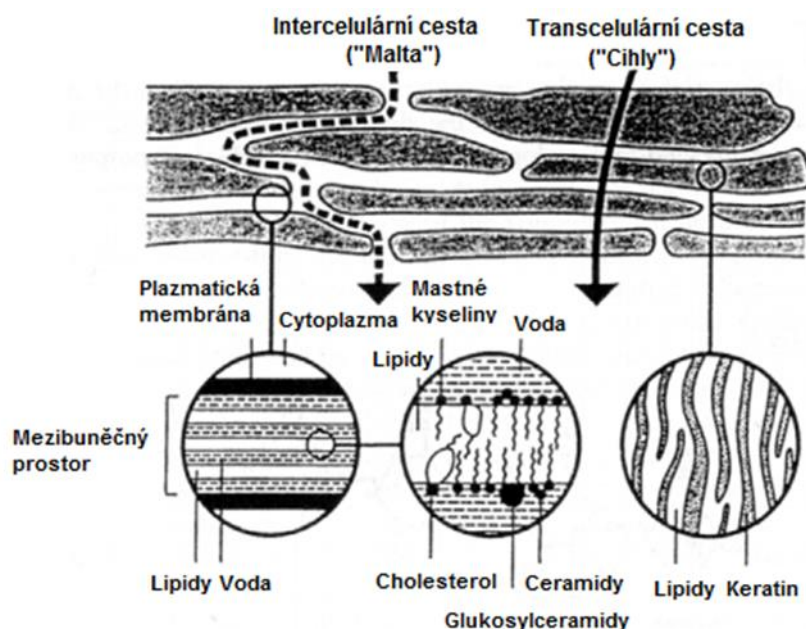
Kůže je orgán, který je v neustálém kontaktu s vnějším prostředím a je jako jedna z prvotních částí lidského těla často vystavena působení různých chemikálií, a to rozlitím, rozstříknutím, ponořením nebo záměrnou či nechtěnou aplikací některého z chemických produktů na pokožku. V nedávné době byla kůže považována za zcela nepropustnou bariéru pro mnohé exogenní látky. Avšak novodobé objevy a poznatky v oblastech jako je histologie, molekulární biochemie, elektronová mikroskopie a další vědecké obory, postupně poukazují na to, že tento pohled není zcela pravdivý. I přesto, že náš organismus je oddělen od vnějšího prostředí bariérou, jejíž fyziologické vlastnosti jsou působivé a je po stránce morfologické i funkční značně diferencovaná (Patočka, 2004), široká škála chemikálií může právě přes kůži pronikat. Hlavním poznatkem většiny výzkumů je, že významným činitelem, ovlivňujícím míru absorpce chemikálií do kůže, se stala právě nejzevnější část pokožky, stratum corneum, která tak byla definitivně uznána za principiální chemickou bariéru (Blank & Scheuplein, 1971).

Stavba stratum corneum, zmíněna v kapitole 1.2.1, sestává z bezjaderných korneocytů, tvořících vrstvy a obsahujících zesílené proteiny, a z intercelulární hmoty (matrix) bohaté na lipidy s přítomností malého množství vody. Lipidová matrix podle některých zdrojů tvoří až 20 % celkového objemu této vrstvy (Hrabálek & Vávrová, 2006). Zatímco korneocyty jsou považovány za spíše hydrofilní (schopné vázat vodu nebo se v ní rozpouštět) a částečně lipofilní (rozpustné či mající afinitu k tukům) prostředí, lipidová matrix má převážně lipofilní charakter. Mezibuněčná hmota zároveň obsahuje malé množství vody, které má naopak lipofóbní (opak lipofily) charakter. Bariérová funkce stratum corneum závisí právě na dříve zmíněné struktuře a fyzikálně-chemických vlastnostech jednotlivých složek (Amagai & Kubo, 2019). Z hlediska dermální absorpce je celá stratum corneum považována za samostatnou specifickou biologickou membránu s určitým stupněm amfifily, jež poskytuje omezenou ochranu proti lipofilním i hydrofilním penetrantům (Chilcott, 2007). Pro lepší představu je tato ultrastruktura přirovnávána k modelu „cihel a malty“ tvořících stavební zeď, kde korneocyty představují ony „cihly“ a lipidová matrix představuje „maltu“ vyplňující mezibuněčné prostory. (Michaels, Chandrasekaran, & Shaw, 1975). Tento model je užitečným nástrojem právě při popisování pronikání chemikálií přes kůži, přesněji při určování transportních cest nespecifikovaného penetrantu.

Skrze zdravou a neporušenou kůži se v zásadě může chemikálie absorbovat dvěma hlavními transportními cestami. V prvním případě jde o transport chemikálie přes biologickou



membránu stratum corneum. Tento způsob se nazývá *transepidermální* transport (viz Obrázek 2) a chemikálie musí difundovat buďto zdlouhavější klikatou mikrocestou lipidové „malty“ mezi jednotlivými korneocyty (jde o cestu intercelulární), nebo difunduje rovnoměrně celistvou vrstvou jak korneocyty, tak i lipidovou matrix (cesta transcelulární). Ve většině případů však látka prochází spíše intercelulární cestou transportu než cestou transcelulární (Borská, Fiala, & Kotingová, 2009). Druhý potenciální způsob absorpce využívá „bočních cest“ a spočívá v penetraci chemické látky skrze folikuly vlasů do mazových žláz nebo přes potní žlázy. Pro většinu toxikologů je transport skrze „boční cesty“ málo významný, a to proto, že povrchová adnexální plocha (cca 0,1 %) tvoří pouze malý zlomek celkové plochy kožního povrchu, který je k dispozici pro absorpci (Mauro & Rice, 2008).



Obrázek 2. Možné cesty transdermálního transportu

Převzato z anglického originálu (Bronaugh & Maibach, 1991)

Po překonání stratum corneum je difuze pro většinu chemických látek přes ostatní vnitřní vrstvy epidermis znatelně rychlejší (Eaton, Gallagher, & Vandivort, 2018). Dle názoru toxikologů jsou níže uložené zárodečné vrstvy pokožky špatnými chemickými bariérami pro toxické látky, a to z důvodu snadného difundování hydrofilních látek do bariér, jež na sebe váží značné množství intracelulární vody a v případě hydrofobních látek se mohou ukládat v buněčných membránách a skrze ně dosáhnout silně prokrvovaných částí dermis a později se dostat i do krevního oběhu (Roberts & Salminen, 2000).

Pronikání chemických látek do organismu usnadňuje velký rozdíl koncentrace mezi vnějším a vnitřním prostředím (Patočka, 2004) a transport tak v transepidermálním prostoru probíhá procesem pasivní difúze (při tomto ději není spotřebovávána žádná energie). Přitom se tak děje bez jakéhokoliv důkazu přítomnosti procesu aktivní difúze (Roberts & Salminen, 2000). Jedná se tedy o děj probíhající ve směru koncentračního spádu, hnací silou prostupu molekuly chemikálie membránou je v tomto případě koncentrační rozdíl na obou stranách membrány (snaha o dosažení rovnováhy systému). Difúze chemikálií přes biologickou membránu stratum corneum je ovlivněna čtyřmi základními faktory, a to difuzivitou chemikálie, koncentrací difundující chemikálie, rozpustností chemikálie v lipidové hmotě stratum corneum a tloušťkou membrány. Obecně se uvádí, že chemické látky o velikosti molekuly větší než 500 Da (dalton – unifikovaná atomová hmotnostní jednotka) jsou obtížně difundovány přes kožní vrstvu stratum corneum (Chilcott, 2007), zatímco sloučeniny s log  $K_{ow}$  (rozdělovací koeficient látky – závisí na okolních podmínkách jako je pH, teplota, iontová síla apod. – vysoká hodnota značí nízkou polaritu a lipofilní látky, nízká hodnota vysokou polaritu a hydrofilní látky) mezi 1 a 3 jsou kůží dobře absorbovány (Brain & Chilcott, 2008), (Benson, 2005). Dalším z důležitých faktorů ovlivňujících míru absorpce chemických látek je teplota. Je tomu tak především kvůli zvýšené difuzivitě a rozdělení sloučeniny, změně struktury stratum corneum a zvýšení průtoku krve v důsledku povrchové vazodilatace (Shahzad, Louw, Gerber, & du Plessis, 2015) způsobené zvýšenou teplotou. Je důležité zmínit, že velký rozdíl v difuzivitě látky činí také skupenství penetrantu, ve kterém se zrovna daná chemická látka nachází, ať už jde kontaminaci ve formě kapalné nebo ve formě par a plynů (Bronaugh & Maibach, 1991). V neposlední řadě bylo dokázáno, že u některých anatomických oblastí byl proces difúze značně rychlejší, a to podle klesající úrovně propustnosti v následujícím hierarchickém pořadí: chodila > dlaně > čelo > břicho (Blank & Scheuplein, 1971).

Na závěr tedy lze konstatovat, že ničím nechráněná kůže je i přes své unikátní vlastnosti nevýznamnou ochrannou bariérou vůči absorpci mnoha organických, ale i anorganických chemikálií. A to jak z hlediska látek majících hojně uplatnění v zemědělství, potravinářství, farmacii či v průmyslu (např. pesticidy, dioxiny, toxiny, kyanidy, silné kyseliny a zásady aj.), či z hlediska látek speciálně vyvinutým pro záměrnou vysokou perkutánní toxicitu (bojové chemické látky, jako např. nervově-paralytické, zpuchýřující apod.). Obzvláště senzitivní a přístupné lokace pro absorpci těchto látek představují místa se zvýšenou teplotou a vlhkou zapádkou pokožky (krk, podpaží a jiné kloubní jamky, podbřišek, genitálie, třísla apod.) i veškeré sliznice.

## 2.5 Vlastnosti vybraných nebezpečných chemických látek

Nebezpečnou chemickou látkou se rozumí taková látka nebo směs látek, která má jednu nebo více nebezpečných vlastností, které mohou být fyzikální, chemické, toxické či jiné povahy. Nebezpečné chemické látky a směsi jsou klasifikovány, dle zjištěných vlastností, do skupin nebezpečnosti, které jsou souhrnně uvedeny v zákoně č. 350/2011 Sb. (Zákon o chemických látkách a chemických směsích) (2011). Nejpravděpodobnějším výskytem těchto chemikálií se v poslední době stal chemický průmysl, zemědělský průmysl (pesticidy, herbicidy), lesnictví, farmaceutika, aj. K možnému úniku nebezpečných chemických látek může dojít prakticky kdekoli, ať už se jedná o stacionární (sklady, nádrže) nebo mobilní (dopravní prostředky převážející nebezpečné látky po silnicích, železnicích či na vodních tocích) zdroje chemikálií. Dále z různých důvodů jejich úniku, a to následkem působení člověka (havárie způsobená ve výrobě, při skladování či přepravě), vlivem přírodních účinků (povodeň, vítr, sesuv půdy apod.), při teroristickém útoku, či následkem války (Kroupa, 2004). Ke vzniku některých nebezpečných látek nastává také při požáru. K nejmožnějším střetům běžné populace, popř. členů IZS, však dochází při kontaktu se skupinou toxických látek vyráběných a následně používaných v průmyslu (pro tyto látky se vžil souborný název průmyslové toxické látky nebo průmyslové škodliviny). Je zřejmé, že takových látek existuje nezměrné množství a je mimo možnosti rozsahu této bakalářské práce je zde kompletně vyjmenovat a charakterizovat.

Nicméně z hlediska ochrany povrchu těla, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP) a mechanismu účinku jsou rozhodující zejména ty látky, které se vstřebávají nechráněnou pokožkou (tzn. působí perkutánně). Speciální skupinu látek tvoří toxické chemikálie, pro které se vžil název bojové chemické látky, z nichž se některé vyznačují svou vysokou perkutánní toxicitou a za tímto účelem jsou i nadále vyvíjeny. Velká část průmyslových toxických látek byla již v minulosti řazena právě do této skupiny, patří mezi ně např. chlór či fosgen.

V následujících podkapitolách jsou vyjmenovány nejvýznamnější perkutánně působící průmyslové toxické látky a krátce charakterizovány jejich vlastnosti, především však jejich specifická působnost na povrch těla a případný výskyt těchto látek. K přesnému výběru látek jsem využil současně webových stránek Hasičského záchranného sboru ČR (tabulka nejčastěji se vyskytujících nebezpečných látek na území Olomouckého kraje) spolu s metodou IAEA-TECDOC-727 i dalších odborných zdrojů. Metoda IAEA-TECDOC-727 je mezinárodní metodou zaměřenou na kvantitativní hodnocení zdrojů rizika z hlediska ohrožení života osob a příslušné relativní pravděpodobnosti, tím se stává vhodnou pro provozovatele s rozsáhlým

výrobním zařízením a pro analýzy zdrojů rizik na území správního celku (Mika, Analýza rizik průmyslových činností, 2002).

### **2.5.1 Chlór.**

Chlór je zkapalnělý nažloutlý dráždivý plyn (Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2020), vyznačující se svým štiplavým zápachem. Je pro zdraví akutně vysoce nebezpečný, v plynném skupenství má silný dráždivý účinek, způsobuje poleptání kůže (může docházet k tvorbě puchýřů), v kapalném skupenství (žlutozelená kapalina) může způsobit popáleniny, zničení tkáně a omrzliny (Středa, Brádka, & Bláhová, 2006). Primárně se však snáze do organismu absorbuje inhalací, kdy jeho páry silně dráždí dýchací cesty, nutí ke kašli, který přecházející i v záchvaty dušení a může dojít až k plicnímu otoku (edému). Chlór je těžší než vzduch, a proto se při jeho úniku šíří při zemi. Pro tyto vlastnosti byl v minulosti využíván jako dusivá bojová chemická látka

Používá se k úpravě pitné vody (plavecké bazény), jako dezinfekční prostředek, k výrobě rozpouštědel a PVC, či jako bělidlo textilií a celulózy (Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2020).

### **2.5.2 Amoniak.**

Amoniak (dříve nazývaný čpavek) je zkapalněný plyn s typickým dráždivým zápachem a je klasifikován jako toxický a nebezpečný pro životní prostředí. Jeho páry, stejně jako chlór, silně leptají kůži, dráždí dýchací cesty a může dojít k plicnímu edému. Kapalný amoniak způsobuje popálení kůže, omrzliny a poškození očí (Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2020). Jeho plynné skupenství je lehčí než vzduch, zkapalněný se při havárii chová jako plyn těžší než vzduch.

Nejčastěji se využívá v průmyslu jako chladicí médium (Mika & Patočka, 2007), dále např. na zimních stadionech nebo v potravinářském průmyslu, v chemickém průmyslu pak k výrobě kyseliny dusičné, dusíkatých hnojiv a herbicidů.

### **2.5.3 Chlorovodík.**

Jde o bezbarvý plyn, který je těžší než vzduch. V plynném skupenství je silně dráždivým pro kůži i pro oči, nosní sliznici a hrtan. V kapalném skupenství způsobuje poleptání očí a kůže (Středa, Brádka, & Bláhová, 2006).

Chlorovodík je podstatnou surovinou pro mnohé výrobky chemického průmyslu.

### **2.5.4 Fluorovodík.**

Taktéž nazývaný fluoran Jedná se o bezbarvý jedovatý plyn, ale může být taktéž ve zkapalněné formě nebo jako kyselina fluorovodíková rozpuštěný ve vodě, která se stává silně žíravým roztokem. Fluorovodík samotný je silně žíravý (v takovém měřítku, že leptá i sklo) a při styku s kůží nebo sliznicemi způsobuje velmi bolestivé, špatně se hojící rány (Vohlídal, Štulík, & Julák, 1999), popř. při delším působení popáleniny a kožní puchýřky. Do kůže se absorbuje poměrně dobře (avšak záleží na množství, času expozice a koncentraci), zde ničí kožní buňky (Centers for Disease Control and Prevention, 2018).

Využívá se k výrobě chladících prostředků – freonů, herbicidů, farmaceutik, ale zejména při výrobě hliníku a polymerů, např. teflonu.

### **2.5.5 Formaldehyd.**

Bezbarvý plyn se štiplavým pronikavým zápachem, který je klasifikován jako vysoce toxický. Mezi jeho vlastnosti patří těkavost a žíravost. Přes kůži se vstřebává jen slabě, způsobuje pálení očí a sliznic, svědění, záněty a přecitlivělost kůže, avšak do těla snadno vstupuje spíše přes plicní a trávicí ústrojí, které silně dráždí (World Health Organization, 2006). Formaldehyd je klasifikován jako prokázaný karcinogen pro člověka (International Agency for Research on Cancer, 2014).

Hlavní využití formaldehydu je v produkci fenolických, močovinových a melaminových pryskyřic, které mají široké uplatnění jako lepidla a tmely pro dřevěné produkty, papír, koberce atd. Dále jsou určeny k výrobě hnojiv, kosmetiky, tabáku a jako konzervační a dezinfekční prostředky.

### **2.5.6 Sirouhlík.**

Sirouhlík neboli sulfid uhličitý je bezbarvá těkavá kapalina s nasládlou vůní. Lze jej klasifikovat jako jedovatou hořlavinu. Při delším působení leptá kůži, ale především oči, a jeho páry způsobují pocit opilosti (narkotické účinky), bezvědomí a při delším působení zvýšené koncentrace i smrt.

Využívá se v gumárenském průmyslu k výrobě kaučuku nebo také jako rozpouštědlo pro mnohé anorganické i organické látky.

### **3 CÍL PRÁCE**

Cílem mé bakalářské práce je představit prostředky ochrany povrchu těla proti působení některých nebezpečných chemických látek a vymezit pojmy úzce spjaté s problematikou ochrany lidské kůže. Dílčím cílem je srovnání zásadních rozdílů mezi plynotěsnými a neplynotěsnými protichemickými ochrannými oděvy a srovnání výhod a nevýhod při jejich používání. Dále krátce prezentovat jednoho ze zástupců plynotěsných oděvů nejčastěji používaných členy HZS ČR.

## 4 METODIKA

Metoda zvolená k řešení problematiky mé bakalářské práce a práce samotná, by se dala nazvat heuristickou.

Svých znalostí z oblasti ochrany povrchu těla a nebezpečných chemických látek jsem využil ve svůj prospěch, a to k vytvoření nezbytné literární rešerše k vytvoření teoretické i praktické části bakalářské práce. Práce začíná poznatky vlastními i získanými z odborných zdrojů. Tyto informace jsou nezbytné pro uvedení čtenáře do dané problematiky a k jejímu pozdějšímu porozumění. V praktické části uvádím prostředky ochrany povrchu těla, které později analyzuji na základě jejich specifikací do jednotlivých skupin. V závěrečné části práce se věnuji dotazníku, který byl využit k potvrzení či doplnění uvedených tvrzení a informací, a to zejména z důvodu jeho primárního určení pro členy HZS ČR, majících osobní zkušenosti v této oblasti a vztah k dané problematice. Anketu jsem uveřejnil na sociálních sítích a zúčastnilo se jí 32 respondentů.



## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Prostředky ochrany povrchu těla

Jedno z obecných řešení, jak se chránit proti chemickým látkám, které se však ukázalo jako značně účinné, je omezení míry expozice osob na hygienicky přijatelnou míru kdykoliv je to možné. Toho můžeme docílit např. snížením koncentrace látek v okolním prostředí technickými prostředky, omezením počtu osob pracujících/zasahujících v kontaminovaném prostoru, omezením doby vystavení pracujících/zasahujících osob chemickým látkám apod. Avšak mohou nastat případy mimořádných událostí, u kterých nepostačují dostupná technická opatření k omezení nadměrné expozice chemické látky či počtu vystavených osob, pak musí být zaměstnancům či členům zasahujících záchranných složek poskytnuty osobní ochranné pracovní prostředky. Navíc, pokud jde o percutánně působící chemické látky (vstřebávající se kůží či sliznicí), musí být výše zmíněné osoby vybaveny vhodným osobním ochranným pracovním prostředkem, a to vždy (Česko, 2007). Povinnost každého zaměstnavatele v poskytování OOPP stanovuje nařízení vlády č. 495/2001 Sb. (2001), implementující na podmínky ČR Směrnici Rady 89/656/EHS. Tato směrnice od zaměstnavatele vyžaduje, aby před výběrem a aplikováním osobních ochranných prostředků provedl posouzení následujících okolností:

- analýzu a posouzení rizik, kterým nelze předejít v případě použití jiných prostředků,
- posouzení vlastností osobních ochranných prostředků dostupných na trhu,
- popis vlastností, které musí osobní ochranný prostředek mít, aby chránil před těmito riziky.

Očekávaným výsledkem provedené analýzy, posouzení a řízení rizik jako součásti celkového managementu rizik v rámci organizace či zřízení je pak zejména stanovení stupně a rozsahu ochrany, která se vyžaduje od osobního ochranného prostředku, jakož i stanovení druhu a požadované třídy ochrany pro jednotlivé části těla u osob, nakládajících s chemickými látkami a směsmi. Výsledek je brán v potaz s ohledem na parametry, jako je doba a míra expozice, okolní teplota a další pracovní podmínky, jako např. pracovní pozice, pracovní zatížení apod. Před stanovením jakýchkoliv kritérií je však nezbytné nejprve provést adekvátní sběr informací o dostupných prostředcích ochrany kůže, a to díky širokému spektru nabízených prostředků, které v současnosti nabízí globalizovaný trh. Tyto prostředky se rovněž mohou zásadně lišit svými technickými i jinými parametry.

Vzhledem k tomu, že v oblasti prostředků ochrany kůže existuje nejednotná terminologie, používaná jak v legislativě, tak v technických normách, které se vztahují k této problematice, je nutné vymezit, popř. specifikovat, určité pojmy. Hlavní příčinou nejednotnosti užívaných termínů je přejímání pojmů ze zahraničních zdrojů (zejména z angličtiny) a jejich následné „počešťování“, nebo případný doslovný překlad. Další z příčin je naopak používání tradičních, historicky zaběhnutých termínů či částečně odlišných názvů v rámci norem jednotlivých organizací a složek státu, související s určitými okolnostmi. Jako příklad lze uvést rozlišnosti mezi terminologií používanou v této oblasti příslušníky Armády České republiky a členů Hasičského záchranného sboru České republiky i dalšími složkami IZS ČR. Vzorovým příkladem je užívání výrazu v působnosti MO ČR – prostředek individuální ochrany (PIO) – místo pojmu osobní ochranné prostředky (OOP), ačkoliv se významově jedná o to samé.

Dle NV 21/2003 Sb., které však bylo roku 2018 zrušeno nařízením vlády NV 63/2018 Sb., se za osobní ochranný prostředek považuje jakékoliv zařízení či prostředek určený k nošení nebo držení jednotlivcem pro ochranu před jedním nebo více zdravotními a bezpečnostními riziky (Vojta & Rucký, 2006). Osobním ochranným prostředkem se také rozumí:

- technická sestava, tvořená několika výrobcem nedílně spojenými zařízeními nebo prostředky, pro ochranu jednotlivce proti jednomu nebo více potenciálně současně působícím rizikům,
- ochranné zařízení nebo prostředek spojený oddělitelně nebo neoddělitelně s osobní výstrojí bez ochranného účinku, nošenou nebo drženu jednotlivcem při provádění určité činnosti,
- vyměnitelná součástka osobního ochranného prostředku, která je nezbytná pro jeho bezchybnou funkci a je použita výhradně pro tento prostředek.

Stejně tak jakýkoliv systém uváděný na trh společně s osobním ochranným prostředkem určený pro připojení k jinému vnějšímu doplňkovému zařízení je považován za nedílnou část tohoto prostředku, a to i tehdy, jestliže tento systém není určen pro stálé nošení či držení uživatelem pro celou dobu, kdy je vystaven riziku (Česko, 2003). Lze tedy pojem osobní ochranný prostředek brát za obecný a zahrnuje tak všechny prostředky, které se užívají k ochraně osob jak při práci, tak i při ostatních činnostech vykonávaných např. v domácnosti, při rekreaci a sportu atd. (Vojta & Rucký, 2006).

Pojem osobní ochranný pracovní prostředek (dále jen OOPP) však vymezuje konkrétní prostředek, který chrání zaměstnance před riziky, nesmí ohrožovat jejich zdraví, nesmí bránit při výkonu práce a musí splňovat požadavky stanovené příslušným prováděcím předpisem (Česko, 2006). Rizikem se všeobecně rozumí pravděpodobnost výskytu konkrétní nežádoucí

události, při které vznikne nebezpečí (Český normalizační institut, 2005). Pojem zdravotní riziko není legislativně ani normativně upraven, ačkoliv vzhledem k navazující legislativě, vztahující se k toxickým a chemickým látkám a směsím, je zřejmé, že konkrétní zdravotní riziko představuje případné zasažení kůže, dýchacích orgánů a zažívacího ústrojí osob, nakládajících s těmito látkami a směsmi (Česko, 2003).

Samotným ochranným prostředkem, který je určen pro ochranu celého těla před chemickými látkami, je ve smyslu nařízení vlády č. 495/2001 Sb., příloha č.2, může být ochranný oděv (Česko, 2001), či každé zařízení nebo prostředek navržený tak, aby byl nošen nebo držen jednotlivcem pro ochranu před jedním nebo více zdravotními anebo bezpečnostními riziky (Matějka, 2012).

Dle ČSN 83 2719 se ochranným oděvem proti chemikáliím, či také protichemickým ochranným oděvem (CPC)<sup>1</sup>, rozumí kombinace oděvních součástí nošených k poskytování ochrany pokožky proti expozici nebo kontaktu s chemikáliemi (Český normalizační institut, 2006), přičemž oděvní součástí je jednotlivá část oděvu, které může být tvořena jednou nebo více vrstvami (Český normalizační institut, 2005). Obdobnou definici můžeme nalézt v Řádu chemické služby Hasičského záchranného sboru ČR, vycházejícího z výše uvedené technické normy. Avšak ČSN 83 2700 zavádí kromě běžně užívaného termínu „protichemický ochranný oděv“ i pojmy jako:

- Protichemický ochranný oblek – oděv nošený pro ochranu proti chemikáliím, pokrývající celé tělo nebo větší část těla, přičemž oděv může zahrnovat kombinované oděvní součásti pro poskytnutí ochrany těla (Český normalizační institut, 2005),
- Souprava protichemického ochranného obleku – kombinace protichemického ochranného oděvu s prostředkem na ochranu dýchacích orgánů uživatele, rukavicemi, obuví, sdělovacím systémem, chladičím zařízením nebo jejich kombinace (Český normalizační institut, 2005).

Přes tento zjevný částečný nesoulad v používané terminologii lze z výše uvedených definic usoudit, že termínem „protichemický ochranný oblek“ se myslí osobní ochranný prostředek určený k ochraně jednotlivce proti chemikáliím, pokrývající zejména trup, paže, případně i dolní končetiny uživatele, ať již ve formě kombinézy, blůzy či pláštěnky s kapucí. Dle mých osobních domněnek vznikla tato částečná nesourodnost v terminologii ne zcela výstižnými českými překlady anglických výrazů „clothing“, „suit“, „garment“ a „assemblage“,

---

<sup>1</sup> Zkratka CPC – Chemical Protective Clothing v překladu znamenající chemický, respektive protichemický ochranný oděv. Jde o běžně užívanou a hojně se vyskytující zkratku v zahraniční odborné literatuře.

tj. pojmů běžně užívaných v této souvislosti v zahraniční odborné literatuře. Pro tyto výrazy nebo k vyjádření jejich drobných významových odlišností má čeština velmi omezené výrazové prostředky. Prostředek na ochranu dýchacích cest uživatele (ochranná maska či autonomní dýchací přístroj), protichemické rukavice, protichemická obuv, popř. i další doplňky, tvoří součást soupravy obleku a jsou zpravidla dodávány kompletně pouze jedním výrobcem ochranných prostředků. Ve skutečnosti tomu tak však není, jelikož zatímco protichemickou ochrannou kombinézu, blůzu nebo pláštěnku lze běžně pořídit od jednoho konkrétního výrobce (prodejce), ochrannou masku, rukavice, obuv a další doplňky, tvořící určitou soustavu, dodávají převážně jiní, další výrobci.

Pojem „protichemický ochranný oděv“, který je z hlediska odborné literatury i souvisejících legislativ nejvyužívanější, lze tedy do jisté míry chápat jako pojem nadřazený a komplexní. Z hlediska dodržování principů BOZP a celkové integrity ochrany proti NCHL a směsím se automaticky předpokládá, že dotyčná osoba či zaměstnanec, který nakládá s těmito látkami nebo se pohybuje v prostředí kontaminovaném těmito látkami, bude, vyjma příslušného prostředku k ochraně trupu, paží a dolních končetin, taktéž vybaven i adekvátními prostředky pro ochranu dýchacích cest, protichemickými rukavicemi a obuví, a to v závislosti na povaze prováděné činnosti a druhu kontaminace. Mimo jiné má z hlediska obecných principů BOZP ochrana dýchacích orgánů vždy přednost před ochranou kůže (je tomu tak vzhledem k vyšší nebezpečnosti cesty vstupu škodliviny do organismu a následnému, obvykle rychlejšímu a dramatičtějšímu, rozvoji toxického účinku). Avšak k zabezpečení celkové integrity příslušného oděvu je nezbytně nutné poznamenat, že dotyčné prostředky ochrany dýchacích orgánů, ochrany rukou a nohou, jakož i případné další doplňky tvoří celkovou sestavu a musí být plně kompatibilní (Český normalizační institut, 2006).

## **5.2 Klasifikace a rozdělení protichemických oděvů**

Na základě vlastních poznatků i poznatků více autorů tuzemské i zahraniční odborné literatury lze POO klasifikovat na:

- třídy provedení oděvu (performance),
- plynotěsné POO,
- neplynotěsné POO.

Protichemické ochranné oděvy lze také rozdělit podle řady různých kritérií a specifík, kterými jsou:

- tvar a střih (design) oděvu

- stupeň plynůstnosti
- stupeň hermetičnosti
- způsob ventilace
- stupeň prodyšnosti
- opakovatelnost použití
- princip působení ochranné bariéry oděvu
- sféra použití oděvu

### **5.2.1 Klasifikace dle třídy provedení (performance).**

Klasifikace POO podle úrovně provedení (performance) je často označována za rozhodující kritérium při jejich správném výběru. Klasifikace udává obecný stupeň ochrany, který má oděv poskytovat, popř. poukazuje na konkrétnější oblast nebo specifika jeho užívání (např. oděv, určený zejména pro záchranné jednotky). K prokázání klasifikace musí protichemický ochranný oděv podstoupit řadu skutečných testování a hodnocení prostřednictvím standardizovaných testů podle příslušných českých a evropských technických norem, které se vztahují k danému oděvu, především k jeho požadovanému výkonu a stupni poskytované ochrany. Zmíněné testy obsahují jak hodnocení chemické odolnosti ochranných materiálů oděvu proti permeaci, penetraci i degradaci materiálu, tak rovněž zahrnují hodnocení mechanických vlastností oděvů (odolnost materiálů proti mechanickému poškození, jako je propíchnutí a prořezání, pevnost švů, spojů, upínadel a uzávěrů, plynůstnost oděvu ověřovanou vnitřním přetlakem, elektrostatické vlastnosti aj.), prostřednictvím nedestruktivních i destruktivních zkoušek, uskutečňovaných na určených specializovaných pracovištích.

ECOPROTECT, spol. s r.o. Zlín

**TLAKOVÁ ZKOUŠKA**  
**ochranného protichemického oděvu OPCH-90 PO**

Výrobní číslo oděvu: 337-03

Zjištěná hodnota tlaku: 156 kPa

Plnění předpisu zkoušky:  splňuje  nesplňuje

Charakter opravy: —

Hodnota tlaku po opravě: —

**Oděv splňuje podmínky tlakové zkoušky**

Tlaková zkouška provedena dne: [REDAKCE]

Zkoušku provedl: [REDAKCE]

**ECOPROTECT**  
spol. s r.o.  
763 02 ZLÍN, Cesták 1272  
tel. 577 211 485  
**razítko a podpis**

Obrázek 3. Příklad evidenčního listu tlakové zkoušky oděvu OPCH-90 PO

Na základě testů jsou POO následně rozděleny podle jednotlivých tříd provedení. Třídou se rozumí číslo určující jednotlivou kategorii nebo rozsah provedení, podle kterého jsou výsledky zkoušek odstupňovány (Český normalizační institut, 2014). Klasifikaci protichemických ochranných oděvů podle tříd provedení, včetně jejich stručného charakterizování uvádí Tabulka 1.

Tabulka 1

Klasifikace POO podle úrovně (třídy) provedení

Třída		Stručná charakteristika		Třídící znak (technická norma)
1	a b c	Plynotěsné oděvy	Oděvy chránící proti nebezpečným pevným, kapalným i plyným chemikáliím, včetně kapalných a pevných aerosolů	ČSN EN 943-1 +A1 83 2726
			Oděvy s dýchacím přístrojem pod oděvem	
			Oděvy s dýchacím přístrojem mimo oděv	
			Oděvy s vnitřním přetlakem (ventilované)	
2	Neplynotěsné oděvy	Ne Plynotěsné oděvy s dýchatelným vzduchem vytvářející přetlak	ČSN EN 943-1 +A1 83 2726	
3		Oděvy nepropustné proti kapalinám (kapalinotěsné oděvy)	ČSN EN 14605 +A1 83 2721	
4		Oděvy nepropustné proti postřiku ve formě spreje		

5	Oděvy pro použití proti pevným částicím chemikálií	ČSN EN ISO 13982-1 83 2727
6	Oděvy s omezenou ochranou proti kapalným chemikáliím	ČSN EN 13034 +A1 83 2722

V rámci ČR zajišťuje tzv. ověřování shody OOPP a také zkoušky a certifikaci výrobků Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., a to prostřednictvím tzv. oznámených subjektů, ve smyslu Nařízení EP a Rady (Evropské unie) 2016/425.

Je nutné zmínit, že výše uvedené klasifikace poskytují jen obecný přehled, přičemž až na výjimky (oděvy typu 1a a 1b) neuvádějí celkový požadovaný stupeň ochrany uživatele z hlediska možných rizik při kombinaci různých protichemických ochranných oděvů s příslušnými prostředky ochrany dýchacích cest ani v kombinaci s dalšími nezbytnými oděvními součástmi, jako je ochrana rukou a nohou. Další možnou překážkou při výběru je fakt, že přesné specifikace POO, včetně požadavků na jejich provedení, jsou ve většině případů součástí příslušných českých a evropských technických norem, které jsou vesměs zpoplatněné.

### 5.2.2 Plynotěsné protichemické ochranné oděvy.

Jak je z výše uvedeného patrné (viz. Tabulka 1), protichemické ochranné oděvy typu 1 jsou plynotěsné. Za plynotěsné POO lze považovat pouze ty, které splňují podmínky standardní zkoušky těsnosti vnitřním přetlakem podle příslušné české a evropské technické normy (Český normalizační institut, 1996). Kromě toho je příslušnou normou (ČSN 83 2700) plynotěsný oblek definován jako jednodílná oděvní součást s kapucí, rukavicemi a botami, která při nasazení spolu s izolačním dýchacím přístrojem nebo dýchacím přístrojem s dálkovým přívodem vzduchu zajišťuje uživateli vysoký stupeň ochrany proti kontaminaci kapalnými látkami, pevnými částicemi a plyny či parami (Český normalizační institut, 2005). Právě použití vhodných ochranných prostředků dýchacích orgánů společně s PPOO zajišťuje celkovou izolaci těla uživatele od okolního prostředí (Vojta & Rucký, 2006).

Oděvy typu 1a jsou plynotěsnými protichemickými ochrannými oděvy (PPOO) s přívodem dýchatelného vzduchu nezávislým na okolním ovzduší (jde např. o autonomní dýchací přístroj s tlakovým vzduchem s otevřeným okruhem, nošeným uvnitř POO). Třída 1b pak zahrnuje všechny PPOO s přívodem dýchatelného vzduchu (opět např. autonomní dýchací přístroj s tlakovým vzduchem s otevřeným okruhem), avšak zásobník dýchatelného vzduchu je nošen na vnější straně POO. PPOO s dýchatelným vzduchem vytvářející přetlak (a to např.

přívodem vzduchu potrubím nebo hadicí), jež nemají takové hojné terénní využití jako předešlé dvě třídy, spadají do třídy typu 1c (Matějka, 2012). Dle výsledků hromadného sběru dat z přelomu let 2008 a 2009 je u HZS krajů České republiky nejzastoupenější skupinou oděvů třída typu 1, a to v počtu cca 2000 kusů, z toho typ 1b a 1c nejsou zastoupeny prakticky vůbec.

Díky svým vlastnostem jsou tyto oděvy obecně určeny k ochraně proti vyššímu stupni rizika, jako je např.: nedostatek kyslíku v dýchatelném vzduchu, neznámý druh či koncentrace chemické látky, vysoký stupeň kontaminace ve formě kapalin a aerosolů apod. Nebo jsou využity v případech, kdy je vyžadována buďto úplná hermetizace, anebo v případech, kdy se předpokládá dlouhodobější činnost uživatele v těchto prostředcích. Podobnými atributy disponují i oděvy třídy 2, avšak nejsou, na rozdíl od třídy 1, plynotěsné. Výhodou těchto oděvů je tedy jejich vyšší ochranná schopnost. K dosažení tohoto aspektu musí být oděvy vyrobeny z kvalitnějších, chemicky i mechanicky odolnějších materiálů. Tento fakt s sebou nese možnost zpětné dekontaminace po případné kontaminaci chemickou látkou, a to ať již v plynném či kapalném stavu, přičemž oděv bude i nadále garantovat přijatelnou míru účinnosti. S tím souvisí fakt, že i náklady spojené s udržováním jejich provozuschopnosti, včetně možnosti drobných oprav (opravné sady jsou zpravidla součástí dodaného balení s POO), jsou z ekonomického hlediska přijatelné.

Za nevýhodu obleků třídy 1 lze označit vyšší pořizovací ceny ve srovnání s ostatními, malý výhled při prováděné činnosti, velký objem oděvu, snížený volný pohyb, a to obzvláště ve stísněných prostorech, špatná manipulace s okolními předměty (např. s izolačními dýchacími přístroji). V neposlední řadě sem patří i jejich neschopnost odvádět teplo a vlhko vytvořené uvnitř oděvu uživatelem skrze ochrannou bariéru, poskytují tak nejnižší tepelný komfort při práci za vyšších teplot venkovního prostředí nebo při zvýšené fyzické zátěži.

### **5.2.3 Neplynotěsné protichemické ochranné oděvy.**

Protichemické ochranné oděvy nesplňující podmínky standardizované zkoušky těsnosti vnitřním přtlakem podle příslušné české a evropské technické normy nelze považovat za plynotěsné (Český normalizační institut, 1996). Jedná se o protichemické oděvy třídy 2 až 6.

POO třídy 2 je neplynotěsný protichemický ochranný oděv, který není plynotěsný a uvnitř oděvu je vytvořen přtlak dýchatelným vzduchem. Je ve srovnání s ostatními typy neplynotěsných oděvů obecně určen k ochraně proti vyššímu stupni rizika (např. nedostatku kyslíku v dýchatelném vzduchu, vysokému stupni kontaminace ve formě kapalin a aerosolů apod.). Za kapalinotěsné oděvy jsou považovány POO třídy 3 a jsou ochrannými oděvy



určenými pro ochranu celého těla, se spojením nepropustným proti postříku mezi různými částmi samotného oděvu. Ve zkratce jde o oděv nepropustný proti kapalinám. Oděv těsný proti postříku je POO typu 4 a slouží k ochraně celého těla, disponuje spoji nepropustnými proti postříku ve formě spreje mezi různými částmi oděvu (oděv nepropustný proti postříku ve formě spreje). Oděvy typu 5 jsou prachotěsnými oděvy. Jedná se o ochranné oděvy pro ochranu proti aerosolům suchých jemných prachů. Posledním typem POO jsou oděvy typu 6, které jsou klasifikovány jako omezeně těsné proti postříku. Princip těchto ochranných oděvů spočívá v ochraně proti chemikáliím (jako jsou lehké postříky a kapalně aerosoly s nízkým tlakem), ale pouze v případě omezeného použití a omezeného opakovaného použití (Matějka, 2012). Z již zmíněné analýzy dat z přelomu let 2008 a 2009 nejsou u HZS krajů České republiky POO typu 2 zastoupeny prakticky vůbec, typy 3 a 4 jsou zastoupeny prostřednictvím jednorázových POO a typ 5 je zastoupen jen velmi málo.

Jak je již patrné, skupina těchto oděvů poskytuje pouze omezenou úroveň ochrany ve srovnání s PPOO. Značnou nevýhodou neplynotěsných POO je jejich krátká životnost nebo v případě některých typů dokonce jednorázové použití. Příčinou je nemožnost je zpětně dekontaminovat či adekvátně vyčistit, dlouhodobě udržovat a vrátit je zpět do provozu, nebo je z ekonomického hlediska dávána přednost jejich likvidaci před péčí a údržbou. Jsou také vyrobeny z levnějších materiálů, které mnohem rychleji podléhají opotřebení, popř. jsou náchylnější k mechanickému poškození při jejich využití k výkonu činnosti. Tento fakt je však vykoupen značně nižší pořizovací cenou oděvů.

#### **5.2.4 Rozdělení oděvů podle tvaru a střihu.**

Designové rozdělení zpravidla odráží, jak je daný protichemický ochranný oděv nebo jeho oděvní součást konfigurována, zdali chrání většinu povrchu těla uživatele nebo jen jeho části. Tato klasifikace je také dobrým ukazatelem specifčnosti konstrukčních prvků, rozlišujících jednotlivé oděvy zdánlivě podobného typu. Například hermetické, přetlakové protichemické oděvy, chránící kompletně celé tělo i dýchací ústrojí uživatele a které také poskytují nejvyšší možný stupeň ochrany, jsou konfigurovány konstrukčně zcela odlišně, v porovnání s ochrannými oděvy určenými primárně proti postříku chemikáliemi. Stejně tak i některé prvky protichemických ochranných oděvů mohou v různých částech nabízet různou úroveň ochrany před riziky. Jako příklad lze uvést ochranné zástěry (chaláty), tvořené textilií potaženou vhodným polymerem ve své přední části. Zástěra tak může zajistit ochranu předního trupu uživatele před možným potřísněním kapalnou chemikálií, na rozdíl od nepotažené textilní

části stejného oblečení, která nemusí nabízet žádnou nebo jen omezenou ochranu. Zdánlivé pokrytí konkrétní oblasti těla protichemickým ochranným oděvem nebo příslušnou oděvní součástí totiž ještě samo o sobě nezaručuje ochranu této oblasti těla, a to ze výše zmíněných důvodů (Stull, 2005). Designové provedení oděvu čili jeho tvar a střih, by také mělo zajistit setrvání oděvních částí na místě po předvídatelnou dobu používání, přičemž je důležité vzít v potaz okolní faktory související s pohyby či pozicemi, které by mohl uživatel během svého výkonu práce nebo jiné činnosti zaujmout, a to i v návaznosti na velikost oděvu při jeho předchozím výběru (Český normalizační institut, 2014). Vzhledem ke značné variabilitě provedení a mnoha modifikacím, dostupným na současném trhu, není následující výčet úplný. Tabulka 2 uvádí alespoň základní přehled tvarů a střihů protichemických ochranných oděvů.

Tabulka 2

*Přehled protichemických ochranných oděvů dle jejich tvarů a střihů*

Oblast těla	Tvar a střih (design)
Celé tělo	Jednodílná ochranná kombinéza s integrovanou kapucí s hledím
	Jednodílná ochranná kombinéza s integrovanou kapucí
	Dvoudílný ochranný oděv (blůza s integrovanou kapucí a kalhoty)
Vrchní část trupu a paže	Ochranná pláštěnka s rukávy
	Ochranný plášť s rukávy
	Blůza s integrovanou kapucí
Dolní část trupu a nohy	Ochranné kalhoty
Přední část trupu a paže	Ochranná zástěra (chalát) s rukávy
Přední část trupu	Ochranná zástěra (chalát) bez rukávů
Hlava a obličej	Ochranná kapuce s integrovaným hledím
Hlava	Ochranná kapuce
Nohy	Ochranné holínky
	Ochranné boty (kotníkové)
	Ochranné přezůvky
Paže	Ochranné návleky
Zápěstí a dlaně	Ochranné rukavice (pětiprsté)
	Ochranné rukavice (palcové)

### **5.2.5 Rozdělení podle stupně plynotěsnosti.**

Z Tabulky 2 je patrné, že POO se rozdělují na dva základní typy, a to na plynotěsné a neplynotěsné.

Jak již bylo dříve zmíněno, protichemické oděvy lze považovat za plynotěsné, splňují-li podmínky standartní zkoušky těsnosti vnitřním přetlakem podle příslušných technických norem. Protichemické ochranné oděvy nespĺňující tyto podmínky nelze považovat za plynotěsné.

### **5.2.6 Rozdělení podle stupně hermetičnosti.**

Ačkoliv české a evropské technické normy nezahrnují adekvátní termíny pro takovéto rozdělení, v některé domácí i evropské odborné literatuře věnující se problematice protichemických ochranných oděvů se s ním lze setkat. S touto klasifikací jsou blíže spjaty především standarty definovány Správou bezpečnosti práce a ochrany zdraví USA a rozdělují POO navíc na hermetické a nehermetické.

Hermetickým protichemickým oděvem se rozumí celotělový oděv, který je vyroben z ochranných oděvních materiálů, kryjících trup, hlavu, paže, nohy, a je tvořen i prostředkem ochrany dýchacích cest uživatele (jakýkoliv typ prostředků ochrany těsně přiléhající k dýchacím cestám, včetně autonomních dýchacích přístrojů). Oděv může zakrývat ruce a nohy uživatele pevně připojenými rukavicemi a botami a musí být schopen uživatele kompletně izolovat od okolního prostředí (Occupational Safety and Health Administration, 2020). Hermetický oblek tak „zapouzdřuje“ uživatele a zanechává nulové nebo velmi omezené cesty pro vstup chemické látky dovnitř obleku a tím pádem i možnému kontaktu s uživatelem. Z výše uvedených faktů vyplývá, že se jedná o jednodílný přetlakový POO (kombinězu) s integrovanou kapucí a hledím, který je vyroben z polymerních materiálů a poskytuje nejvyšší stupeň ochrany proti kapalným i plynným chemikáliím včetně kapalných aerosolů a pevných částic. Toto provedení musí navíc umožňovat buďto nošení autonomního dýchacího přístroje se zásobou dýchatelného vzduchu pod oděvem, nebo připojení oděvu k externímu zdroji čistého vzduchu. Ačkoliv se to tak na první pohled nevypadá, pojmy hermetický a plynotěsný POO jsou dva rozdílné pojmy a často bývají mylně uváděny v některé, často i odborné, literatuře jako totožné. Je tomu tak z důvodu nemožnosti použít ochrannou masku, vybavenou ochrannými filtry, byť by byla připojená na ventilační jednotku s tzv. nuceným oběhem. Celý komplet by jako takový poté nespĺňoval požadavky na hermetičnost.

Jedinými plynotěsnými ochrannými oděvy, které splňují požadavky českých a evropských technických norem, jsou oděvy typu 1a-ET (určené speciálně pro záchranné jednotky) a plynotěsný „hadicový“ ochranný oděv typu 1c.

### 5.2.7 Rozdělení podle způsobu ventilace.

Z hlediska způsobu přívodu dýchatelného vzduchu a ventilace se POO obecně dělí na ventilované a neventilované. Způsob ventilace oděvů zpravidla kombinuje několik ochranných aspektů. Těmito vlastnostmi se rozumí:

- ochrana dýchacích cest,
- udržování stálého mírného přetlaku uvnitř oděvu oproti běžným hodnotám atmosférického tlaku v okolním prostředí (zabraňuje vniknutí, a to zejména par a plynů NCHL, do pododěvní části),
- provětrávání pododěvní části (zvyšuje celkový tepelný komfort uživatele při dlouhodobější činnosti),
- snížení dýchacího odporu ochranné masky (v případě, že je součástí kompletu)

Za ventilované POO lze považovat pouze oděvy typu 1c a 2, splňující podmínky určené ČSN EN 943-1. Oděvy typu 1c jsou zpravidla tvořeny jednodílnou plně hermetickou kombinézou s kapucí a integrovaným hledím, přičemž kapuce je většinou nedílně spojena s hrudní částí kombinézy pomocí plynotěsného zipu a umožňuje dlouhodobější expozici uživatele kontaminovanému prostředí, a to bez nutnosti použití jakéhokoliv z prostředků ochrany dýchacího ústrojí. Oděvy třídy 2 mohou být konstruovány jako nehermetické, neplynotěsné, avšak ventilované. Zpravidla vyžadují paralelní používání příslušných prostředků ochrany dýchacích orgánů uživatelem v rámci kompletu.

Přívod čistého vzduchu do oděvu je obvykle řešen těmito technickými prostředky:

- Z externího zdroje za pomoci nízkotlaké hadice (hadicový dýchací přístroj s přívodem čistého či přetlakového vzduchu), vzduch je vháněn prostřednictvím kompresoru nebo ventilátoru s motorovým pohonem (tzv. nucený přívod vzduchu) v rámci centrálního rozvodu vzduchu v místnosti. Oděv je k připojení ke zdroji vybaven rychlospojkou, umístěnou zpravidla na boku nebo zadní části oděvu, a také regulačním ventilem určeným k seřízení intenzity ventilace a vnitřního přetlaku. Tento typ nachází větší využití ve specializovaných zdravotnických zařízeních (ochrana proti vysoce infekčním biologickým látkám).

- Prostřednictvím filtračně-ventilačních jednotek nošených uživateli pod oděvem. Filtraci vzduchu z okolního prostředí zajišťuje příslušný počet protiplynových, popř. kombinovaných filtrů, spojených závití s ventilační částí jednotky. Jsou vždy vyvedeny vně oděvu. Ventilační část je většinou poháněná mikromotorem s bateriovým napájením. Pomocí distribučního zařízení je příslušný objem filtrovaného vzduchu dodáván jak k dýchacím orgánům uživatele přes ochrannou kapuci, tak i do pododěvní části k provětrávání obleku. Filtračně-ventilační jednotka umožňuje nastavení intenzity ventilace a je vybavena výstražným akustickým zařízením, indikujícím vyčerpanost baterie a zanesení filtrů.
- Pomocí filtračně-ventilační jednotky nošené mimo oděv přivádějící filtrovaný vzduch do licnicové části obličejové masky a pododěvní části kombinézy. Princip ventilace je totožný s předchozím typem oděvu.

Odvod vzduchu z pododěvní části je regulován systémem tzv. přtlakových ventilů, integrovaných přímo do kombinézy.

### 5.2.8 Rozdělení podle stupně prodyšnosti.

Z hlediska stupně prodyšnosti a tepelného komfortu uživatele se POO, respektive materiály určené pro jejich výrobu, dělí na prodyšné, selektivně prodyšné a neprodyšné. Toto kritérium má zásadní význam při výběru správného druhu oděvu z hlediska očekávaného tepelného komfortu a fyziologické zátěže při práci, avšak po předcházející analýze míry rizika v důsledku expozice pevnými, kapalnými či plynými chemikáliemi (a to včetně kapalných a pevných aerosolů).

Prodyšné POO jsou vyráběny z ochranných materiálů, umožňujících „dýchatelnost oděvu“, tzn. že umožňují přestup tepla a vlhkosti přes bariéru a později i z pododěvní části oděvu. Zároveň však poskytují požadovaný stupeň ochrany uživatele proti NCHL v plynné podobě i proti parám. Vzhledem k poměrně nízkému tepelnému odporu materiálu poskytuje oděv velmi dobrý tepelný komfort pro uživatele, a to i za vyšších teplot venkovního prostředí a zvýšené fyzické zátěži. Značným protikladem těchto oděvů je jejich omezený stupeň ochrany proti NCHL (včetně aerosolů), který je ve většině případů žádoucí. Díky svému značnému využití jednotkami AČR se na tento typ POO vztahují speciální vojenské normy (mimo některé výjimky, na které se vztahují i běžné české a evropské technické normy).

Selektivně prodyšné protichemické ochranné oděvy jsou poměrně novým trendem v oblasti POO, ačkoliv se tyto oděvy začaly poprvé objevovat na trhu již před desetiletím.

Princip těchto oděvů spočívá v kombinaci dvou odlišně selektivně propustných membrán, vyznačujících se rozdílnou pórovitostí (Mao, 2014). Tento typ materiálu umožňuje současně přestup tepla a vlhkosti z pododěvní části oděvu spolu s poskytováním poměrně vysokého stupně ochrany uživatele oděvu proti nebezpečným chemikáliím jakéhokoliv skupenství. Dosavadní využití je vzhledem k jejich vysoké pořizovací ceně, omezenému exportu a importu, a zařazením do kategorie vojenských materiálů (podléhá pravidlům obchodování s vojenskými materiály) spíše doménou speciálních složek armády a policie.

Neprodyšné chemické ochranné oděvy, vyráběné zpravidla z izolačních polymerních materiálů, dosahujících vzhledem k úrovni jejich provedení těch nejvyšších možných stupňů ochrany uživatele, nejsou schopny odvádět teplo i vlhkost, které se tvoří uvnitř oděvu. Poskytují tak uživateli nejnižší tepelný komfort a s tím spojené problémy (jako je např. nadměrné mlžení a orosení zorníku či dokonce nebezpečí přehřátí organismu) (Patočka, 2004).

### **5.2.9 Rozdělení podle opakovatelnosti použití.**

Možnost opakovatelného použití POO je dána několika faktory. Mezi ty rozhodující patří především možnost zpětné dekontaminace (odmoření) materiálu oděvů, mechanická odolnost proti protržení, propíchnutí a jinému poškození, jakož i hygienické aspekty související s opakovaným použitím. Souhrnně lze tyto faktory nazvat životností oděvu. Ta odráží skutečnou životnost výrobku (ne však tu stanovenou výrobcem) spolu s očekávanou životností uživatelem. Výrobci POO bohužel ne vždy specifikují životnost zcela přesně a nemusí také udávat podmínky řádného vyřazení oděvu z provozu. Se životností se také pojí omezená doba skladovatelnosti (maximální možná doba bezpečného a garantovaného skladování výrobku před jeho expirací), a to především vlivem působení tepla, světla, vzdušné vlhkosti, degradace materiálu apod. Součástí životnosti POO jsou tři faktory:

- Použitelnost – doba, po kterou oděv udržuje svoji účinnost (nedojde k žádným nežádoucím fyzickým změnám, jako je vznik trhlin, poškození švů a stehů, poškození uzavíracích systémů atd.) vzhledem k jeho frekvenci využití, době skladování oděvu a s tím spojené péči a údržbě
- Provozní schopnost – schopnost oděvu, plnit požadovanou a očekávanou funkci po předchozím použití, s tím související případné dekontaminaci (pokud je úplná dekontaminace možná) a drobných opravách (a to ať už samostatně nebo za odborné dopomoci)

- Náklady životního cyklu – životnímu cyklu se rozumí jako všem aspektům spojeným s výběrem, použitím, péčí a údržbou až do úplného vyřazení oděvu. S těmito specifiky jsou úzce spjaty náklady životního cyklu POO. Ty představují součet všech nákladů souvisejících s pořízením jediného kompletu (pořizovací cena oděvu, náklady na pravidelné kontroly a revize, náklady na pracovní výkony personálu uživatele v souvislosti s pořizováním a skladováním oděvu atd.)

Ekonomickou stránkou opakovatelnosti chápeme jako součet pořizovací ceny oděvu a pozdějších nákladů životního cyklu při jeho využívání. Podle těchto aspektů lze rozdělit POO na jednorázové a opakovatelně použitelné.

Jednorázové protichemické oděvy tvoří převážně ty výrobky, které jsou relativně levné, a to právě z hlediska nemožnosti jejich zpětné dekontaminace či adekvátního vyčištění, údržby a vrácení do provozu. V takovýchto případech je zpravidla ekonomicky výhodnější jejich likvidace než poskytování péče a údržby a po využití se likvidují jako nebezpečný odpad (Matějka, 2012).

Opakovatelně použitelné oděvy jsou většinou vyráběny z kvalitnějších, chemicky i mechanicky odolnějších materiálů, avšak lze předpokládat vyšší náklady na jejich pořízení. Náklady na udržování jejich provozuschopnosti, včetně možnosti drobných oprav, jsou z ekonomického hlediska přijatelné. Po dekontaminaci je lze opětovně použít, přičemž oděv stále disponuje adekvátní mírou účinnosti.

### **5.2.10 Rozdělení podle principu působnosti ochranné bariéry.**

V současnosti jsou v zásadě známy dva rozdílné typy POO, lišící se použitým materiálem k výrobě jejich ochranné bariéry proti působení chemikálií. Na základě použitého materiálu lze rozdělit ochranné oděvy do dvou skupin, a to na POO izolačního typu a POO (ad)sorpčního typu (v literatuře se lze setkat s pojmy sorpční i adsorpční typ, avšak v některé odborné literatuře jsou mylně označovány souhrnným názvem jako „filtrační ochranný oděv“ – tento termín není zcela adekvátním, protože filtrace je na rozdíl od sorpce založena na odlišných fyzikálních principech).

Ochranná bariéra izolačního typu protichemických oděvů je zpravidla tvořena vhodnými polymerními materiály na bázi elastomerů, případně termoplastů (a to jak ve formě specializovaných fólií, laminovaných plastů, syntetických vláken, tak i mikroporézních filmů). Průnik chemické látky skrze ochrannou bariéru je možný pouze v případech její penetrace prostřednictvím trhlin, mikro otvorů, či jiných mechanických poškození a vad materiálů.

POO spolu s ochrannou bariérou na bázi polymerních materiálů poskytují doposud nejvyšší možnou úroveň ochrany uživatele.

Funkci ochranné bariéry u POO (ad)sorpčního typu garantují vhodné sorpční materiály, jejichž součástí jsou ve většině případů speciálně upravené a sféricky tvarované mikro granule aktivního uhlí. Umožňují tak ochranu proti chemikáliím na principu fyzikální adsorpce a chemisorpce. Zásadní nevýhodou ochranné bariéry tohoto typu je poskytování pouze omezené ochrany uživatele proti chemickým látkám v kapalném skupenství.

### **5.2.11 Rozdělení podle sféry použití oděvu.**

S klasifikací POO dle sféry použití, se kterou je možné se často setkat v odborné literatuře a jiných zdrojích, úzce souvisí zvláštnosti a charakteristika použití oděvů v jednotlivých oborech činnosti jako je průmysl, armáda, záchranné sbory apod. Obecně však nemá tato klasifikace přílišný praktický význam, nejedná-li se o sledovaný vojenský materiál, který podléhá přísným kontrolám a evidenci o jejich importu/exportu ze strany státních orgánů (Česko, 1994). Je tomu tak i vzhledem k nepřehlednému množství různých výrobků v této oblasti, splňujících příslušná kritéria výběru, dostupných na současném globalizovaném trhu.

## **5.3 Protichemický ochranný oděv OPCH-90 PO**

Dnes již technologicky i konstrukčně zastaralý oblek, avšak je stále hojně používán. Tento oblek byl z množiny všech PPOO typu 1a v roce 2007 nejvíce zastoupený a tvořil tak přibližně 70% všech používaných oděvů typu 1a (Matějka, 2012).

Jedná se o plně hermetický, přetlakový oděv, zabezpečující vysoký stupeň ochrany před životu nebezpečným prostředím, obsahujícím chemické látky neznámého složení v kapalně i plynné fázi včetně aerosolů. Oděv byl v minulosti vyráběn firmou ECOPROTECT spol. s r.o., sídlící ve Zlíně, která je přímým pokračovatelem specializovaného pracoviště bývalého Výzkumného ústavu gumárenské a plastikářské technologie ve Zlíně a specializuje se na oblast výzkumu a vývoje individuálních protichemických ochranných prostředků. Oděv je určen pro kompletaci s dýchacím přístrojem a maskou, nesenými pod oděvem. Oděv je primárně používán útvary požární ochrany a záchranáři, protichemickými jednotkami armády ČR a při likvidaci ekologických havárií a údržbě či opravách prováděných v jaderných elektrárnách (ECOPROTECT spol. s r.o., n.d.).





*Obrázek 4. Protichemický ochranný oděv OPCH-90 PO*

Převzato z webové stránky firmy ECOPROTECT

(<http://www.ecoprotect.cz/vyroba.htm>)

### **5.3.1 Konstrukční provedení oděvu OPCH-90 PO.**

Oděv je střihově řešen jako jednodílná kombinéza, která je pevně spojená s kapucí a je opatřena velkoplošným (panoramatickým) zorníkem. OPCH-90 PO lze oblékat přes běžnou výstroj s přilbou. Pro vymezení výškových rozdílů uživatelů je uvnitř kombinézy zabudována pružná šle, která při přetažení přes hlavu na jedno rameno usnadňuje nošení oděvu uživatelům menšího vzrůstu. Použití pružné šle je vhodné u jednotlivých uživatelů vyzkoušet.



*Obrázek 5. Fotografie přední a zadní strany rozloženého protichemického oděvu OPCH-90 PO*

Konstrukční řešení umožňuje použití tlakových lahví různých typů dýchacích přístrojů uvnitř kombinézy, která je uzavírána podélně zabudovaným plynotěsným zdrhovadlem (zipem), umístěným v levé přední části oděvu a vede od temene hlavy až po koleno. Zip se překrývá po celé délce chlopní ze stejného materiálu jako je oděv, našitou po jedné jeho straně. Do kapuce jsou vsazeny dva výdechové ventily s krytkami z plastu a z opryžované tkaniny, zajišťující přetlak v oděvu.



*Obrázek 6. Fotografie podélného plynotěsného zdrhovadla s našitou chlopní  
Vytištěné číslo na chlopní značí rok výroby daného obleku.*

Nohavice kombinézy jsou od úrovně lýtek zdvojeny, přičemž vnitřní (spodní) část, všitá do nohavice, je uzavřena a vytváří tzv. dupačky. Jsou také opatřeny vnější manžetou (ukončuje vnější část nohavice, sahající po kotníky), na jejímž konci je lem s pruženkou, určený k přetažení přes ochranné holínky. Dupáčky se fixují na nohu tkanicí, zabudovanou v kotníkové části.

Pětiprsté pryžové ochranné rukavice anatomického tvaru se nasazují na podvlékací textilní (nejčastěji bavlněné) rukavice a s rukávem jsou hermeticky spojeny rozebíratelným způsobem, a to tak, že se rukavice natahují na plastový rukávový kroužek a překrývají se vnější rukávovou manžetou. Spoj se fixuje natahovací spinkou na trn.



Obrázek 7. Fotografie plastového rukávového kroužku a vnější rukávové manžety

Vysoké holínky s protiskluznou podrážkou a antistatickou úpravou se nazývají na dupačky, které zajišťují ochranu nohou proti parám a plynům. Přes holínky se přetahuje vnější manžeta nohavice, která zabraňuje vniknutí kapalin do holínky (ECOPROTECT spol. s r.o., n.d.).

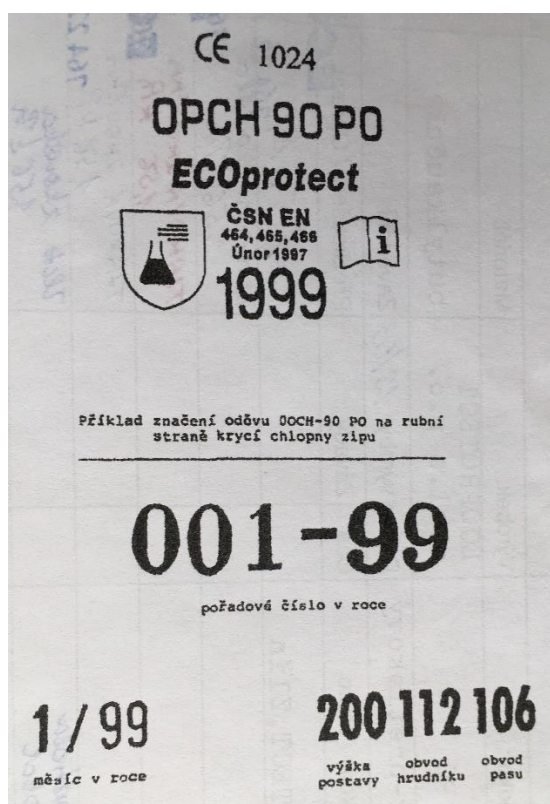
Komplet OPCH-90 PO tvoří jednodílná kombinéza spolu pryžovými rukavicemi, podvlékacími bavlněnými rukavicemi a vysokými holínkami. Součástí zakoupeného ochranného kompletu je ochranný obal pro jednotlivé součásti kompletu, transportní brašna, malá pohotovostní opravná souprava, balíček pro ošetřování kombinézy (mastek pro ošetření materiálu kombinézy, mazací tyčinka pro zdrhovadlo apod.), ramínko pro odkládání kombinézy, návod na použití s příloženou tabulkou odolnosti proti vybrané škále chemikálií a evidenční karta (ECOPROTECT spol. s r.o., n.d.).

EVIDENČNÍ KARTA: 837-03				Způsob použití a zkoušení: viz návod k použití	
Výrobní číslo:		Výrobek:	Materiál:		
Druh oděvu (prostředku):		ECOPROTECT spol.s r.o.	butylkaučuk		
Typ: plynotěsný-přetlakový		Datum výroby: 12/10	Zavedení:	Poznámka, Podpis	
Datum:		Použití / Úkony / Místo	Čas	Závady	Přezkoušení / Opravy
15.10.2003	ECOPROTECT, Zlín				1,56 LPa
24.3.2004					Malová zkouška 1,56 LPa
9.11.2004					TRAKOVÁ ZKOUŠKA 1,56 kPa
19.1.2005					TRAKOVÁ ZKOUŠKA 1,56 kPa
23.9.2005	Revizní kontrola nř. protokol				tlak. zkouška 1,56 LPa
22.3.2006					tlak. zkouška 1,56 LPa
5.10.2006	Revizní kontrola nř. protokol				tlak. zkouška 1,56 LPa
19.3.2007	REVIZNÍ KONTROLA -VIZ PROTOKOL				TRAKOVÁ ZKOUŠKA 1,56 LPa
10.10.2007					tlaková zkouška 1,56 LPa
7.5.2008	tlaková zkouška				1,56 LPa

Obrázek 8. Příklad evidenční karty dodávané se zakoupeným kompletem OPCH-90 PO

### 5.3.2 Technické údaje.

Hmotnost protichemického oděvu OPCH-90 PO činí 4,5 kg (bez dýchacího přístroje, holínek a rukavic). Hmotnost holínek, které jsou součástí ochranného kompletu, je u velikosti č. 45 (velikost udávaná jako příklad v knížečce dodávané se zakoupeným ochranným kompletem) 3 kg. Maximální přetlak v oděvu je 0,4 kPa. Velikost obleku je univerzální, avšak hraniční výška uživatele nesmí přesahovat 200 cm a jeho hmotnost 100 kg. S velikostí souvisí délka plynotěsného zipu, který měří 1430 mm. Barevné provedení kompletu je v odstínu signálně žluté barvy. Značení oděvu OPCH-90 PO můžeme nalézt na rubní straně krycí chlopy zipu (ECOPROTECT spol. s r.o., n.d.).



Obrázek 9. Příklad značení oděvu OPCH-90 PO

Převzato z návodu dodávaného se zakoupeným kompletem (ECOPROTECT spol. s r.o., n.d.)

Horní číslo značí akreditovanou zkušební laboratoř (v tomto případě jde o Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.), pověřenou certifikací všech typů POO a jakožto i jejich přezkoušením.



## Klasifikace odolnosti OPCH-90 PO proti chemikáliím.

Odolnost oděvu je klasifikována dle příslušných technických norem, a to dle ČSN EN 465 (1997) a 466 (1997), které rozdělují úroveň ochrany do šesti tříd, vymezených na základě doby, za kterou nedojde k průniku nebezpečné látky skrze ochrannou bariéru oděvu.

- Třída 1 – Ochrana maximálně 30 minut, materiál může být dál nepoužitelný
- Třída 2 – Ochrana maximálně 60 minut, může dojít k vážnějšímu poškození materiálu
- Třída 3 – Ochrana maximálně 120 minut, může dojít k malému poškození materiálu nebo změně barvy
- Třída 4 – Ochrana maximálně 240 minut, může dojít k nevýraznému poškození materiálu nebo změně barvy
- Třída 5 – Ochrana maximálně 480 minut, může dojít k nevýrazné změně barvy
- Třída 6 – Ochrana více než 480 minut, materiál je nepoškozen

Údaje v následující Tabulce 3 platí pro všechny součásti kompletu OPCH-90 PO a jsou odvozeny od součástí s nejnižší odolností, tj. kombinézy. Výjimkou je plynotěsný zip, který nesmí být za žádných okolností vystaven přímému působení kyselin a hydroxidu amonného. Musí být vždy překryt chlopní, aby zajišťoval úplnou ochranu (ECOPROTECT spol. s r.o., n.d.). Vyjádření v poznámce udává možný charakter změn na některé součásti.

Tabulka 3

*Tabulka odolnosti OPCH-90 PO proti vybraným chemikáliím*

Chemikálie	Třída určená normou ČSN EN 465, 466	Odolnost oděvu v minutách	Odolnost rukavic v minutách
A. Kyseliny			
chlorovodíková	5	350	350
fluorovodíková	5	350	350
sírová	4	200	150
dusičná	3	100	100
fosforečná	5	350	450
octová	5	350	450
mravenčí	5	350	450
chlorosulfonová	3	100	100
nitrační směs	3	100	100
oleum	4	100	150
B. Hydroxidy (50%)			
sodný, vodný roztok	5	420	420
draselný	5	420	420

amonný (čpavek)	5	420	420
vápenatý (hašené vápno)	5	420	420
<b>C. Aminy</b>			
triethylamin	1	24	24
dibutylamin	1	14	30
benzylamin	3	80	80
cyklohexylamin	4	200	150
monoethanolamin	5	350	350
diethanolamin	5	350	400
<b>D. Alkoholy, aldehydy</b>			
methylnatý	5	480	480
ethylnatý	5	480	480
butylnatý	5	480	480
2-ethylbutanol	5	480	480
<b>E. Organická rozpouštědla</b>			
toluen	1	15	15
n-oktan	1	21	21
benzen	1	15	15
perchlorethylen	1	20	20
dichlorethan	2	60	60
methylacetát	4	240	240
<b>F. Plyny, páry</b>			
chlor	5	420	420
fluor	5	420	420
chlorovodík	5	420	420
fluorovodík	5	420	420
oxid siřičitý	5	420	420
oxid sírový	4	230	230
vinylidenchlorid	4	230	230
kyanovodík	5	350	350
fosgen	5	350	350
chlor kapalný	1	15	15
organofosfáty	5	350	350
<b>G. Alkalické kovy, pevné látky aj.</b>			
lithium	5	420	420
sodík	5	420	420
draslík	5	420	420
brom	2	60	60
fenol	5	420	420
kresol	5	350	350
peroxydy	5	350	350
organické	4	230	230
halogenosulfidy			

### 5.3.3 Postup oblékání oděvu

Oblékání oděvu je jednoduché, avšak z hlediska rychlosti a kontroly správnosti je při oblékání vyžadována pomoc druhé osoby, zvláště při úkonu přetažení kapuce přes přilbu a vaku přes dýchací přístroj.

Před vlastním oblékáním je nutno zkontrolovat kompletnost a neporušenost oděvu. Zorníky se před použitím přetírají saponátem s vodou, a to jak u masky ze vnější, tak u oděvu vnitřní strany. K ošetření zorníku proti částečnému zamlžení se využívá koncentrovanějšího roztoku saponátu s vodou, naneseného na zorník z vnitřní strany oděvu.

Nejdříve se úplně rozepte plynotěsný zip oděvu, sundají se boty a obléknou se jednotlivé nohavice. Spodní část dupaček se u kotníků zaváže stahovací tkanicí. Poté se postupně obují holínky, přičemž vnější část nohavic (manžeta) se přetáhne přes holínky. Na záda se nasadí dýchací přístroj a upraví se. Zafixuje se pomocí popruhů tak, aby nepadal, netlačil, ani nebránil jakémukoliv pohybu. Pružná šle se u osob menšího vzrůstu přetáhne přes hlavu na jedno rameno a poté si uživatel navleče rukávy. Vak se potom v zádové části přetáhne přes zásobní láhve vzduchu. Koncovka dýchacího přístroje se spojí s příslušnou koncovkou masky, pokud již nebyla k přístroji připojena. Masku se nasadí na obličej, přičemž se ověří činnost dýchacího přístroje a těsnost masky (nejčastější způsob kontroly těsnosti je zakrytí otvoru ventilové komory dlaní, pak bychom se neměli moci nadechnout – je-li maska řádně nasazená, vznikne v ní podtlak). Poté se nasadí přilba, kapuce se přetáhne přes přilbu a vak přes dýchací přístroj. Plynotěsný zip se uzavře po celé délce až na doraz a ochranná chlopna se zafixuje pomocí našitých proužků suchého zipu přehnutím přes zip. Nakonec se na ruce natáhnou podvlékačí textilní rukavice a přes palec se přetáhne rukávové poutko. Poté se odhrne rukávová manžeta oděvu, natáhnou se svrchní pryžové rukavice a jejich manžeta se převleče přes plastový rukávový kroužek až po jeho horní okraj. Manžeta oděvu se vrátí zpět a zafixuje se pomocí pružné spinky (elastický proužek) na trn (ECOPROTECT spol. s r.o., n.d.).

## 6 DOTAZNÍK

V rámci své bakalářské práce jsem vytvořil krátký dotazník, určený primárně členům Hasičského záchranného sboru ČR, který byl vytvořen prostřednictvím příslušné internetové stránky (<https://www.survio.com/cs/>). V této kapitole se budu zabývat jeho výsledky. K hromadnému sdílení dotazníku členy HZS ČR jsem využil sociálních sítí, a to z důvodu jejich dostupnosti a hojné uživatelnosti širokou populací. V konečné fázi dotazník vyplnilo 32 respondentů.

### 6.1 Jednotlivé otázky dotazníku

#### 1) Vaše pohlaví:

- a) Muž
- b) Žena

#### 2) Váš věk:

- a) Méně než 20 let
- b) 20 až 25 let
- c) 25 až 35 let
- d) 35 až 45 let
- e) 45 až 50 let
- f) Více než 50 let

#### 3) Kraj působnosti:

- a) Hlavní město Praha
- b) Středočeský kraj
- c) Jihočeský kraj
- d) Plzeňský kraj
- e) Karlovarský kraj
- f) Ústecký kraj
- g) Liberecký kraj
- h) Královehradecký kraj
- i) Pardubický kraj
- j) Vysočina
- k) Jihomoravský kraj



- l) Olomoucký kraj
- m) Zlínský kraj
- n) Moravskoslezský kraj

**4) Vaše praxe u HZS:**

- a) Méně než 3 roky
- b) 3 až 5 let
- c) 5 až 10 let
- d) 10 až 15 let
- e) 15 až 20 let
- f) Více než 20 let

**5) Zasažoval/a jste u situace s hrozbou související s nebezpečnými chemickými látkami (NCHL jako žíraviny, karcinogeny atd.)?**

- a) Ano
- b) Ne
- c) Nejsem si jistý/á

**6) Pokud ano, o jaké/jakou NCHL se jednalo?**

U této otázky byla možnost jednoslovné nebo víceslovné odpovědi.

**7) Který typ protichemického ochranného oděvu využíváte více?**

- a) Plynotěsné protichemické oděvy
- b) Neplynotěsné protichemické oděvy

**8) Setkal/a jste se (popř. využil/a) v minulosti s protichemickým oděvem OPCH-90 PO?**

- a) Ano
- b) Ne
- c) Nejsem si jist/a

**9) Máte-li zkušenost s OPCH-90 PO, subjektivně popište jeho výhody:**

U této otázky byla možnost jednoslovné nebo víceslovné odpovědi.

**10) Máte-li zkušenost s OPCH-90 PO, subjektivně popište jeho nevýhody:**

U této otázky byla možnost jednoslovné nebo víceslovné odpovědi.

**11) S jakým jiným oděvem jste přišel/přišla do styku (popř. pracoval/a) více než s OPCH-90 PO?**

- a) Skupina oděvů TRELLECHEM
- b) Skupina oděvů VAUTEX
- c) CHEMPION ELITE
- d) OCHOM-99 FIRE
- e) DRÄGER TEAM MASTER PRO
- f) TYCHEM TK
- g) S žádným jiným oděvem

**12) Pokud jste přišel/přišla do styku s jiným oděvem, než je OPCH-90 PO, porovnejte jejich zásadní výhody a nevýhody:**

U této otázky byla možnost jednoslovné nebo víceslovné odpovědi.

## 6.2 Vyhodnocení dotazníku

### Otázka č. 1: Vaše pohlaví

Otázky kladené v anketě vyplnilo 32 respondentů. Tento menší počet respondentů, než je tomu v případě jiných veřejně sdílených dotazníků, je způsoben rozhodnutím dotazovat pouze členy HZS ČR (protichemický oděv OPCH-90 PO je primárně určen pro hasiče a záchranáře). Na dotazník odpovědělo 31 mužů a pouze 1 žena. Důvodem je větší nasazení mužů v terénu a jejich větší zkušenosti s problematikou protichemických ochranných oděvů.

### Otázka č. 2: Váš věk

Převažující věkovou skupinou byla ve výsledku skupina respondentů ve věku od 25 do 30 let (tvořenou 16 účastníky). Druhou nejvíce početnou skupinou byli respondenti ve věku od 20 do 25 let (tvořenou 7 účastníky). Vzhledem k využití sociálních sítí ke sdílení této ankety převažují tyto dvě skupiny, protože také mají mimo jiné největší vztah k sociálním sítím. Zbytek účastníků tvořilo 5 lidí ve věku od 35 do 45 let, 3 lidí ve věku více než 50 let a pouze jeden dotazovaný ve věku 45 až 50 let.

### Otázka č. 3: Kraj působnosti

V této otázce respondenti vybírali kraj, ve kterém jejich jednotka působí. Vzhledem k oslovení respondentů mezi členy HZS z mého nejbližšího okolí tvoří výslednou skupinu účastníků většinou respondenti z Olomouckého (12 respondentů), Jihomoravského (10 respondentů) a Zlínského kraje (5 respondentů). Zbytek je pak z Jihočeského, Pardubického, Královéhradeckého a Plzeňského kraje a z hlavního města Praha.

### Otázka č. 4: Vaše praxe u HZS

Vzhledem k tomu, že u hasičů je pravděpodobnější zkušeností s používáním POO, a to v přímé úměře k délce jejich praxe, jsem do dotazníku zařadil dotaz na časové rozmezí jejich služební praxe. Výsledkem je 11 respondentů s praxí 5 až 10 let, 7 účastníků sloužících méně než 3 roky, 5 respondentů se zkušenostmi získanými za více než 20 let, 4 účastníci s praxí 10 až 15 let, 3 dotazovaní s praxí v rozmezí 15 až 20 let a pouze 2 účastníci mající zkušenosti z 3 až 5 let praxe.

### **Otázka č. 5: Zasahoval/a jste u situace s hrozbou související s NCHL?**

S konečným výsledkem u této otázky jsem nebyl příliš spokojený, a to především díky přesnému poměru členů zasahujících i nezasahujících u mimořádné události s hrozbou NCHL (15 zasahovalo a 15 dosud nezasahovalo). Dva ze 32 respondentů si odpovědi na tuto otázku nebyli jisti.

### **Otázka č. 6: Pokud ano, o jaké/jakou NCHL se jednalo?**

Jednalo se o otevřenou otázku s jednoslovnou nebo víceslovnou možností odpovědi. Nejčastěji se podle očekávání v odpovědích vyskytovaly kyseliny (11 odpovědí), amoniak (7 odpovědí) a chlór (4 odpovědi). V ojedinělých případech se zde objevily toxické zplodiny hoření (oxid uhelnatý, oxid siřičitý, chlorovodík apod.), kyanid, etylenoxid, rtuť a louh.

### **Otázka č. 7: Který typ POO využíváte více?**

Při výběru této otázky jsem si nebyl naprosto jistý, zdali se jedná o relevantní otázku, a to především proto, že ve většině případů mimořádných událostí s hrozbou související s NCHL se využívá nejvyšší možný stupeň ochrany (čili plynotěsné protichemické ochranné oděvy). Avšak výsledné odpovědi utvrzují v pravý opak, jelikož z 25 responzí tvoří 7 odpovědí neplynotěsné protichemické oděvy.

### **Otázka č. 8: Setkal/a jste se (popř. využil/a) v minulosti s protichemickým oděvem OPCH-90 PO?**

Oblek OPCH-90 PO, jak již bylo zmíněno, byl v minulosti nejpoužívanějším a nejdostupnějším protichemickým oděvem. A s tímto faktem korespondují i odpovědi, jelikož ze 32 respondentů odpovědělo 25 ano, 6 ne a pouze jeden z nich si nebyl u odpovědi jistý.

### **Otázka č. 9: Máte-li zkušenost s OPCH-90 PO, subjektivně popište jeho výhody**

Velká většina respondentů (11) se shodla na vysoké úrovni ochrany jako té nejzásadnější výhodě tohoto oděvu. Dále se objevují odpovědi, že výhodou je jednoduchá manipulace s oblekem (6 responzí), dostupnost pro jednotky HZS a možnost oblékat na běžnou výstroj včetně přilby a dýchací techniky (7 responzí), komfort při nošení a dobrá pohyblivost při užívání oděvu.

**Otázka č. 10: Máte-li zkušenost s OPCH-90 PO, subjektivně popište jeho nevýhody**

Očekávanou odpovědí většiny respondentů byla intenzivní tepelná zátěž při užívání tohoto oděvu (tento problém uvedlo 24 respondentů) a s ní spojené nadměrné mlžení zorníku a diskomfort při nošení v teplejším prostředí (orosení a zapaření vnitřní strany oděvu).

Podle 6 respondentů je značnou nevýhodou malé zorné pole v důsledku zúženého zorníku obleku (tento problém se projevuje především při otáčení hlavy). Další poměrně často zmiňovanými nevýhodami jsou špatná manipulace s okolními předměty (příčinou tohoto problému může být dvojrstva oddělených rukavic), oddělenost rukavic a holínek a celková zastaralost obleku.

**Otázka č. 11: S jakým jiným oděvem jste přišel/přišla do styku (popřípadě pracoval/a) více než s OPCH-90 PO?**

Častěji používaným oděvem je podle odpovědí 12 respondentů protichemický oděv TYCHEM TK, 8 respondentů se setkala vícekrát s oblekem DRÄGER TEAM MASTER PRO, 6 respondentů se ve více případech setkala se skupinou oděvů TRELLECHEM, 1 respondent se skupinou VAUTEX a zbývajících 8 respondentů se osobně nesetkala s žádným jiným oděvem.

**Otázka č. 12: Pokud jste přišel/přišla do styku s jiným oděvem, než je OPCH-90 PO, porovnejte jejich zásadní výhody a nevýhody:**

Nejčastěji srovnávaným oblekem (v případě odpovědí 4 respondentů) je DRÄGER TEAM MASTER PRO, který se podle odpovědí mnohem snáze obléká (ve srovnání s OPCH-90 PO má integrované rukavice a boty), dále oblek TRELLECHEM se svým méně obtížným postupem při oblékání a lehčí vahou. Někteří z respondentů udávají váhu a velikost zorníku oděvu OPCH-90 PO jako značnou nevýhodu oproti ostatním oděvům.

## 7 ZÁVĚRY

- Uvedl jsem čtenáře do problematiky ochrany povrchu těla proti nebezpečným chemickým látkám a vymezil pojmy s ní úzce související
- Prezentoval jsem prostředky ochrany povrchu těla a klasifikoval je do skupin, vytvořených na základě jejich specifikací.
- Vysvětlil jsem zásadní rozdíly mezi plynotěsnými a neplynotěsnými protichemickými ochrannými oděvy a porovnal jejich výhody i nevýhody.
- Představil jsem protichemický oděv OPCH-90 PO jako nejvyužívanější oděv členy HZS ČR.
- V poslední řadě, jsem potvrdil informace a tvrzení uvedená ve své práci analyzovanými výsledky dotazníku, který byl vytvořen v rámci bakalářské práce a k němuž se vyjádřilo 32 respondentů.

## 8 SOUHRN

Podstatou této bakalářské práce bylo přiblížit čtenářům problematiku ochrany povrchu těla přes nebezpečnými látkami. Vzhledem k finálnímu rozsahu a podložení odbornými zdroji práce si myslím, že jsem tento úkol ve výsledku splnil. Práce dále pro lepší představu samotných prostředků ochrany povrchu těla prezentuje ve stručné míře jednoho ze zástupců oděvů užívaných zejména tuzemskými záchrannými sbory.

Domnívám se, že v současnosti si velká většina lidí pod hrozbou nebezpečí pro náš povrch těla představí především popáleniny/omrzliny, avšak nepřisuzují stejnou mírou i hrozbě ze strany působení některých nebezpečných chemických látek, jako jsou např. korozivní a žíravé látky, toxické látky apod. Na samotnou problematiku a její souvislosti by se proto měl brát stejný zřetel také v rámci vzdělávacích zařízení.

Na základě výsledků dotazníku lze konstatovat, že není vždy tím nejlepším prostředkem ochrany povrchu těla z hlediska využitelnosti ten, který je nejvíce používaným, a to především z důvodu současných nových objevů, novinek a trendů právě v tomto odvětví. Obecně však dotazník pouze potvrdil či doplnil informace již uvedené v bakalářské práci.

## **9 SUMMARY**

The principle of this bachelor's thesis was to introduce the issue of skin protection against dangerous chemical substances to readers. Given the final range and substantiation by professional sources of this thesis, I think that I have fulfilled the overall purpose. The thesis also briefly presents the representatives of chemical protective clothing used by domestic rescue services.

I believe that at present, the vast majority of people imagine burns/frostbites as a significant threat to our skin surface, but they do not attribute the threat from certain dangerous chemicals such as corrosive, toxic substances etc. to the same extent. This issue and its context should therefore be given equal consideration within educational establishments.

Based on the results of the concluding survey, it can be stated that the best means of skin protection in terms of usability is not the one that is most used, mainly due to current continuous discoveries, innovations and trends in this particular branch. In general, however, the questionnaire only confirms or supplements the information already stated in the bachelor's thesis.



## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK

### *Seznam obrázků:*

Obrázek 1: Znázornění struktury lidské kůže

Obrázek 2: Možné cesty transdermálního transportu

Obrázek 3: Příklad evidenčního listu tlakové zkoušky oděvu OPCH-90 PO

Obrázek 4: Protichemický ochranný oděv OPCH-90 PO

Obrázek 5: Fotografie přední a zadní strany rozloženého protichemického oděvu OPCH-90 PO

Obrázek 6: Fotografie podélného plynotěsného zdrhovadla s našitou chlopní

Obrázek 7: Fotografie plastového rukávového kroužku a vnější rukávové manžety

Obrázek 8: Příklad evidenční karty dodávané se zakoupeným kompletem OPCH-90 PO

Obrázek 9: Příklad značení oděvu OPCH-90 PO

### *Seznam tabulek:*

Tabulka 1: Klasifikace POO podle úrovně (třídy) provedení

Tabulka 2: Přehled protichemických ochranných oděvů dle jejich tvarů a stříhů

Tabulka 3: Tabulka odolnosti OPCH-90 PO proti vybraným chemikáliím

## 11 REFERENČNÍ SEZNAM

- Amagai, M., & Kubo, A. (2019). Skin Barrier. *Fitzpatrick's Dermatology*, 206-231. New York, USA: McGraw-Hill Education.
- Ballantyne, B., Marrs, T. C., & Syversen, T. (2009). Basic Elements of Toxicology. *General, Applied and Systems Toxicology*, 279-310. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1002/9780470744307.gat001
- Benson, H. A. (2005). Transdermal Drug Delivery: Penetration Enhancement Techniques. *Current Drug Delivery*, 2(1), 23-33. doi:10.2174/1567201052772915
- Betts, G. J., Desaix, P., & Johnson, E. (2017). *Anatomy and Physiology*. Houston, USA: OpenStax.
- Blank, I. H., & Scheuplein, R. J. (1971). Permeability of the Skin. *Psychological Reviews*, 51(4), 702-747.
- Borská, L., Fiala, Z., & Kotingová, L. (2009). Testování transdermální absorpce in vitro. *Chemické listy*, 103(7), 533-539.
- Brain, K. T., & Chilcott, R. P. (2008). Physicochemical Factors Affecting Skin Absorption. *Principles and Practice of Skin Toxicology*, 83-92. John Wiley & Sons, Ltd. doi:10.1002/9780470773093.ch5
- Breathnach, S., Burns, T., Cox, N., & Griffiths, C. (2010). *Rook's Textbook of Dermatology*, 8. Chichester, United Kingdom: Wiley-Blackwell. A John Wiley & Sons, Ltd.
- Bronaugh, R. L., & Maibach, H. I. (1991). *In Vitro Percutaneous Absorption: Principles, Fundamentals and Applications*. Boca Raton, USA: CRC Press.
- Brychta, P., & Stanek, J. (2014). *Estetická plastická chirurgie a korektivní dermatologie*. Praha: Grada Publishing, a. s.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2018). *Facts About Hydrogen Fluoride (Hydrofluoric Acid)*. Načteno z Emergency Preparedness and Response: <https://emergency.cdc.gov/agent/hydrofluoricacid/basics/facts.asp>
- Česko. (1994). *Zákon č. 38/1994 Sb., o zahraničním obchodu s vojenským materiálem*. Načteno z *Zákony pro lidi*: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-38>
- Česko. (2001). *Narizení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky pro poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čistících a desinfekčních prostředků*. Načteno z *Zákony pro lidi*: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-495>

- Česko. (2003). *Nářizení vlády č. 21/2003, kterým se stanoví technické požadavky na osobní ochranné prostředky*. Načteno z *Zákony pro lidi*:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-21>
- Česko. (2003). *Vyhláška č. 432 ze dne 4. prosince 2003, kterou se stanoví podmínky pro zařazování do kategorií*. Načteno z *Zákony pro lidi*:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-432>
- Česko. (2006). *Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce*. Načteno z *Zákony pro lidi*:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262>
- Česko. (2007). *Nářizení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*. Načteno z *Zákony pro lidi*: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361/zneni-20201124>
- Česko. (2011). *Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích*. Načteno z *Zákony pro lidi*: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>
- Český normalizační institut. (1996). ČSN EN 464 . *Ochranné oděvy - Ochrana proti kapalným a plyným chemikáliím, včetně kapalných aerosolů a pevných částic. Zkušební metoda. Stanovení těsnosti plynotěsných oděvů (Zkouška vnitřním přetlakem)*. Praha\_ Český normalizační institut. Načteno z [http://www.technicke-normy-csn.cz/832725-csn-en-464\\_4\\_19686.html](http://www.technicke-normy-csn.cz/832725-csn-en-464_4_19686.html)
- Český normalizační institut. (1997). ČSN EN 465 . *Ochranné oděvy - Ochrana proti kapalným chemikáliím. Požadavky na protichemické ochranné oděvy proti postřiku s těsnými spoji mezi různými částmi oděvu (Typ 4)*. Praha: Český normalizační institut.
- Český normalizační institut. (1997). ČSN EN 466 . *Ochranné oděvy - Ochrana proti kapalným chemikáliím. Požadavky na protichemické ochranné oděvy proti postřiku ve formě spreje s těsnými spoji mezi různými částmi oděvu (Typ 3)*. Praha: Český normalizační institut.
- Český normalizační institut. (2005). ČSN 83 2700 . *Ochranné oděvy - slovník*, 26. Praha: Český normalizační institut.
- Český normalizační institut. (2006). ČSN 83 2719 . *Ochranné oděvy - Směrnice pro výběr, použití, péči a údržbu ochranných oděvů proti chemikáliím*. Praha: Český normalizační institut.
- Český normalizační institut. (2014). ČSN EN ISO 13688 . *Ochranné oděvy - Obecné požadavky*, 8. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*, (3). Praha: Grada Publishing, a. s.

- Dahl, M. V., Hunter, J. A., & Savin, J. A. (2002). *Clinical Dermatology*. Oxford, United Kingdom: Blackwell Science Ltd.
- Dokládal, M., & Páč, L. (1995). *Anatomie člověka III. Systém kožní, smyslový a nervový*. Brno: Vydavatelství Masarykovy univerzity.
- Eaton, D. L., Gallagher, E. P., & Vandivort, T. C. (2018). Absorption of chemicals across the skin. V C. A. McQueen, J. A. Gandolfi, & G. I. Sipes, *Comprehensive Toxicology*, 3(1), 13. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, Ltd.
- Eberlová, L., Fiala, P., & Valenta, J. (2015). *Stručná anatomie člověk, 1*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Nakladatelství Karolinum.
- ECOPROTECT spol. s r.o. (n.d.). *OPCH-90 PO - Návod k použití, tabulka odolností, záruční podmínky*. Zlín: ECOPROTECT spol. s r.o.
- ECOPROTECT spol. s r.o. (n.d.). *OPCH-90 PO - protichemický oděv*. Načteno z ECOPROTECT: <http://www.ecoprotect.cz/vyroba.htm>
- Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. (2020). *Nebezpečné látky*. Načteno z Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje: <https://www.hzscr.cz/clanek/nebezpecne-latky.aspx?q=Y2hudW09MQ%3d%3d>
- Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. (2020). *Nebezpečné ohrožující látky*. Načteno z Hasičský záchranný sbor Olomouckého kraje: <https://www.hzscr.cz/clanek/menu-ochrana-obyvatelestva-nebezpecne-latky-nebezpecne-latky.aspx?q=Y2hudW09MQ%3d%3d>
- Hrabálek, A., & Vávrová, K. (2006). Role ceramidů v kůži. *Praktické lékárenství*(2006), 55-58. Načteno z [https://www.praktickelekarenstvi.cz/artkey/lek-200602-0001\\_Role\\_ceramidu\\_v\\_kuzi.php](https://www.praktickelekarenstvi.cz/artkey/lek-200602-0001_Role_ceramidu_v_kuzi.php)
- Chilcott, R. P. (2007). Dermal Aspects of Chemical Warfare Agents. V T. C. Marrs, R. L. Maynard, & F. R. Sidell, *Chemical Warfare Agents*, 2, 409-422. Chichester, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons, Ltd.
- International Agency for Research on Cancer. (2014). *Agents Classified by the IARC Monographs*. Načteno z International Agency for Research on Cancer: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/09/ClassificationsAlphaOrder.pdf>
- Kroupa, M. (2004). *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek*. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR.

- Louis, C. J., John, D., & Curtis, K. D. (2008). *Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons*, 7. New York, USA: McGraw-Hill. doi:10.1036/0071470514
- Lüllmann-Rauch, R. (2012). Pojivové tkáně. V R. Lüllmann-Rauch, *Histologie*, 113-115. Praha: Grada Publishing, a. s.
- Mao, N. (2014). High performance textiles for protective clothing. V C. A. Lawrence, *High Performance Textiles and Their Applications*, 91-132. Waltham, Maryland, USA: Elsevier, Ltd.
- Matějka, J. (2012). *Chemická služba: učební skripta*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR.
- Matouš, B. e. (2010). *Základy lékařské chemie a biochemie*. Praha: Galén.
- Mauro, T. M., & Rice, R. H. (2008). Toxic Responses of the Skin. V C. D. Klaasen, *Casarett and Doull's Toxicology*, 7, 741-760. New York, USA: McGraw-Hill Medical Publishing Division.
- Michaels, A. S., Chandrasekaran, S. K., & Shaw, J. E. (1975). Drug permeation through human skin. *AlChE Journal*, 21(5), 985-996.
- Mika, O. J. (2002). *Analýza rizik průmyslových činností*. Načteno z Oborový portál pro BOZP: <https://www.bozpinfo.cz/analyza-rizik-prumyslovych-cinnosti>
- Mika, O. J., & Patočka, J. (2007). *Ochrana před chemickým terorismem*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta.
- Occupational Safety and Health Administration. (2020). *1910.120 App A - Personal protective equipment test methods*. Načteno z Occupational Safety and Health Administration: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.120AppA>
- Patočka, J. (2004). *Vojenská toxikologie*. Praha: Grada Publishing.
- Polášková, S. (2013). Emoliencia – základní bariérová externa. *Dermatologie pro praxi*, 127-129.
- Resl, V. (2014). *Dermatovenerologie: přehled nejdůležitějších znalostí a zkušeností pro bakalářské a magisterské studium nelékařských oborů*. Plzeň, Česká republika: Západočeská univerzita.
- Roberts, S. M., & Salminen, W. F. (2000). Dermal and Ocular Toxicology: Toxic Effects of the Skin and Eyes. V R. C. James, S. M. Roberts, & P. L. Williams, *Principles of Toxicology*, 2, 157-168. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Rokyta, R. (2015). *Fyziologie a patologická fyziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, a. s.

- Shahzad, Y., Louw, R., Gerber, M., & du Plessis, J. (2015). Breaching the skin barrier through temperature modulations. *Journal of Controlled Release*, 202, 1-13.  
doi:10.1016/j.jconrel.2015.01.019
- Středa, L., Brádka, S., & Bláhová, M. (2006). *Nebezpečné chemické látky a ochrana proti nim*. Praha: Ministerstvo vnitra ČR - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR.
- Stull, J. O. (2005). Civilian protection and protection of industrial workers from chemicals. V R. A. Scott, *Textiles for protection*, 295-354. Boca-Raton, Florida, USA: CRC Press.
- Štork, J. (2013). *Dermatovenerologie*, 2. Praha: Galén.
- Tichý, F., Gorošová, A., Horký, D., & Kociánová, I. (2000). *Histologie*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně.
- Vajner, L., Konrádová, V., Novotný, T., & Uhlík, J. (2017). *Lékařská histologie II*, 2. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.
- Vohlídal, J., Štulík, K., & Julák, A. (1999). *Chemické a analytické tabulky*. Praha: Grada Publishing.
- Vojta, Z., & Rucký, E. (2006). *Osobní ochranné pracovní prostředky*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství.
- Vokurka, M., & Hugo, J. (2000). *Praktický slovník medicíny*, 6. Praha: MAXDORF, s. r. o.
- World Health Organization. (prosinec 2006). *Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and*. Načteno z International Programme on Chemical Safety INCHEM:  
<http://www.inchem.org/documents/iarc/vol88/volume88.pdf>