

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ostrava 2008

David Staněk

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

**Hodnocení komfortu ochranných oděvů příslušníků
jednotek PO za standardních a extrémních
podmínek při zásahu**

Student:

David Staněk

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Isabela Bradáčová, CSc.

Studijní obor:

Technika požární ochrany a bezpečnost průmyslu

Datum zadání diplomové práce:

říjen 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

30. 4. 2008

Prohlášení

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně.“

V Ostravě dne 30. 4. 2008

.....

David Staněk

ANOTACE

STANĚK, D.: *Hodnocení komfortu ochranných oděvů příslušníků jednotek PO za standardních a extrémních podmínek při zásahu*. Ostrava, 2008. 67 s. VŠB – TU Ostrava Fakulta bezpečnostního inženýrství. Vedoucí diplomové práce Ing. Isabela Bradáčová, CSc.

Klíčová slova: ochranný zásahový oblek, komfort, historie, NOMEX[®], GORE-TEX[®]

Autor se ve své diplomové práci zaměřuje na hodnocení komfortu zásahových obleků za běžných a extrémních klimatických podmínek. Tyto podmínky jsou navozeny zkušebními metodami pro zkoušení zásahových obleků určených pro hasiče. V této práci je popsán samotný vývoj výroby zásahových obleků od svých prvopočátků, až po výrobu dnešních obleků, splňující dané standardy. Je zde rozdělena návaznost jednotlivých ochranných vrstev zásahového obleku s hodnocením kladů a záporů při samotném použití.

Práce také přináší poznatky, jak docílit vyššího komfortu nad samotný rámec platné normy ČSN EN 469:2006 [2] s použitím nových materiálů.

ANNOTATION

STANĚK, D.: *Evaluation of the comfort of professional protective fire-fighting clothing under normal and extreme working conditions*. Ostrava, 2008. 67 pages. VŠB – TU Ostrava Faculty of Safety Engineering. Leader of dissertation Ing. Isabela Bradáčová, CSc.

Pivotal words: Fire fighter protective clothing, up-to-date facilities, story, NOMEX[®]

GORE-TEX[®]

In this work, the Author evaluates the comfort of fire-fighter protective clothing under normal and extreme climatic conditions. These conditions were created using induced testing methods for monitoring the efficiency of protective clothing for fireman. The work describes the development of fire-fighting clothing from the very beginning to the present, and the standards that those clothes have had to respect. The individual layers are described and an evaluation of their strengths and weaknesses during use are provided.

The work also strives to outline how an even greater level of comfort can be reached, surpassing the norms established under ČSN EN 469:2006 [2] using the newest available materials.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji Ing. Isabele Bradáčové, CSc., za pomoc při realizaci a poskytnutí cenných rad při zpracování diplomové práce a za svůj osobní čas, který mi při tvorbě této práce věnovala. Dále mé poděkování patří Leonardu Vargovi majiteli firmy Deva F-M. s.r.o. a panu Ing. Zdeňkovi Marešovi obchodnímu řediteli firmy Deva F-M. s.r.o. za umožnění odborné spolupráce a konzultací na diplomové práci.

OBSAH

ÚVOD.....	1
REŠERŠE	4
1 PROČ MĚ ZAUJALO TÉMA OCHRANNÉ OBLEKY A JEJICH KOMFORT	6
2 HISTORIE OCHRANNÝCH ZÁSAHOVÝCH OBLEKŮ	7
2.1 Historie ochranných zásahových obleků do roku 1990	7
2.2 Historie ochranných zásahových obleků po roce 1990.....	8
2.2.1 Zásahové obleky zahraničních výrobců	8
2.2.2 Zásahové obleky domácích výrobců	10
3 FIRMA DEVA F-M. s.r.o.....	11
3.1 Charakteristika firmy DEVA F-M s.r.o.	11
3.2 Sortiment ochranných zásahových obleků pro hasiče	12
3.2.1 Zásahový oblek FIREMAN III.....	12
3.2.2 Zásahový oblek FIREMAN V – DIAMOND.....	13
3.2.3 Zásahový oblek FIREMAN TIGER.....	14
4 PRÁVNÍ RÁMEC OCHRANNÉHO ZÁSAHOVÉHO OBLEKU	16
4.1 Základní právní předpisy.....	16
4.2 Navazující právní předpisy stanovující jednotlivé požadavky	16
4.2.1 Požadavky vyobrazené na výrobním štítku	17
4.2.2 Požadavky nevyobrazené na výrobním štítku	18
4.2.3 Povinné a informativní přílohy	18
5 POPIS OCHRANNÉHO ZÁSAHOVÉHO OBLEKU	19
5.1 Historie materiálů používaných pro výrobu ochranných zásahových obleků.....	19
5.2 Materiály používané v současnosti.....	20
5.3 Vrstvy ochranného zásahového obleku pro hasiče.....	20
5.3.1 Požadavky na materiál a design ochranného zásahového obleku pro hasiče: ..	21
5.3.2 Vnější vrstva	22
5.3.3 Vlhkostní bariéra.....	22
5.3.4 Tepelná bariéra.....	23
6 TEXTILNÍ MATERIÁL NOMEX [®] A VLHKOSTNÍ BARIÉRA GORE-TEX [®]	24
6.1 Popis a vlastnosti technického vlákna NOMEX [®]	24
6.1.1 Pohodlí a komfort technického vlákna NOMEX [®]	25
6.2 Popis a vlastnosti vlhkostní bariéry GORE-TEX [®]	26
6.2.1 Přednosti a komfortní vlastnosti membrány GORE-TEX [®]	27
6.2.2 Faktory ovlivňující prodyšnost	28
6.2.3 GORE-TEX [®] určený pro hasiče	29
6.2.4 Chemická odolnost membrány GORE-TEX [®]	30
7 ROZDĚLENÍ ODĚVNÍHO KOMFORTU HASIČE.....	32
7.1 Fyziologický komfort.....	32
7.1.1 Teplota pokožky.....	33
7.1.2 Vlhkost pokožky	34
7.1.3 Dýchání pokožkou	34
7.2 Sensorický komfort.....	34
7.3 Psychologický komfort	35

7.4	Patofyziologický komfort.....	35
8	DYNAMICKÁ SOUSTAVA PROSTŘEDÍ – ODĚV – LIDSKÝ ORGANISMUS.....	37
8.1	Organismus.....	37
8.2	Ochranný zásahový oblek	38
8.3	Okolní prostředí.....	38
9	NEGATIVNÍ VLIVY OVLIVŇUJÍCÍ KOMFORT A PRÁCI HASIČE	39
9.1	Negativní vlivy vyvolané samotnou událostí.....	39
9.1.1	Fyzické vyčerpání organismu	40
9.1.2	Popálení těla hasiče	41
9.2	Negativní vlivy vyvolané klimatickými podmínkami v místě zásahu.....	42
9.2.1	Vliv povětrnostních podmínek na komfort hasiče	42
9.2.2	Vliv nízkých teplot na komfort hasiče	43
9.2.3	Vliv vysokých teplot na komfort hasiče.....	44
10	TESTOVÁNÍ OCHRANNÉHO ZÁSAHOVÉHO OBLEKU.....	46
10.1	Zkušební metoda THERMO-MAN®	47
10.2	Zkušební metoda v klimatické komoře.....	50
10.3	Sweating Torso Test	54
	ZÁVĚR PRÁCE	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	64
	SEZNAM TABULEK.....	65
	SEZNAM GRAFŮ.....	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ	67

ÚVOD

Česká republika prošla na přelomu 20. a 21. století velkým rozmachem a to prakticky v celém spektru jednotlivých činností, započatých změnou politických poměrů v roce 1989. S tehdejším příchodem nových materiálů, technologických postupů a mnoha dalších vymožeností prakticky do všech odvětví, se také úměrně zvýšilo postavení a samotná image ČR v celém světě. Aby se udržel vysoký standard a kvalita naší společnosti jako celku, tak muselo dojít i k rychlému zlepšení bezpečnosti a k celkové informovanosti všech obyvatel na možná rizika a ohrožení při různých mimořádných událostech. Aby došlo k takové změně, musela se zpřísnit různá kritéria, zákony, vyhlášky a další související normativní předpisy. Pro poskytnutí veškerých informací a zajištění vyšší bezpečnosti obyvatelů ČR při samotném řešení mimořádných událostí, se musela naplno rozběhnout preventivně – výchovná činnost a na druhou stranu maximálně vylepšit vybavenost a výcvik samotných záchranných složek. Důsledkem komplexního zlepšení je snížení celkového počtu požárů s velkými škodami na území ČR a postupná přeměna zásahové činnosti jednotek požární ochrany u řady mimořádných událostí.

Samozřejmostí úspěšného snižování počtu požárů na našem území je jak dobrá komunikace HZS ČR s firmami a podniky působícími na území ČR, tak se státní správou, ale v neposlední řadě také se širokou veřejností a to zejména působení preventivě – výchovnou činností u dětí školního věku.

Je třeba ale zdůraznit, že zásahová činnost jednotek požární ochrany na území ČR prošla řadou změn a to především z pohledu rozmanitosti řešených mimořádných událostí. V dnešní době, požáry tvoří pouze část z celé řady mimořádných událostí.

Kromě zlepšení již zmíněné bezpečnosti v každodenním životě obyvatel ČR, jednotlivých výrobních procesů v průmyslu a preventivní činnosti, bylo také nutné přistoupit ke zlepšení podmínek osobní ochrany zasahujících jednotek IZS a v neposlední řadě ke zlepšování samotného komfortu zásahových obleků, vycházejícího z platných technických předpisů. Komfort hasiče je velmi důležitý pro ovlivnění bezchybné a účinné činnosti při zásahu, ale také pro minimalizaci rizika zranění samotných hasičů při zásahu.

Abych mohl hodnotit komfortní vlastnosti stávajících zásahových obleků, splňující velmi přísná kritéria, tak jsem v této diplomové práci popsal základní historický vývoj a použití jednotlivých zásahových obleků od různých výrobců. Samotný historický vývoj zásahových obleků určených pro hasiče je velmi důležitý pro určení nového směru a zlepšení stávajícího stavu při výrobě těchto obleků.

V diplomové práci se objevuje ucelená výrobní řada zásahových obleků firmy DEVA – F.M. s.r.o., včetně historie zásahových obleků a výrobků konkurenčních firem. Jelikož zásahový oblek určený pro hasiče není jen kus obyčejné látky, tak jsem se v jednotlivých kapitolách snažil popsat všechny podstatné vrstvy a součásti těchto obleků. Samozřejmě jsem nevynechal i hlavní klady a zápory technického vlákna NOMEX[®] a vlhkostní bariéry GORE-TEX[®]. Pro správné použití zásahového obleku je velmi důležité i použití funkčního spodního prádla, kterému se zde také věnuji.

Dále zde popsán komfort zásahového obleku za standardních podmínek a především za ztížených podmínek, kterým je hasič u zásahu vystaven. Tyto podmínky jsou zde ukázány na laboratorních testech ve specializovaných institucích zabývajících se problematikou komfortu a bezpečnosti. Výsledky testů jsem se snažil vyhodnotit přijetím optimálních opatření ke snížení rizika zasahujících hasičů.

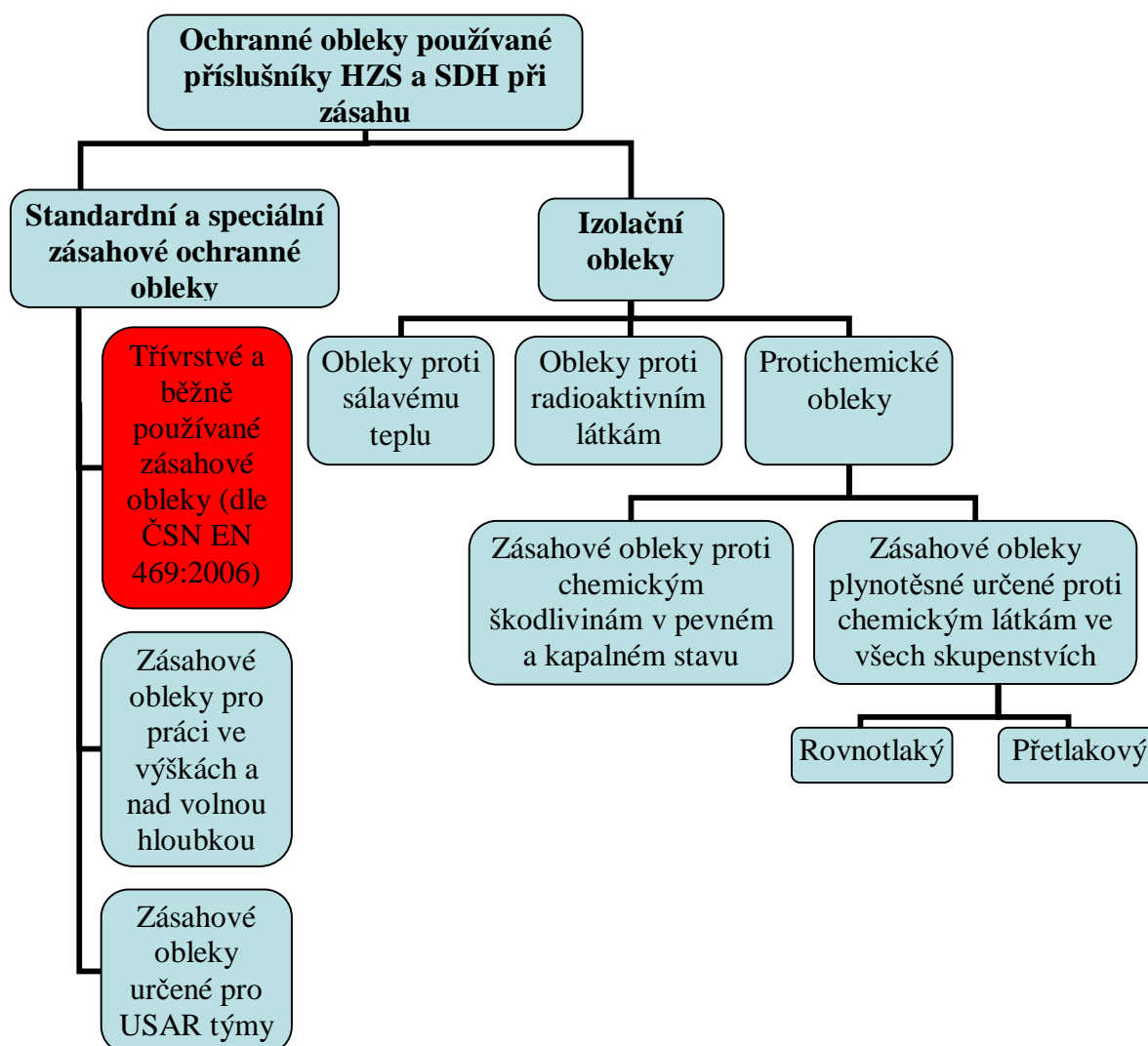
V této diplomové práci bych rád zhodnotil a následně navrhl optimální skladbu zásahového obleku určeného pro hasiče, v kombinaci s funkčním spodním prádlem, při zachování maximálního komfortu, bez snížení ochranných vlastností. Také bych zde rád zhodnotil použitelnost zásahového obleku v různých ročních obdobích v závislosti na klimatických podmínkách a na složitosti zásahu u mimořádných událostí.

V úvodu diplomové práce se zaměřuji na samotný pojem „zásahový oblek určený pro hasiče“, který tato práce řeší. Součástí tohoto vysvětlení je na obr. č. 1 grafické rozdělení speciálních a izolačních zásahových obleků používaných u HZS ČR.

Specifikace třívrstvého a běžně používaného ochranného obleku určeného pro hasiče:

- provedení zásahového obleku pro nošení při likvidaci požáru a přidružených činnostech,
- zásahový oblek určený pro nošení při likvidaci daných typů havárií,
- zásahový oblek určený pro nošení při likvidaci následků dopravních nehod a technické pomoci,
- tento oblek není určen k ochraně při zásazích, při kterých jsou přítomny chemikálie nebo plyny [2].

Obr. č. 1 Ochranné obleky používané jednotkami požární ochrany na území ČR



REŠERŠE

Při studiu komfortu zásahových obleků jsem využil a pracoval s touto hlavní literaturou, veškeré další literární a „online“ zdroje, jsou citovány v kapitole – Seznam použité literatury na konci této Diplomové práce.

ČSN EN 469:2006. *Ochranné oděvy pro hasiče – Technické požadavky na ochranné oděvy pro hasiče*. 2 vyd. Praha: Český normalizační institut, 2006. 44 s. [2]

Tato norma dává informace o minimálních požadavcích a hodnotách, potřebných k technickému provedení ochranných obleků sloužících pro hasiče při likvidaci mimořádné události. Samozřejmě existuje řada situací (likvidace chemických, biologických a dalších havárií a nehod), při nichž ochranných zásahový oblek navržený dle této normy nestačí k dostatečné ochraně a musí se použít oblek vyhovující nasazení při dané situaci a nebo se použije dle této normy ochranný zásahový oblek doplněný o další vhodné ochranné prostředky. V této normě se dále řeší ergonomické požadavky ochranných obleků, ale není zde zahrnuta ochrana hlavy, rukou a chodidel.

DVOŘÁK, O. a kol. *Alternativní řešení vývoje ochranného oděvu pro hasiče*. Závěrečná výzkumná zpráva grantového projektu RN 2000 2001 006, Praha: TÚPO MV – GŘ HZS ČR, 2001. 117 s. [16]

Tento výzkumný úkol, který byl zadán TÚPO MV – GŘ HZS ČR měl zhodnotit vývoj a možnosti zásahového obleku pro hasiče, který by splňoval veškeré podmínky dle norem a přitom by jeho cena byla podstatně nižší, než stávající sortiment zásahových obleků na našem trhu. Velmi dobře tato práce vystihuje popis jednotlivých částí zásahového obleku včetně podobně rozepsaných laboratorních zkoušek.

NFPA 1971: 2007. *Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting*, 2007 Edition 126 p. [30]

V této normě jsou charakterizovány jednotlivé požadavky pro standardní provedení ochranného obleku pro hasiče a to z hlediska designu a vlastností použitých materiálů při výrobě ochranného obleku. Jsou zde popsány a rozděleny jednotlivé kritéria pro ochranu daných částí těla hasiče. Tato norma patří k těm nejpřísnějším na světě, co se týká požadavků na provedení ochranných obleků pro hasiče.

ČSN EN 15614. *Ochranné oděvy pro hasiče – Laboratorní metody zkoušení a technické požadavky na provedení oděvů pro likvidaci požárů v otevřeném terénu*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 20 s [13]

Tato evropská norma převratnou novinkou mezi normami řešící ochranné obleky určené hasičům a specifikuje minimální technické požadavky a metody zkoušení pro ochranné oděvy určené pro dlouhodobé použití při likvidaci požárů v otevřeném terénu a s tím spojených činnostech. Likvidace požárů v otevřeném terénu zahrnuje práci v první řadě při letných teplotách po dobu mnoha hodin, proto je třeba, aby tyto oděvy byly lehké a poddajné, ale zároveň účinné proti daným rizikům, přičemž nesmí působit uživateli nadměrnou tepelnou zátěž.

Tato evropská norma se netýká oděvů pro použití v rizikových situacích, kdy je vhodnější oděv vyhovující ČSN EN 469:2006, ani oděvů chránících před chemickým, biologickým nebo radiačním nebezpečím [13].

1 PROČ MĚ ZAUJALO TÉMA OCHRANNÉ OBLEKY A JEJICH KOMFORT

Když jsem přemýšlel o tématu mé diplomové práce, prošel jsem si asi téměř veškeré odvětví týkající se požární ochrany. Je mnoho předmětů, které jsem při studiu na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava absolvoval a bylo určitě z čeho vybírat. Chtěl jsem spojit zajímavé s užitečným, a proto jsem spojil výuku s odbornou praxí u HZS Moravskoslezského kraje, kde jsem sloužil u výjezdové jednotky na stanici Ostrava – Fifejdy.

Jelikož jsem se vždy zajímal o technické prostředky požární ochrany a s těmito prostředky jsem v každé směně přišel do kontaktu, tak jsem si vybral osobní zásahový oblek a jeho komfort při zásahu hasiče u mimořádné události. Život a bezpečnost zasahujících hasičů nezáleží pouze na osobních zkušenostech jednotlivců a koordinaci celého záchranného týmu, ale z velké části také na provedení osobního zásahového obleku a dílčích doplňků.

Použití takového obleku jsem si vyzkoušel téměř při veškerých mimořádných událostech a za různých klimatických podmínek, což mi dalo dostatečný přehled, kde je třeba na obleku zapracovat, ale také kde má své jedinečné vlastnosti. Musím zde podotknout, že jsem nezkoušel pouze jednu výrobní řadu zásahových obleků, ale několik jednotlivých verzí. Jelikož jsem vykonával praxi u HZS Moravskoslezského kraje jako student a to necelé tři roky, tak bylo třeba při hodnocení osobních zásahových obleků vycházet ze zkušenosti hasičů, kteří pracují ve výjezdové jednotce už řadu let. Tyto poznatky pro tuto práci jsou velmi důležité a cenné.

Dalším důležitým faktorem mé diplomové práce, bylo navázání úzké spolupráce s firmou DEVA F-M. s.r.o. z Frýdku Místku, díky které se tato diplomová práce zaměřuje na její výrobky s použitím poznatků a výsledků pro vývoj nových zásahových komponent touto firmou.

2 HISTORIE OCHRANNÝCH ZÁSAHOVÝCH OBLEKŮ

Historie zášahových obleků vždy byla a bude velmi cenným přínosem pro vývoj a samotnou výrobu nových, ať už modifikovaných či zcela originálních typů zášahových obleků. Samotná historie se určuje velmi složitě, sám jsem po promyšlení daného téma zvolil rozdělení na dobu před rokem 1990 a po něm. Je třeba říct, že v tomto „polistopadovém“ období došlo k velké změně vybavenosti tehdejších požárních útvarů a to nejen v oblasti osobní ochrany.

2.1 Historie ochranných zášahových obleků do roku 1990

V období před rokem před rokem 1990, kdy hasiči měli větší počet výjezdů k požárům, se používaly dva druhy zášahových obleků a to letní a zimní typ, dle ročního období. Dalo by se říci, že ochrana těmito zášahovými obleky byla prakticky žádná, nehledě na komfort a zpracování obleku, šlo pouze o jednovrstvé obleky. Při zásazích za ztížených klimatických podmínek tyto obleky velmi rychle nasákly vodou a tím se staly velmi těžké. V zimním období zase materiál použitý při šití obleků tuhnel a manipulace v něm byla velmi obtížná. Musí se ovšem brát ohled na to, že v této době nebyl přístup ke kvalitním materiálům pro výrobu zášahových obleků. Také dovoz zášahových obleků ze zahraničí („ze západních států“) do tehdejšího Československa nebyl prakticky možný.

Prvním variantou letního obleku byl kabát se zapínáním na knoflíky přesahující zášahové kalhoty a zimní typ byl ve formě obleku s klopami. Tato první varianta zášahových obleků byla nevyhovující jak na ochranu zdraví, tak na práci ve ztížených podmínkách, jelikož při požárech se hasiči polévali vodou, aby se chránili před účinky tepla od požáru. Další nevýhodou byla možnost prořezání obleku ostrými předměty a také nevyhovující krytí v oblasti beder.

Druhou variantou letního obleku byl „vylepšený“ zášahový oblek skládající se z kabátu a kalhot. Tyto kalhoty již byly zvýšeny nad pás a měly šle. Kabát byl kratší a materiál byl oproti první variantě pevnější. Nevýhody této varianty jsou stejné jako u první verze obleku, ale oblast beder již byla kryta. Zimní forma obleku byla stejná jako v první variantě [14–15]. Přes veškeré nevýhody těchto zášahových obleků byly používány velmi dlouhou dobu. Tyto obleky se postupně přestávaly používat s příchodem zcela nových zášahových obleků vyrobených především z tkanin NOMEX[®] za použití vlhkostní bariéry GORE-TEX[®]. Obě tyto speciální tkaniny jsou patentovány výrobcem DuPont[™] respektive firmou W. L. Gore[™].

2.2 Historie ochranných zásahových obleků po roce 1990

V „polistopadovém období“, začal závod ve vybavování požárních útvarů zcela novými a především velmi kvalitními, komfortními, ale také dražšími zásahovými obleky.

2.2.1 Zásahové obleky zahraničních výrobců

Mezi prvními obleky po roce 1990, které byly do Československa dovezeny ze zahraničí, byly obleky firem GLOBE™ a Isotemp sídlící v USA a obleky firmy Bristol Uniforms LTD sídlící ve Velké Británii.

První zmíněný výrobce zásahových obleků firma GLOBE™, patřila a patří mezi světovou špičku ve výrobě zásahových obleků a to již od roku 1887. Tyto obleky v devadesátých letech do Československa a později do České republiky dovážela firma HasCentrum patřící pod HZSMO. Na naše území bylo dovezeno několik variant obleků GLOBE™. První z nich „Traditional“, který v našich podmínkách byl známý i od jiných firem jako DEVA F-M. s.r.o., Otavan, Bristol atd. Tento oblek byl složený s tříčtvrtečního kabátu, doplněný tradičními kalhotami do pasu. Zjednodušený kabát oproti tradičnímu byl dovážen pod názvem „Contender“, proto se jednoduše kombinoval s tradičními kalhotami. Zásahová kombinéza „Astra“ se skládala z pracovních kalhot se zvýšenou přední a zadní částí, tím mohl být kabát nahrazen pouze krátkou zásahovou bundou, což výrazně zvyšovalo osobní komfort použitelnosti. Čtvrtým, a současně nejmodernějším a nejpohodlnějším oblekem firmy, je model „GX – 7“ a „G – Xtreme“ na obr. č. 2. Tento model v sobě spojil veškeré nejlepší vlastnosti všech předešlých variant. Ve své době tento oblek patřil k tomu nejlepšímu, co mohl světový trh nabídnout. Avšak pro perfektní protipožární vlastnosti, střih a komfort všech zmíněných obleků firmy GLOBE™, se nějak výrazně nerozšířily [17, 41].

Obr. č. 2 Zásahový oblek GLOBE™ G – Xtreme [43]



Dalším zmíněným výrobcem zásahových obleků firma Isotemp pronikla k našim hasičům mnohem razantněji a s jejími obleky se můžeme setkat v řadách hasičů ještě v dnešní době. To jen dokazuje, jak tyto obleky měli a dodnes mají perfektní vlastnosti. Samotný oblek se charakterizoval „kožíškem“ uvnitř kabátu a hladké vložky uvnitř kalhot [32].

V letech 1996 s příchodem nových zásahových vozidel z Velké Británie značky Dennis k HZS Hl. města Prahy, došlo touto zakázkou i k dovozu zcela nových zásahových obleků Bristol A26. Jednalo se o klasický dvoudílný zásahový oblek, kde kabát měl pevně všitou látkovou podšívku, na rozdíl od kalhot, které měli napevno všitou pogumovanou vložku. Reflexní pruhy měly jiný styl našití, než dnešní obleky firmy DEVA F-M. s.r.o. a byly celé stříbrné barvy. Obecně lze říci, že oblek značky Bristol, byl na štíhlejší postavy, což pro hasiče, kteří mají pokročilé břicho, znamenalo snížení komfortu použitelnosti při zásahu. Tento problém obleky od firmy DEVA F-M. s.r.o. v žádném případě nemají. V porovnání s konkurenčními zásahovými obleky, byl oblek ušit z jednoznačně lepšího materiálu, měl lepší kvalitu švů, zápěstních manžet a kšand. Za zmínku také stojí velmi malá hmotnost obleku. Za zcela podstatný nedostatek tohoto obleku pokládám absenci kapes na radiostanici a drobné nářadí, ale také horší odvod vlhkosti. V současné době obleky Bristol (obr. č. 3) slouží jako hmotné rezervy u HZS Hl. města Prahy, celkový počet dovezených kompletů do ČR je přes 1250 kusů [31]. U zásahových obleků platí taktéž pravidlo, že ten nejdražší zásahový oblek nemusí být zdaleka ten nejlepší a nejkomfortnější. Obecně řečeno na ochraně hasiče by se nemělo v žádném případě šetřit. Navrácení všech hasičů od zásahu bez újmy na zdraví, je daleko cennější, než zničení zásahového obleku.

Obr. č. 3 Zásahový oblek Bristol Uniforms LTD [44]



2.2.2 Zásahové obleky domácích výrobců

V současné době je v ČR řada výrobců ochranných zásahových obleků pro hasiče splňující ty nejpřísnější kritéria dle platných norem. Nechci zde popisovat detaily výrobků jednotlivých firem, bylo by to zbytečné a není to cílem mé práce. Nejdále ve vývoji a výrobě zásahových obleků pro hasiče na území ČR je firma DEVA F-M. s.r.o. z Frýdku Místku, jelikož tuto diplomovou práci zpracovávám ve spolupráci s touto firmou se zaměřením právě na její výrobky, tak této firmě a jejích výrobků budu detailněji věnovat v dalších kapitolách práce. Za zmínku určitě stojí nová řada výrobků řady „Fénix“ (obr. č. 4) firmy VÝVOJ – oděvní družstvo v Třešti, kterou na český trh dodává firma Výzbrojna požární ochrany. Tyto obleky jsou ve třech variantách provedení s různou skladbou materiálů. V současné době probíhá certifikace těchto výrobků [38].

Obr. č. 4 Zásahové obleky řady Fénix I. – III. [38]



Dalším velmi známým výrobcem zásahových obleků na území ČR je firma Zahas s.r.o. Tato firma využívá rovněž nejnovějších poznatků z vývoje tkanin a samotných obleků, kterou doplňuje osobními zkušenostmi samotných hasičů, tak aby bylo maximálně dosaženo požadovaných vlastností zásahových obleků. Sortiment této firmy je složen z celé řady kvalitních zásahových obleků, z nichž nejzajímavější jsou výrobky řady „Dragon“ a „Dragon Comfort“, využívající technologií TWIN SPACER® a TWIN SYSTEM® [39]. Spojením těchto technologií poskytuje zásahový oblek uživateli maximální ochranu a osobní komfort při použití.

3 FIRMA DEVA F-M. s.r.o.

3.1 Charakteristika firmy DEVA F-M s.r.o.

Firma DEVA F-M. s.r.o. vznikla v roce 1993 se sídlem ve Frýdku Místu v Moravskoslezském kraji jako prvotní specializovaný výrobce ochranných oděvů nejen pro složky IZS, ale také pro různé profese v průmyslu. Téměř veškerý sortiment firmy je charakterizován vysokou ochranou vůči extrémním podmínkám, jako jsou plameny, sálavé teplo, voda, chemikálie, ale samozřejmě také klimatické podmínky.

Během velmi krátké doby se firma vypracovala mezi špičkové výrobce ochranných zásahových obleků pro hasiče. Stala se dominantním dodavatelem zásahových obleků a dalšího sortimentu pro hasičské záchranné sbory a sbory dobrovolných hasičů na území ČR. V současné době export firmy tvoří okolo 60 % z celkové produkce. Mezi největší zahraniční odběratele patří Slovensko, Polsko, Švýcarsko, Slovinsko. Celý sortiment zásahových obleků pro hasiče splňuje ty nejpřísnější kritéria dle převzaté evropské normy ČSN EN 469:2006, podle které obleky podléhají jednak státní zkušebně, ale také několika akreditovaným zahraničním zkušebnám. Mezi ceněné úspěchy firmy DEVA F-M. s.r.o. patří:

- 1994 – získání licence na zpracování membrány GORE-TEX
- 1995 – partner NOMEX[®] Quality Programme firmy DuPont[™], první ve střední a východní Evropě
- 1996 – získání certifikátu ISO 9001 – systém řízení jakosti
- 2001 – cena European Growth Award firmy DuPont[™]
- 2002 – Čestná medaile MVČR

Velký důraz klade firma do inovace a vývoje svých svého sortimentu, proto došlo v roce 1998 k zavedení tzv. CAD – systému a v roce 2000 byla zprovozněna automatická stříhací linka Bullmer. Celkové produkci už samozřejmě nestačilo původní sídlo firmy, a proto došlo v roce 1998 k modernizaci celého zázemí firmy a v roce 2006 došlo k otevření zcela nové výrobní haly s rozšířením výrobních kapacit zobrazené na obr. č. 5 [23].

Obr. č. 5 Sídlo a výrobní hala firmy DEVA F-M. s.r.o. [40]



3.2 Sortiment ochranných zásahových obleků pro hasiče

Jak už bylo zmíněno, firma DEVA F-M. s.r.o. se zabývá výrobou celé řady zásahových, tak i ochranných obleků. V této kapitole, bych rád přiblížil sortiment zásahových obleků pro hasiče, splňující požadavky na ochranný zásahový oblek dle ČSN EN 469:2006 [2].

3.2.1 Zásahový oblek FIREMAN III

Specifikace obleku:

- dvojdílný, vícevrstvý oblek pro hasiče, který odpovídá ČSN EN 469:2006 [2],
- používané prvky střihu „ACTION“ stejně jako u modelu FIREMAN V,
- pevně vsazená vložka v kabátu i kalhotách,
- zesílená oblast kolen,
- nízká hmotnost obleku,
- nejlevnější výrobní řada zásahového obleku pro hasiče,
- oblek vhodný pro jednotky sboru dobrovolných hasičů.

Materiálové složení:

- **vnější vrstva** – NOMEX[®] Tough – 195 g / m²
- **vlhkostní bariéra** – PU membrána H 825, 120 g / m²
- **tepelná bariéra** – Aramid regenerát, podšívka NOMEX[®] / VS FR – 250 g / m²
- **reflexní pásy** – 3M Scotchlite[™], 75 mm, barva podle výběru [23, 40]

Obr. č. 6 Zásahový oblek FIREMAN III [40]



3.2.2 Zásahový oblek FIREMAN V – DIAMOND

Specifikace obleku:

- Jedná se o nejrozšířenější oblek (v současné době je nahrazován modelem FIREMAN TIGER) z produkce firmy, vyznačující se vysokým komfortem mimořádnými ochrannými vlastnostmi, doplněné použitím technologie stříhu „ACTION“. Délka kabátu je 81 cm a oproti klasickým zásahovým oblekům je kratší, což minimalizuje váhu na ramenou za zvýšení celkové pohyblivosti hasiče při zásahu.

Komfortní prvky obleku:

- spodní rukáv minimalizuje zvedání kabátu,
- loket poskytuje přirozený ohyb rukávu,
- koleno dovoluje přirozený pohyb,
- klín redukuje tah,
- Micro Rip-Stop vazba – dvojnásobná pevnost v trhu,
- kapsa na radiostanici,
- kroužek pro rukavice pod patkou kapsy.

Volitelné části obleku:

- reflexní, fluorescenční nebo photoluminescenční pásy,
- reflexní nápis na zádech,
- držák baterky,
- prodloužený kabát – samostatně.

Materiálové složení:

Materiálové složení je zkombinováno dle přání zákazníka a má pět základních variant. Vlhkostní a tepelná vrstva je sešitá a odnímatelná pomocí druků. Dle přání zákazníka může být všitá do vnější vrstvy.

- **vnější vrstva** – NOMEX[®] Tough – 200 g / m² nebo PBI[®] / KEVLAR[®] 205 g / m².
- **vlhkostní bariéra** – GORE-TEX[®] (Fireblocker N nebo Airlock) nebo PROLINE[®] FR Fabric 89 / 52.
- **tepelná bariéra** – NOMEX[®] Lining nebo PARALINEX[®] II.
- **reflexní pásy** – 3M Scotchlite[™], 75 mm, barva podle výběru [23, 40]

Obr. č. 7 Zásahový oblek FIREMAN V – DIAMOND [40]



3.2.3 Zásahový oblek FIREMAN TIGER

Specifikace obleku:

- V současné době, se jedná o nejrozšířenější zásahový oblek, který byl jednak vývojem a spojením všech špičkových vlastností předešlých modelů vyroben s velmi vysokou kvalitou osobního komfortu a bezpečnosti při zásahu. Jedná se opět o oblek s kratším kabátem a kalhoty s vyvýšeným pasem. V exponovaných částech obleku je realizován ergonomický střih. Celková hmotnost tohoto obleku je pouze 2,85 kg, což představuje materiálová skladba 540 g / m².
- Vnější vrstva zásahového obleku má povrchovou úpravu SOFIGUARD[®] splňující ČSN EN ISO 6530 (Ochrana proti kapalným chemikáliím) po 30 pracích cyklech při teplotě 60 °C a sušení nebo chemického čištění bez nutnosti další reimpregnace tkaniny.
- Podšívka je upravena technologií SOFIDRY[®], která představuje permanentní odvod tepla a vlhkosti, což zvyšuje komfort nošení a výkonnost při nezměněné vysoké ochraně obleku. Tato úprava (umožňující rozpítí stejného množství vlhkosti – potu na větší ploše) umožňuje použít oblek ve velmi krátkém časovém úseku po pracím cyklu nebo zásahu díky jeho rychleschnoucím vlastnostem. Podšívka je svou strukturou prokazuje výborné vlastnosti v tom, že nezadržuje vlhkost a je naopak velmi prodyšná, zajišťuje snadné a rychlé větrání a schnutí [24, 40].

Komfortní prvky obleku:

- redukce hmotnosti a objemu,
- výborná prodyšnost,
- vysoká pohyblivost,
- minimální absorpce vlhkosti,
- zvýšení výkonnosti při práci, redukce tepelného stresu,
- kovový bezpečnostní uzávěr se sníženou hořlavostí,
- zesílená oblast kolen a zápěstí pomocí manžety,
- ventilační kroužky zajišťující odvětrání vrstev na konci rukávů,
- protivzlínavá bariéra zabraňující vzlínání vlhkosti na podšívce,
- Micro Rip-Stop vazba – dvojnásobná pevnost v trhu.

Materiálové složení:

- **vnější vrstva** – NOMEX[®] Tough DIAMOND – 200 g / m² – úprava SOFIGUARD[®]
- **vlhkostní bariéra** – GORE-TEX[®] Fireblocker N – 140 g / m²
- **tepelná bariéra** – NOMEX[®] Komfort / Aramid Grid – 200 g / m² – úprava SOFIDRY[®]
- **reflexní pásy** – 3M Scotchlite[™], 75 mm, barva podle výběru [23, 24, 40]

Obr. č. 8 Zásahový oblek FIREMAN TIGER [40]



4 PRÁVNÍ RÁMEC OCHRANNÉHO ZÁSAHOVÉHO OBLEKU

Každý ochranný zásahový oblek, který hasiči využívají ke každodenní zásahové a jiné činnosti musí splňovat veškeré právní předpisy a technické parametry stanovené příslušnými vyhláškami a normami.

4.1 Základní právní předpisy

Základní pilř pro provedení ochranného zásahového obleku vychází z vyhlášky MV č. 255 / 1999 Sb., o technických podmínkách věcných prostředků požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů. Tato vyhláška je rozcestníkem pro jednotlivé věcné prostředky, které jsou zde charakterizovány pomocí technických parametrů. Jestliže výrobce chce, aby jeho produkt byl zařazený do prodeje a následně do výbavy JPO, tak musí veškeré tyto technické parametry a podmínky splňovat.

Z hlediska kompletace ochranného zásahového obleku, je jasně stanovené provedení kabátu, kalhot, reflexního provedení obleku a dalších příslušných doplňků, které jsou pro zásahovou činnost nezbytné.

Dalším přínosem této vyhlášky je stanovení provedení jednotlivých druhů funkčního prádla, které se používá jako doplněk k ochrannému zásahovému obleku. Je třeba ovšem říct, že při použití ochranného zásahového obleku není stanoveno, aby hasič měl na sobě oblečené funkční prádlo, nebo normální bavlněné prádlo. Jinými slovy, hasič může ochranný zásahový oblek obléct na holé tělo, což však je z hlediska hygienického a hlavně komfortního nereálné.

Důležitým pro hodnocení parametrů ochranných zásahových obleků je norma ČSN EN 469:2006 Ochranné oděvy pro hasiče – Technické požadavky na ochranné oděvy pro hasiče, která je základním kamenem pro hodnocení základních a doplňkových požadavků obleků, určených pro hasiče. V této velmi důležité technické normě jsou požadavky, které musí splňovat ochranný zásahový oblek v jednotlivých zkouškách [2].

4.2 Navazující právní předpisy stanovující jednotlivé požadavky

Za velmi důležité považuji jednotlivé dílčí požadavky popsané a vycházející z normy ČSN EN 469:2006 [2], které se vztahují k jednotlivým částem ochranného zásahového obleku. Tyto požadavky je třeba rozdělit do určitých skupin a to na požadavky, jejichž hodnota musí být vyobrazena příslušnou značnou na výrobním štítku, který musí mít na vnitřní straně každý ochranný zásahový oblek. Další skupinu tvoří požadavky, které jsou sice

důležité, ale výsledky z testů nemusí být zobrazeny na výrobním štítku. Poslední skupinu tvoří povinné a informativní přílohy.

4.2.1 Požadavky vyobrazené na výrobním štítku

Mezi hlavní požadavky, které jsou vyobrazeny na výrobním štítku (obr. č. 9), patří zkouška podle normy ČSN EN 367 Ochranné oděvy. Ochrana proti teple a ohni. Metoda stanovení prostupu tepla při vystavení účinku plamene [6]. Tato zkouška je charakterizována jako přestup tepla – plamene. Další důležitou zkouškou podle normy ČSN EN ISO 6942:2002 Ochranné oděvy – Ochrana proti teple a ohni – Zkušební metoda: hodnocení materiálů a kombinací materiálů vystavených sálavému teple [7]. Tato zkušební metoda klasifikuje přestup tepla – sálavé teplo, při hustotě tepelného toku $40 \text{ kW} / \text{m}^2$. Dále jsou pak na výrobním štítku vyobrazeny dosažené hodnoty z testů na odolnost proti průniku vody a odolnost vůči vodní páře. První zmíněná zkouška je popsána v normě ČSN EN 20811 Stanovení odolnosti proti pronikání vody. Zkouška tlakem vody [8]. Metoda využívá rychlosti zvyšování tlaku. Druhá zmíněná zkouška je popsána v normě ČSN EN 31092 Textilie. Zjišťování fyziologických vlastností. Měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou) [9]. Tato norma definuje, jak musí být ochranný zásahový oblek zkoušen, jestli jako kompletní sestava komponent, nebo sestava vícevrstvého obleku.

Obr. č. 9 Výrobní štítek ochranného zásahového obleku [24]

DEVA F-M. s.r.o. Collo-louky 2140 738 02 Frýdek - Místek Czech Republic	- výrobce ochranného zásahového obleku
<u>Název výrobku</u> FIREMAN - TIGER	- název výrobku
<u>Materiálové složení</u> NOMEX® Tough - DIAMOND - 200 g/m ² GORE-TEX® Fireblocker N - 140 g/m ² NOMEX® Comfort / Aramid Grid - 200 g/m ²	- materiálové složení obleku
<u>Údržba obleku</u> Před praním uzavřete všechny zdrhovadla a etuhové uzávěry. Používejte běžné prací prostředky bez bělicích účinků. Oblek po praní důkladně vymáchejte. Při nadměrném znečištění doporučujeme předpírku, případně chemické čištění. Použijte vyšší teplotu sušení 75 °C a pro obnovu impregnace vnější tkaniny sušte dále po dobu 30 minut.	- základní údržba obleku
 max 20 cyklů praní před reimpregnací	- symboly pro správnou údržbu obleku



- varování

- důležité symboly tvořené výsledky zkoušek

Xf2 – ochrana proti plameni

Xr2 – ochrana proti tepelnému sálání

Y2 – dosažená úroveň ochrany proti průniku vody

Z2 – dosažená úroveň odolnosti vůči vodní páře

- tělesné míry pro použitelnost obleku

- datum výroby

4.2.2 Požadavky nevyobrazené na výrobním štítku

Mezi velmi důležitý parametr, který není vyobrazený na výrobním štítku, patří odolnost proti průniku kapalných chemikálií. Tato zkouška je dána normou ČSN EN ISO 6530 Ochranné oděvy – Ochrana proti kapalným chemikáliím – Metoda zkoušení odolnosti materiálů proti penetraci (pronikání) kapalin [10]. Zkoušení probíhá 10 s aplikací chemikálie na povrch obleku, kdy oblek musí vykazat stupeň odpudivosti větší než 80 % a v žádném případě nesmí dojít k průniku na nejspodnější povrch [2]. Další normou je ČSN EN ISO 15025, Ochranné oděvy – Ochrana proti teplu a ohni – Metoda zkoušení pro omezené šíření plamene, kde je rozhodující index šíření plamene [12].

4.2.3 Povinné a informativní přílohy

Povinnou přílohou normy ČSN EN 459:2006 [2] je příloha B, která řeší viditelnost ochranného zásahového obleku. Veškeré podklady, které viditelnost řeší, jsou uvedeny v normě ČSN EN 471 Výstražné oděvy s vysokou viditelností pro profesionální použití – Metody zkoušení a požadavky [11]. Důležitým faktem je, že reflexní materiál musí být připevněn na nejsvrchnější části ochranného zásahového obleku, kde musí být ze všech směrů viditelný a šířka pásků musí být v provedení 75 mm.

Informativní přílohou je testování na přístrojové figuríně a je zcela dobrovolné. Tato zkouška je však považována za standard a v této diplomové práci je popsána samostatně v kapitole 10. 1.

5 POPIS OCHRANNÉHO ZÁSAHOVÉHO OBLEKU

Pro správné pochopení a vysvětlení konstrukce ochranných zásahových obleků pro hasiče, je nutné objasnit základní terminologii struktury a materiálů použitých při výrobě zásahových obleků. Použité materiály pro samotnou výrobu ochranných zásahových obleků určených pro hasiče, se změnilы v průběhu 90. let 20. století. Stalo se tak díky příchodu zcela nového textilního materiálu NOMEX[®] a vlhkostní bariéry GORE-TEX[®], ale také zpřísněním a postupným zvyšováním požadavků kladených na bezpečnost hasičů při práci.

5.1 Historie materiálů používaných pro výrobu ochranných zásahových obleků

Důležitým faktorem pro hodnocení použitelnosti obleků v podmínkách požáru je hodnota LOI pro daný materiál, ze kterého je oblek vyroben. Samozřejmostí je, že materiály používané při výrobě obleků bez problémů splňují přísná kritéria a dostávají se nad limit LOI 25, při kterém v našich podmínkách určitě hořet nebudou.

Existují ovšem mnohem důležitější faktory, které vypovídají o skutečné vlastnosti chování jednotlivých materiálů v plameni. Obecně platí, že se oděv v plameni nesmí tavit, ukapávat nebo uvolňovat jedovaté zplodiny a navíc během celé expozice v daném prostředí musí vydržet celistvý – nesmí praskat a trhat se. Druhou podmínkou je dobrá izolace lidského těla hasiče od okolního prostředí charakteristického vysokým žářem, což prakticky znamená, že vzduchové vrstvy, které se běžně nacházejí mezi tělem a oblekem, musí být zachovány. Tyto vzdušné polštáře jsou nejlepšími tepelnými izolanty.

Vystavíme – li zásahový oblek tepelným účinkům ohně, tak nesmí hořet (LOI 25), ale také se nesmí srážet, čímž se většina textilních materiálů vystavených plamenům vyznačuje a tím se výrazně snižují izolační schopnosti zásahového obleku.

Příkladem by mohly být např. velmi oblíbené kožené zásahové obleky, které se při vystavení ohni dokázaly srazit až o 30 %, což následně znamenalo vyvinout velké úsilí z tohoto obleku dostat zraněného hasiče, navíc velká srážlivost odbourávala vzduchovou bariéru mezi lidským tělem a zásahovým oblekem. V takových podmínkách docházelo k závažným zraněním a těžkým popáleninám. Pracovní činnost hasiče v těchto oblecích byla velmi ztížena v důsledku pevného sevření a tím omezení celkové pohyblivosti hasiče. Varianty ochranných obleků používaných před příchodem moderních materiálů, neposkytovaly prakticky žádnou ochranu a při zásazích u požárů, se museli hasiči polévat

vodou, aby zmírnili tepelné účinky požáru. Takové postupy jsou v dnešní době spíše ojedinělé a používají se v případě nouze.

Dalším, ve velké míře používaným materiálem pro výrobu ochranných zásahových obleků, byla upravená bavlna a vlna. Tyto obleky se stejně jako u obleků kožených, staly velmi nebezpečnými a to nejen z hlediska možných popálenin, ale také zde nefungoval komfort obleku při celkové prodyšnosti a odvodu lidského potu směrem od těla hasiče. Bylo zaznamenáno mnoho těžkých popálenin. Zraněním se z velké míry zamezilo až zavedením vícevrstvých ochranných obleků [23, 34].

5.2 Materiály používané v současnosti

Zásahový oblek vyrobený v dnešní době musí nabídnout a splňovat daleko přísnější kritéria, než jen celkovou odolnost a ochranu vůči účinkům plamenného hoření a tepla. V dnešní době je nezbytná ochrana zejména proti agresivním chemikáliím (kyseliny, zásady apod.), odolnost vůči pronikání vody z důvodu dlouhodobé práce s vodou a za zhoršených klimatických podmínek. Nové materiály, díky své prodyšnosti umožňují daleko efektivněji odvádět vlhkost a tím redukovat teplotu těla hasiče. Tyto obleky jsou daleko lehčí, než předchozí modely obleků a tím se i práce hasiče stává daleko efektivnější. V zimním období pak oblek poskytuje dostatečnou ochranu hasiče proti prochladnutí a účinkům mrazu. Obleky také musí být osazeny reflexními pruhy pro lepší viditelnost hasiče při práci, ale také pro snadnější nalezení ztraceného hasiče, obzvláště při velkých a nepřehledných zásazích. Takové vlastnosti zásahového obleku se nemůže pochopitelně docílit použitím jednoho specifického materiálu, ale použitím více druhů materiálu tvořící řadu vrstev, které dávají ucelený kompaktní zásahový oblek. Zásahový ochranný oblek se může lišit kombinací různých použitých materiálu při samotné výrobě obleku. Tato skutečnost vychází z požadavků jednotlivých zemí a jejich národními normami, které přesně upravují jednotlivé prvky a parametry ochranného obleku pro hasiče [16, 23, 34].

5.3 Vrstvy ochranného zásahového obleku pro hasiče

Jak již bylo řečeno v minulé kapitole, zásahový ochranný oblek není vyroben z jednoho typu textilního materiálu, nýbrž z celé řady speciálních materiálů dávající kompletní zásahový oblek, skládající se vnější vrstvy, vlhkostní a tepelné bariéry (obr. č. 11, 12). Právě toto třívrstvé složení umožňuje perfektní odolnost vůči ohni, chemikáliím a různým klimatickým podmínkám oproti oblekům jednovrstvým, které takovou ochranu

nemohou splnit. Všechny vrstvy zásahového obleku jako celek musí splňovat podmínku opakovaných cyklů praní, údržby a samotného nošení při zásahu, aniž by se znehodnotily ochranné a komfortní vlastnosti. Pro správnou funkci ochranného obleku je velmi důležitá zvolená velikost, kdy takový oblek musí hasiči „padnout na míru“ s tím, že musí dojít k dokonalé harmonizaci obleku a funkčních doplňků používaných pro osobní ochranu hasiče. Při použití ochranného obleku hraje také velkou roli v ochraně hasiče množství vzduchových polštářů a to jednak mezi tělem hasiče a použitým funkčním prádlem, ale také mezi tímto prádlem a spodní vrstvou ochranného obleku. Dále se tato vzduchová izolační vrstva nachází mezi jednotlivými vrstvami ochranného obleku (obr. č. 10).

Obr. č. 10 Skladba jednotlivých vrstev zásahového obleku pro hasiče



1. Okolní prostředí (místo mimořádné události).
2. Vnější vrstva zásahového obleku.
3. Vlhkostní bariéra.
4. Tepelná bariéra.
5. Vzduchová kapsa mezi zásahovým oblekem a funkčním spodním prádlem.
6. Funkční spodní prádlo.
7. Mikroklima mezi pokožkou lidského těla a funkčním spodním prádlem.
8. Tělo hasiče.

5.3.1 Požadavky na materiál a design ochranného zásahového obleku pro hasiče:

- nesmí zvyšovat nebezpečí,
- působením přímého plamene nebo kapek tekutého kovu se nesmí zapálit a dále pak hořet,
- působením plamene se nesmí tavit a vytvářet otvory,
- během životnosti musí být oblek z daného materiálu celistvý,

- nesmí docházet ke srážení působením tepla,
- pro uživatele musí být příjemný na dotek a nesmí ho zraňovat a dráždit pokožku,
- musí prokázat stálost při opakovaném praní a čištění, kdy nesmí dojít ke ztrátě původních rozměrů obleku,
- musí zabraňovat penetraci vody nebo jiných kapalin,
- musí splňovat antistatickou funkci (zabránění kumulace elektrostatického náboje),
- materiál nesmí být škodlivý pro lidský organismus,
- tepelná izolace – při tepelném působení prouděním nebo sáláním mají materiály ochranného obleku odolávat po určitou dobu přestupu / vedení tepla, které by mohlo vést k popálení uživatele obleku,
- materiál má odolávat popálení při kontaktu s plamenem,
- materiál musí být prodyšný a komfortní při dlouhodobém nošení,
- oblekem musí být zajištěna ochrana trupu, nohou a paží. Obleky dvoudílné musí mít dostatečné překrytí k ochraně střední části trupu,
- oblek musí poskytovat vysokou viditelnost v nočním a světelně ztíženém prostředí,
- pevnost švů a uzávěrů, by měla být stejná jako pevnost samotného materiálu [16].

5.3.2 Vnější vrstva

Vnější vrstva je nejčastěji tkanina, která je inherentně nehořlavá, nesráží se a chrání tak vnitřní vrstvy proti ohni a záru. Nejčastějším materiálem používaným na tuto vrstvu je NOMEX[®], PBI[®] / KEVLAR[®]. Tato vrstva je nejvíce vystavena tepelnému namáhání a proto při dosažení kritických hodnot tepla působícího na oblek odolává a poskytuje své ochranné vlastnosti omezenou dobu. Dále by tato vrstva měla být poměrně lehká a ohebná, ale musí si zachovávat stálou pružnost, oděruvzdornost a být trvale antistatická.

Tato vrstva musí poskytovat odolnost proti:

- roztrhnutí,
- prořezání,
- plameni,
- propíchnutí.

5.3.3 Vlhkostní bariéra

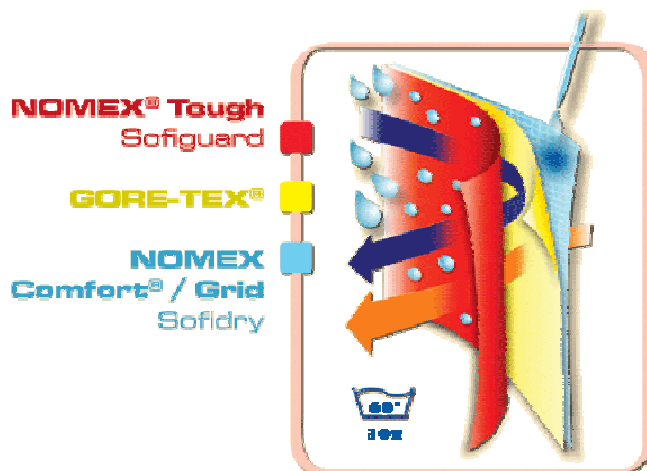
Pod nehořlavou tkaninou bývá nejčastěji vlhkostní bariéra – membrána, která plní funkci ochrany proti vodě, vlhku, větru a chemikáliím. Díky mikroporézní struktuře,

membrána umožňuje vypařování potu a tělesné vlhkosti směrem ven od těla. Nedovolí však zvenčí kapalinám a vlhkosti pronikat směrem dovnitř k lidskému tělu. Tyto membrány jsou rovněž nehořlavé, vyrobené z Teflonu nebo velmi obtížně hořlavé z polyuretanu. Kvalita membrány a její schopnost dýchat s vnějším a vnitřním prostředím, jsou určujícími faktory pro celkový komfort použitelnosti zásahového obleku při nošení. Nejznámější membránou používanou při výrobě zásahových obleků je GORE-TEX[®], který je nanesený na velmi tenkém textilním materiálu obchodní značky KEVLAR[®].

5.3.4 Tepelná bariéra

Za membránou pak následuje vrstva splňující izolační vlastnosti a to hlavně pronikání tepla k lidskému tělu. Tato vrstva je odolná vůči konvekčnímu, kondukčnímu a radiačnímu teplu a většinou bývá vyrobena z tkaniny NOMEX[®], KEVLAR[®] nebo kombinovaných materiálů jako je například PARALINEX[®]. Kombinací textilních materiálů dochází ke zvýšení významných vlastností, které postrádají jednotlivé textilní materiály. Tato bariéra poskytuje stálou kontrolu a rovnováhu mezi účinky tepla a tepelného stresu [23, 34].

Obr. č. 11 Příklad materiálového složení vrstev s povrchovou úpravou (FIREMAN TIGER) [40]



Obr. č. 12 Materiálové skladba třívrstvého zásahového obleku pro hasiče [23]

- 1) vnější vrstva
- 2) vlhkostní bariéra
- 3) tepelná bariéra



6 TEXTILNÍ MATERIÁL NOMEX[®] A VLHKOSTNÍ BARIÉRA GORE-TEX[®]

Jak již bylo výše v mé diplomové práci uvedeno tak mezi nejčastěji používané technické textilie při výrobě ochranných zásahových oděvů pro hasiče je textilie vyrobená z technického vlákna NOMEX[®] a speciální vlhkostní bariéra GORE-TEX[®]. Tyto přední textilní polotovary velkou měrou přispívají ke zvýšení ochranných a komfortních vlastností samotného zásahového obleku učeného pro hasiče.

V dnešní době na celém světě existuje celá řada, ať už více či méně úspěšných výrobců technických vláken či speciálních membrán a vložek. Mezi nejpřednější výrobce těchto materiálů patří bezesporu americký chemický gigant DuPont[™]. Tato firma byla založena v roce 1802 francouzským emigrantem Eleuthere Irenne du Pont. Tato firma pronikla do Evropy až v roce 1956 respektive do východní Evropy, až v 90. letech 20. století. ČR patří mezi největší a nejdůležitější partnery této firmy ve střední Evropě, na našem území má řadu obchodních partnerů, jedním z nich je právě firma DEVA F-M s.r.o. a to v rámci programu NOMEX[®] Quality [18]. Dnešní postavení této významné firmy ve svém oboru nemá obdoby a svým nabízeným sortimentem technických vláken celosvětovému trhu patří mezi špičku.

Mezi nejznámější výrobce vlhkostních bariér patří americká firma W. L. Gore[™]. Její vlhkostní membrána GORE-TEX patří mezi nejlepší vlhkostní bariéry pracující zcela na odlišném principu, než veškeré konkurenční výrobky.

6.1 Popis a vlastnosti technického vlákna NOMEX[®]

Technické vlákno NOMEX[®] a jeho výjimečné technické vlastnosti (pevnost, tepelná stálost v žáru) využitelné pro výrobu ochranných zásahových obleků pro hasiče, spočívají v jeho chemické struktuře.

Samotné uspořádání vazeb uvnitř a kolem kruhu je daleko pevnější, než alifatické uspořádání řetězců. Spojením tohoto aromatického kruhu s uhlovodíkovými řetězci se vytvoří aromatické uhlovodíkové řetězce (aromatický polyamid), které jsou odlišné od rovinných polyamidů. Takovou chemickou strukturu nazýváme „Aramidy“ (v našem případě se NOMEX[®] řadí do skupiny meta – aramidů), jejichž hlavní výhodou je, že vysoce pevné vlákno působením žáru neteče a netaje. Z toho vyplývá, že NOMEX[®] je chemicky i tepelně velmi odolný [19].

Vlastnosti spojené s ochranou zdraví při práci mají tato vlákna pevně dané ve své již zmíněné chemické struktuře, což je velkou výhodou, jelikož tyto vlákna se již nemusí dále technicky upravovat, oproti konkurenčním materiálům s povrchovou nehořlavou strukturou, která po čase ztrácí svou nehořlavou vlastnost a dochází k tepelné degradaci působením tepelného namáhání.

Tepelně izolační vlastnosti vlákna NOMEX[®] spočívají v jejich karbonizaci, jelikož k tomuto ději dochází, až kolem teploty 380 °C. Při této teplotě zároveň nedochází již k zmiňovanému tání a tečení tohoto materiálu. Jestliže materiál zbavíme zdroje zapálení, tak dojde k samozhašecí funkci. Při působení přímého plamene na nomexová vlákna dochází k jejich postupnému zhušťování, čímž se stávají objemnějšími za vzniku ochranné vzduchové kapsy mezi zdrojem plamene a samotnou pokožkou. Tato ochranná vzduchová kapsa zůstává pružná až do ochlazení. Tím se stává ochranou proti působení přímého plamene [20]. Nutno dodat, že při působení tepelné zátěže na tento materiál, nedochází ani k jeho přetržení a následné ztrátě celistvosti, ani k vývinu nebezpečných toxických zplodin, které by mohly negativně ovlivnit uživatele.

Až na několik výjimek obsahují všechny směsi NOMEX[®] antistatické vlákno P140 s uhlíkovým jádrem. Kromě samotného zvyšování bezpečnosti v provozech, kde se vyskytují hořlavé prachy a plyny, pomáhá vlákno P140 odstranit nepříjemné jiskření oděvů, což bývá projevem u textilních materiálů vyrobených z umělých vláken [21].

Tato jedinečná vlákna jsou na trh dodávány v několika úpravách jako např. základní úprava NOMEX[®] III., NOMEX[®] DeltaC[™], NOMEX[®] DeltaT[™] a další varianty tohoto vlákna ve směsích s jinými odolnými chemickými vlákny, které samotnému nomexu zvyšují již tak vynikající vlastnosti.

6.1.1 Pohodlí a komfort technického vlákna NOMEX[®]

Samotný komfort technického vlákna NOMEX[®] je velmi důležitý pro dokonalé a bezpečné užití za různých, mimořádných událostí (u hasičů především za účinku požáru). Skupina zásahových obleků a doplňkových oděvů vyrobených z nomexových vláken je výrazně lehčí a prodyšnější, než obleků z tradičních materiálů a výsledkem je lepší ochrana proti žáru a plameni [22]. V dnešní době se vyrábí celá řada různě upravených nomexových vláken, které jsou dle požadavků konečných odběratelů zásahových obleků a osobního oblečení navzájem kombinovány tak, aby se docílilo maximálního pohodlí. Většinou se jedná o povrchovou úpravu samotné textilie, která zachovává své vlastnosti při zvýšené námaze

hasiče, ale také při samotné údržbě zásahového obleku. Zhodnocení celkového komfortu zásahového obleku jako celku bude podrobněji rozebráno v samostatné kapitole a také v závěrečné části této diplomové práce.

Zhodnocení komfortu zásahového obleku nelze provádět pro všechny skupiny uživatelů komplexně, jelikož každý hasič má odlišnou fyziologickou stavbu těla. Tento fakt z velké míry ovlivňuje celkový komfort uživatele ochranného zásahového obleku.

V neposlední řadě investice do nomexového vlákna se zcela jistě vyplatí, jelikož jeho životnost oproti běžným textilním vláknům je mnohonásobně vyšší a i po letech používání vypadají velmi pěkně. Taková investice přinese úsporu finančních prostředků.

6.2 Popis a vlastnosti vlhkostní bariéry GORE-TEX®

Technická membrána GORE-TEX® způsobila velký přelom mezi textilními produkty, jelikož je postavena na zcela odlišném provedení, než mají jiné konkurenční výrobky (Porotex, Dry-tex atd.). Většina konkurenčních výrobků je často zaměňována právě s membránou GORE-TEX®. Toto přirovnání je však špatné a to hned z několika důvodů.

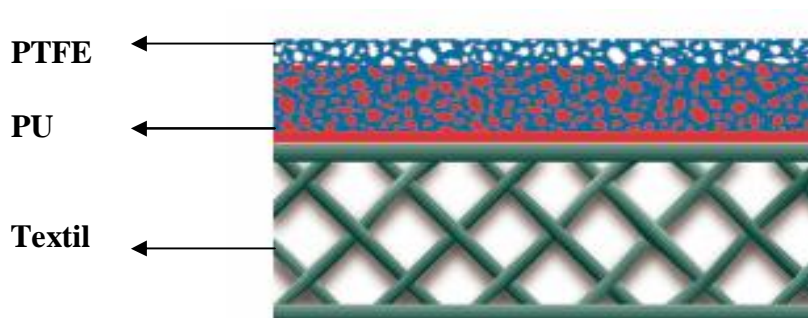
Principem membrány GORE-TEX® je samostatná existence, nebo v určitých případech bývá membrána součástí nosného materiálu ve formě nalaminování. Velká část konkurenčních materiálů je vyrobena a aplikována na principu zátěru. Další odlišností je, že tato membrána je z polytetrafluoretylenu (dále jen PTFE) oproti ostatním výrobkům, které jsou na bázi polyesteru (dále jen PES) či polyuretanu (dále jen PU). Nepronikavost a prodyšnost je u zatěrových materiálů dána tloušťkou nánosů, čím větší tloušťka, tím je konečný výrobek méně promokavý, ale na druhou stranu s horší prodyšností. Jestliže bychom srovnávali membránu GORE-TEX® s materiálem na bázi zátěru a konkurenční membrány, tak při zachování stejné nepromokavosti, je prokazatelně nižší prodyšnost u ostatních materiálů (cca 20 %), než u membrány GORE-TEX®. Tato membrána zobrazená na obr. č. 13, 14, 15 se řadí do skupiny výrobků označených Waterproof [3, 25, 42].

Negativní pohled na membránu vyvolává vysoká cena zpracování, jelikož technologie při samotné výrobě a následné zakomponování do kompletního výrobku je technologicky velmi složitá. Velký důraz se také klade na kontrolu provedení a ochrany švů zásahových oděvů, tak aby zůstala neporušena jejich celistvost. Takto kontrolované výrobky, které mají v sobě zakomponovány membránu GORE-TEX®, mají právo na označení visačkou „GORE-TEX Guarantee“, která je zárukou vysoké kvality.

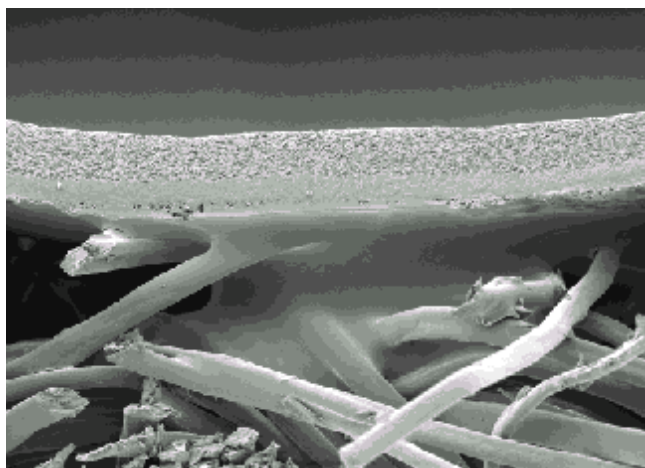
6.2.1 Přednosti a komfortní vlastnosti membrány GORE-TEX®

Jak již bylo výše zmíněno, tak membrána GORE-TEX® patří mezi nejlepší materiály svého druhu, vykazující vysoké nároky voděodolnosti a prodyšnosti. Nesmím zde ale opomenout další přednost tohoto materiálu a to větruodolnost, která je dána „labyrintovou“ strukturou membrány, kdy tento složitý labyrint představuje nepřekonatelnou překážku pro povětrnostní vlivy. Komfort je založený na poréznosti (takřka 1,4 miliardy pórů na 1 cm²) membrány vyrobené natahováním PTFE za vysoké rychlosti. PTFE je sám o sobě voděodolný a je to dáno velikostí pórů v membráně, které jsou 20 000krát menší než kapičky vody, ale přitom 700krát větší, než molekuly vodní páry, která tak může volně proudit od těla hasiče a zásahový oblek se stává daleko prodyšnější. Všechny zmíněné jedinečné vlastnosti, dávají membráně GORE-TEX® velký náskok před konkurencí [3–4, 25, 42].

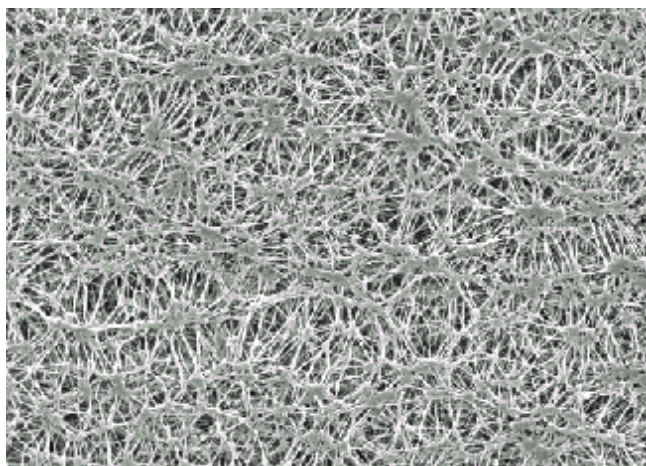
Obr. č. 13 Struktura membrány GORE-TEX® [25]



Obr. č. 14 Detail struktury membrány GORE-TEX® [25]



Obr. č. 15 Detail povrchu membrány GORE-TEX® [25]



6.2.2 Faktory ovlivňující prodyšnost

Samozřejmě i membrána GORE-TEX® má své limity a nelze v určitých případech čekat zázraky. Nejvíce nepochopení se dá shledat okolo problému s prodyšností. Celková prodyšnost lidského těla se hodnotí podle veličiny MVTR (Moisture Vapor Transmission Rate), která vyjadřuje rychlost přenosu vlhkosti, která udává, kolik g vlhkosti dokáže propustit 1 m² dané membrány nebo zátěru za časový úsek 24 hodin. Mezi nepromokavými textiliemi je membrána GORE-TEX® nejprodyšnější a dosahuje hodnot MVTR mezi 8000 – 12 000 [g.m⁻²/den]. Pro srovnání je třeba uvést přibližný povrch lidského těla, který činí 1,75 m², tento povrch obklopuje zásahový oblek. Pokud srovnám hodnoty z tabulky (viz níže) s hodnotami MVTR, tak membrána GORE-TEX propustí páru bez omezení při odpočinku a průměrné aktivitě.

Teplota lidského těla při vysoké aktivitě se pohybuje okolo 37 °C, kdy pohybem a namáhavou prací zasahujícího hasiče vzniká více tepla. To způsobuje nadměrné pocení, které je účinným regulátorem lidského organismu proti přehřátí. Při této namáhavé činnosti, kterou zásah u mimořádné události bezesporu je, odchází z lidského těla až tři litry tělesných tekutin během jedné hodiny (tab. č. 1). Při tak vysoké aktivitě už nemusí docházet ke kompletnímu odvodu všech par od těla hasiče, a proto hasič musí provádět určitá opatření (uvolnění obleku rozepnutím manžet, použitím speciálního funkčního prádla). Taková opatření se však nedají dělat při každém zásahu a proto k nedokonalému odvodu vlhkosti může dojít. Jestliže, ale hasič tyto postupy použije, tak se vystavuje nebezpečí popálení těla horkými plyny a teplem od požáru [3–4, 25, 42].

Tab. č. 1 Uvolnění tekutin z lidského těla pokožkou

Lidská činnost	Pokožkou uvolněné tělesné tekutiny [g / hod]
Odpočinek	70 – 90
Průměrná aktivita	500
Vysoká aktivita – zátěž u zásahu	1000 – 3000

- Aby bylo dosaženo co nejlepší prodyšnosti z prostředí vnitřního směrem ven od těla hasiče a naopak, musí být splněny určité podmínky. Mezi tyto podmínky se řadí samotná koncentrace vodní páry a její prostup na stranu, kde je tato koncentrace nižší. Dalším aspektem je rychlost prostupu vodní páry, kde rychlost je závislá na rozdílu teplot uvnitř a vně membrány. Proto vysokou prodyšnost samotní hasiči ocení, nejen při zvýšené fyzické námaze, ale také při vysokém rozdílu teplot při požáru.
- Každá vrstva obklopující lidské tělo, která má chránit před specifickými účinky zároveň tvoří překážku. Tato překážka zpomaluje průchod vodní páry do volného prostoru. Z tohoto hlediska je žádoucí udržet pocení na jisté úrovni, tak aby zůstala zachována rovnováha mezi vznikajícím a odvedeným množstvím tělesných tekutin. Pro udržení pocení na minimálních hodnotách, tak je třeba zvolit i optimální skladbu funkčního spodního oblečení. Toto oblečení by mělo být vyrobeno ze syntetických vláken, které dokážou pot velmi rychle odvést od pokožky a roznést na velmi velkou plochu, při které je odpaření a následný odvod směrem od těla hasiče nejefektivnější. Nevhodné je použití bavlněného spodního oblečení, kde se pot vsakuje do vlákna.
- Problém může také nastat, jestliže mezi tělem a vlhkostní bariérou vznikne příliš velká vzdálenost. Při takové mezeře může dojít k efektu rosného bodu. Vodní pára při opuštění pokožky směrem ven od těla hasiče může zchladnout v takové míře, že dojde ke kondenzaci ve vodu a tu GORE-TEX® nepropouští ven ani dovnitř. Vodní pára přechází ve vodu, jestliže klesne teplota pod oblekem, nebo koncentrace vodní páry přesáhne danou mez. Pro zamezení účinku rosného bodu je použití vhodného funkčního prádla a přiměřené větrání při odpočinkových intervalech [4, 25, 42].

6.2.3 GORE-TEX® určený pro hasiče

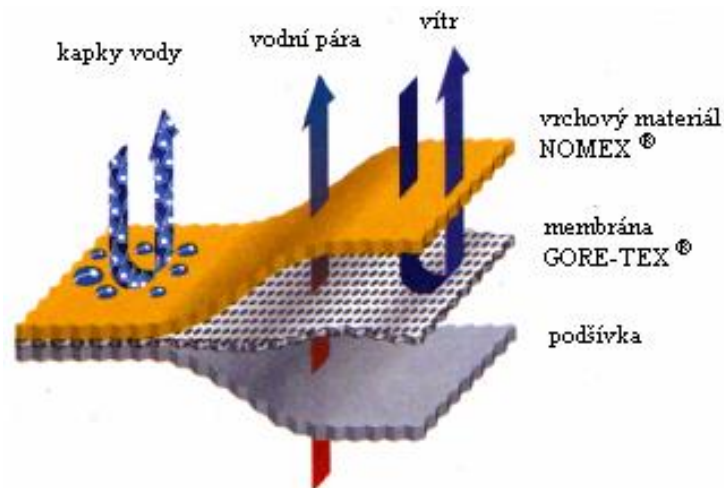
Konstrukce konečného výrobku je složena ze tří vrstev zobrazených na obr. č. 16, kdy membrána je vložena mezi vnější vrstvu a podšívku (tepelná bariéra). Pro použití při výrobě zásahových obleků pro hasiče je tato varianta přímo stvořena. Tento třívrstvý materiál odolává velmi dobře odírání při práci. Při zpracování takové struktury konečného výrobku (v

našem případě zásahového obleku pro hasiče) vznikají švy, které se utěšňují speciální páskou, kterou nanese v daných parametrech (vysoký tlak a teplota) svařovací stroj. Tato forma membrány je velice stabilní, jelikož je nehořlavá, nespéká se a neodkapává v prostředí s vysokou teplotou, při které tato membrána zůstává uzavřena a tím maximálně chrání lidskou kůži proti tepelným nárazům.

Zhodnocení hlavních předností třívrstvého GORE-TEX[®]:

- odolnost proti teple nad 190 °C,
- podstatně prodyšnější než PU a PES,
- odolnost proti všem chemikáliím,
- vysoká odolnost proti kontaktnímu teple,
- čištění zásahového obleku za sucha,
- vodotěsnost po více než 25 pracích cyklech,
- jednoduchá a rychlá oprava se speciální sadou,
- delší životnost, než konkurenční materiály,
- důkladné testování a výstupní kontrola výrobků,
- vysoká odolnost vůči oděru [25].

Obr. č. 16 Vložená membrána GORE-TEX[®] [23]

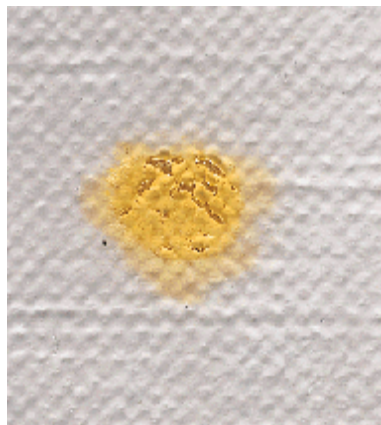


6.2.4 Chemická odolnost membrány GORE-TEX[®]

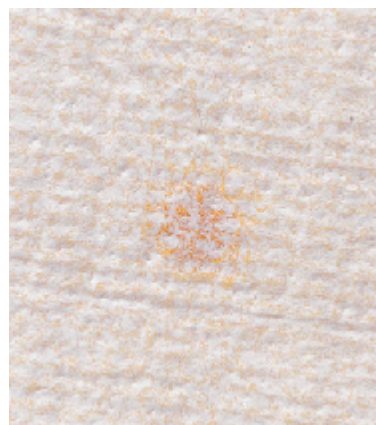
GORE-TEX[®] navíc odolává působení kapalných chemických látek a to v celém rozpětí pH – stupnice (obr. č. 17). Velkou výhodou této membrány je také možnost praní a čištění chemickým způsobem. Použití takového postupu je možné do doby, kdy bude čitelný

symbol „P“ na instrukční nášivce umístěné v zásahovém obleku. Pro čištění a praní membrány existují různé čisticí prostředky s obsahem impregnačních látek, které membránu regenerují a tím prodlužují její životnost.

Obr. č. 17 Srovnání chemické odolnosti (např. 65 % HNO₃) [25]



PU a PES membrána



membrána GORE-TEX[®]

7 ROZDĚLENÍ ODĚVNÍHO KOMFORTU HASIČE

Ovlivnění výkonu a celkového pocitu hasiče při provádění pracovních výkonů je dáno výběrem a správným použitím ochranného zásahového obleku. Tuto problematiku řeší vědní disciplína nazývaná fyziologie odívání. Hlavními směry této vědní disciplíny je hodnocení fyzikálních a biologických vlivů působení daného obleku na lidský organismus a zpětně i na dlouhodobý pohled na zdraví a výkonnost uživatele obleku.

Komfort uživatele obleku, lze charakterizovat jako stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce na optimální hodnotě a přitom okolí a ani samotný oblek nevytváří nepříjemné pocity a vjemy zaznamenané našim smyslovým ústrojím. Při porušení optimálních hodnot tvořící komfort hasiče se dostávají nepříjemné pocity tepla, ale i chladu.

Pocity spojené se zvýšením teploty, se dostávají při nadměrné lidské činnosti zasahujícího hasiče a to ve větší či menší míře, tuto skutečnost ovlivňuje fyzická zdatnost a zdravotní stav každého hasiče. Dále pocity ze zvýšené teploty zvyšuje přítomnost v prostoru s teplým a vlhkým klimatem. Na druhou stranu nesmím opomenout pocity chladu, které se dostávají jako reakce především na nízkou teplotu či přerušovanou a zdlouhavou činnost hasiče na místě zásahu.

Veškeré tyto podmínky ovlivňuje zejména samotná událost a klimatické podmínky na místě zásahu, kterým hasiči po delší či kratší časový úsek čelí. Dále pak tyto pocity ovlivňuje četnost odpočinku daná střídáním hasičů u události a doplňování tekutin a energetických doplňků při delších zásazích.

Odborně se komfort dělí do čtyř skupin:

- fyziologický komfort,
- senzorický komfort,
- psychologický komfort,
- patofyziologický komfort.

7.1 Fyziologický komfort

Fyziologický komfort se dá chápat jako stav organismu, někdy tento odborný výraz bývá nahrazen pojmem termofyziologický komfort. Celkově se jedná o stav, kdy termofyziologické funkce lidského organismu jsou na optimální hladině a člověk tento stav vnímá jako pocit pohodlí.

Termofyziologický komfort vychází ze dvou základních parametrů, kterými jsou tepelný a výparný odpor. Výparný odpor vypovídá o tepelných účincích vnímaných pokožkou, které vznikají v důsledku odparu potu. Výparný odpor se dělí na celkový výparný odpor ochranného zásahového oděvu a výparný odpor vnější přilehlé vrstvy vzduchu – tzv. mezní vrstvy. Záleží tedy na tzv. vlhkostním gradientu.

Při zvýšené námaze reguluje tělo svou teplotu zvýšeným odvodem tekutin, ve formě potu. Při použití běžných přírodních textilních materiálů (bavlna, vlna apod.), které jsou velmi nasákové a vlhkost je vázána přímo ve vláknech, se pot hromadí zejména v prádle. V následné klidové fázi (odpočinku, nebo návratu na hasičskou stanici) se dostaví pocit vlhka, prádlo začne chladit a to je nejen nepříjemné z hlediska zhoršení oděvního komfortu a psychické pohody, ale také vzrůstá riziko podchlazení celého organismu.

Tento problém je u zásahového oblečení pro hasiče částečně odstraněn použitím speciálních vláken jako jsou, GORE-TEX® a NOMEX®, kdy dochází k postupnému odvodu vlhkosti od těla. Aby vše fungovalo správně, musí odvod potu od pokožky zajišťovat všechny vrstvy oblečení. Velkým přínosem je použití funkčního spodního prádla, které celý proces usnadňuje a urychluje. Funkční prádlo pro hasiče je pořád testováno, jelikož jsou na ně kladeny dle požadavků hasičů vysoké nároky na komfort, funkčnost a stálost při používání. Velkou výhodou těchto zmíněných materiálů je, že nebrání perspiraci, ta je však účinná tehdy, když existuje, zejména při vyšších teplotách, proudění vzduchu. Jinak izolační schopnosti vzduchu brání účinnému ochlazování. Samozřejmě se nedá odstranit veškerá vlhkost, ale obleky z těchto vláken s použitím funkčního prádla maximálně obsah vlhkosti snižují.

Termofyziologický komfort lze hodnotit:

- teplotou pokožky,
- vlhkostí pokožky,
- obsahem CO₂ ve vzdušné vrstvě nad pokožkou [45].

7.1.1 Teplota pokožky

Lidské tělo má ve svých jednotlivých částech rozdílnou teplotu. Mezi nejvíce prokrvené části lidského těla a tudíž i části dosahujících nejvyšších teplot cca 35 – 36 °C patří hlava, břicho, prsní – hrudní část a oblast ledvin. Periferní části těla, mezi které se řadí nohy a ruce, mají teplotu asi 29 – 31 °C. Naopak mezi nejchladnější části lidského těla se řadí ušní lalůčky, hrot nosu, konečky prstů, zde teplota dosahuje pouhých 23 – 28 °C. Každý člověk

pocitů tepelnou pohodu odlišně a je to v rozmezí 32 – 34 °C. Je nutné podotknout, že mnoho jedinců se od tohoto průměru vychyluje a to v obou směrech.

7.1.2 Vlhkost pokožky

Kůže je ochranný obal lidského organismu, kdy vytváří přirozenou ochranu před vlivy všech druhů. Z hlediska hasiče, je kůže hlavním centrem hospodaření s vodou mezi vnějším okolím a lidským tělem. Množství vylučované vody tělem hasiče je závislé jednak na jeho zdravotní a fyzické kondici, ale na druhé straně také na okolních klimatických podmínkách a fyzické práci. Kožní obal lidského organismu produkuje vodu nejen potními žlázami, ale také povrchem pokožky. Vlhkost, která se vypařuje, způsobuje ochlazování pokožky, ale současně s tím zabraňuje dýchání pokožkou.

7.1.3 Dýchání pokožkou

Jedná se o koloběh výměny O₂ a CO₂, kdy kyslík vstupuje do organismu a váže se na krev a zpětně z organismu vystupuje oxid uhličitý z kůže do okolního prostředí. Mezi oděvem a kůží se tvoří specifická klimatická vrstva, která se nazývá mikroklima oděvu. Mikroklima oděvu je charakterizováno teplotou, relativní vlhkostí a obsahem CO₂. Všechny tyto hodnoty z velké míry ovlivňují celkový komfort hasiče.

Jako optimální hodnoty stanovující příjemné mikroklima jsou dány:

- teplota 32 – 34 °C,
- relativní vlhkost okolního vzduchu 50 %,
- obsah CO₂ cca 0,07 %.

Při výrobě textilních materiálů a následné kompletaci ochranného zásahového obleku je nutné přihlížet a hodnotit schopnost přenosu tepla, vodních par a celkové prodyšnosti kompletu, tak aby bylo dosaženo výše uvedených hodnot pro dosažení optimálního komfortu hasiče [26, 33, 45].

7.2 Senzorický komfort

Senzorický komfort zahrnuje vjemy a pocity hasiče při přímém styku pokožky lidského těla a první vrstvy oděvu. Pocity spojené s tímto komfortem by měly být příjemné, jako například pocit měkkosti. Často však příjemné pocity mohou být vystřídány pocitem

řezání, vlhkosti, kousání a dalšími nepříjemnými okolnostmi. Tyto vlivy mohou mít za následek zhoršení celkové koncentrace hasiče na daný úkol s postupným odváděním jeho pozornosti. Takové zhoršení pozornosti, může mít nevratné následky na zdraví hasiče, ale i jeho bezprostřední okolí, ve kterém se právě nachází [45].

7.3 Psychologický komfort

Psychologický komfort se dělí na dva směry, kterými jsou klimatická a sociální hlediska. Klimatická hlediska ochranného zásahového obleku by měla být na vysoké úrovni, kterou hodnotí příslušná norma, mělo by se také přihlížet k tepelně – klimatickým podmínkám, které jsou vesměs dané geografickou polohou. V případě České republiky se jedná o podmínky konstantní, ale mohou se vyskytovat oblasti, kde dochází k větším výkyvům klimatických podmínek. Mezi tyto lokality se řadí zejména horské oblasti, na jejichž území je většinou nižší teplota, častý výskyt větrných poryvů a v neposlední řadě, větší úhrn srážek. Zejména v zimních měsících nemusí zcela vyhovovat pouze základní skladba spodního prádla použitého s kombinací ochranného zásahového obleku.

Sociální hledisko z pohledu hasičů prakticky nepřipadá v úvahu, jelikož zásahové obleky používané v dnešní době jsou dle norem prakticky stejné. Výjimku však tvoří společné zásahy jednotek HZS ČR a jednotek SDH, které mohou mít horší vybavenost v oblasti ochranných zásahových oděvů, avšak se splněním základních minimálních požadavků vycházejících z příslušných norem. V celkovém hodnocení komfortu může být vyzdvížen problém opotřebení ochranných zásahových obleků běžnou zásahovou činností. Takový aspekt pak záleží na finančních možnostech jednotlivých hasičských sborů.

7.4 Patofyziologický komfort

Patofyziologický komfort neboli patofyziologie je vědní obor, jehož hlavní náplní je studium vzájemné interakce v systému organismus – oděv. Toto studium přihlíží k působení chemických látek obsažených v materiálu, z kterého je ochranný zásahový oblek vyroben, ale také k působení a výskytu mikroorganismů vyskytujících se na lidské pokožce.

Celkový pocit při vnímání komfortu může být při nošení ochranného zásahového obleku ovlivněn také působením patofyziologických neboli toxických vlivů. Tyto vlivy jsou vytvářeny působením mikroorganismů, tedy bakterií a plísní. Působení patofyziologických vlivů na lidský organismus se liší a to jednak rozdílnou odolností lidské pokožky vůči účinkům různých chemických látek, obsažených v textiliích a dále také závisí na podmínkách

růstu běžně se vyskytujících mikroorganismů. Tento výskyt a působení uvedených vlivů je omezen povrchem lidského těla a vnitřní stranou ochranného zásahového obleku [45].

Dlouhodobé, ale i krátkodobé působení oděvu na pokožku uživatele oděvu, může vyvolat dermatózu (kožní onemocnění).

Dermatóza může být způsobena:

1. Drážděním, což je fyzikálně – chemický jev, který může působit u každého člověka.

Mezi nejčastější látky, které mohou mít za následek podráždění, patří:

- různé druhy solí, NaOH a některé aminy,
- organická rozpouštědla na bázi alkoholů a aromatických uhlovodíků,
- syntetické prací prostředky a změkčovačla.

2. Alergií, která může mít dlouhodobé – chronické, nebo krátkodobé projevy. Projevuje se jako individuální imunologický jev, který předpokládá předchozí kontakt s alergenem. Působení těchto alergenů má za následek tvorbu ekzémových ložisek na pokožce.

Mezi nejčastěji vyskytující se alergeny patří:

- barviva, prací a dezinfekční prostředky,
- netextilní přísady v materiálech – na bázi pojiv, pryží apod.

V současné době před samotným zakoupením a individuálním užíváním textilních výrobků mezi hasiči hlavně v podobě funkčního prádla, dochází k jejich širokému testování. Po testovacím cyklu se vyplňují formuláře, kde dochází k samotnému hodnocení. Takové formuláře se hromadně zpracovávají a veškeré připomínky mohou vést ke zlepšení funkčních a komfortních vlastností dané textilie. Snahou všech výrobců speciálního funkčního prádla pro hasiče je maximálně přispět ke zlepšení všech vlastností prádla, za současného minimalizování účinků mikroorganismů. Působení těchto mikroorganismů na ochranné zásahové obleky je minimalizováno použitím speciálních úprav na plošných textiliích, nebo dochází ke speciálním úpravám, již při výrobě samotných vláken [26].

8 DYNAMICKÁ SOUSTAVA PROSTŘEDÍ – ODĚV – LIDSKÝ ORGANISMUS

Podstatnou a hlavní základní funkcí každého ochranného zásahového obleku, je ochrana hasiče a to před působením okolních vlivů. Tyto vlivy mohou být způsobeny jednak samotným působením mimořádné události, u které hasiči zasahují, ale také mohou být vystupňovány extrémními klimatickými vlivy. Ochranný zásahový oblek určený pro hasiče lze chápat jako celek, který již při samotné výrobě má vlastnosti, které dále poskytují přehled jeho funkčního použití. Mezi tyto vlastnosti lze řadit ergonomii provedení obleku, tvarovou a barevnou stálost, jednotlivé druhy propustností z vnějšího okolí k tělu hasiče a naopak apod.

Při prvním použití ochranného zásahového obleku dochází k opakovaným cyklům, při kterých výše uvedené vlastnosti dostávají dynamický charakter. Jsou ovlivňovány jednak ze strany samotného uživatele – organismu, tak i ze strany okolního prostředí. Je proto velmi důležité chápat účinek jednotlivých vlivů jako celek, který nesmí být ve svých dílčích částech zanedbán, jelikož velmi snadno dochází k vystupňování a kombinaci vlivů. Tento celek se skládá z následujících hlavních částí, kterým přísluší dané charakteristiky:

- organismus (hasiče),
- ochranný zásahový oblek,
- okolní prostředí [35].

8.1 Organismus

Organismus hasiče, je soustavou, která je ovlivňována mnoha vlivy, které normální lidé nepocítují v tak velké míře, jako právě zmiňovaní hasiči. Cílem každého dobře fungujícího organismu je dosažení přibližných konstantních hodnot. Mezi nejsledovanější fyzikální veličinu ovlivňující metabolické přeměny a následnou práci hasiče u zásahu je bezesporu vnitřní teplota. Teplota lidského organismu se musí nacházet v daném teplotním intervalu. Při překročení mezních teplotních hranic dochází k selhávání organismu. Veškeré metabolické pochody a s nimi spojené přeměny, jsou řízeny za pomoci buněčných enzymů. Tyto enzymy udržují lidský organismus na optimální teplotní hladině, což odpovídá cca 310 K a to je teplota okolo 37 °C. Je třeba říct, že veškeré pochody v lidském organismu probíhají zcela harmonicky a bez daných odchylek, jen v oblasti teploty cca 37 °C. Konstantní vnitřní teplota lidského organismu zůstává pouze tehdy, když je bilance teploty rovnovážná. Tohoto stavu dosáhne lidský organismus tehdy, když se rovná množství tepla vyprodukované lidským

tělem tepla odevzdanému do okolí. Tento stav, je při práci hasiče jen velmi těžko dosažitelný [26].

8.2 Ochranný zásahový oblek

Ochranný zásahový oblek, jak již bylo zmíněno, tvoří komplex jednotlivých vrstev poskytující celkovou ochranu před daným nebezpečím a okolními vlivy. Díky své konstrukci, ergonometrii střihu a daných standardních materiálových vlastností, dokáže ovlivňovat prostup tepla a vlhkosti v obou směrech. Jednotlivé úpravy ochranných zásahových obleků tyto prostupy dokáží dle požadavku urychlovat, a nebo celkově zpomalit. Oděv tedy napomáhá celkové termoregulaci lidského organismu při takových extrémních podmínkách, kde samotný lidský organismus již nestačí odolávat. Při dlouhodobé zásahové činnosti hasiče, dochází ke snížení základních technických parametrů a následně i struktury jednotlivých vláken (degradace vláken) v důsledku působení tělesné a klimatické teploty. Snížení hodnot negativních vlivů na nulové hodnoty je z praktického a finančního hlediska nemožné [26].

8.3 Okolní prostředí

Okolním prostředím je myšleno zejména bezprostřední okolí, ve kterém provádí hasiči zásahovou nebo záchrannou činnost. Toto bezprostřední okolí, tvořící zásahový rádius hasiče je vloženo do velkého území, na kterém se vyskytují běžné klimatické podmínky pro danou oblast, nebo extrémní podmínky, vyvolané nepředvídatelnými přírodními vlivy. Jedná se zejména o vysoký úhrn srážek, zvýšený vítr, vysoká či nízká teplota apod. Tyto podmínky mohou být doplněny výškovými rozdíly, hustým zalesněním, nedostupností terénu. Měl bych zde také podotknout, že zásahová činnost může být právě ztížena vzdáleností od místa dislokace jednotky a nepřehledností terénu. Výše zmíněné a často nepředvídatelné vlivy ovlivňují maximální hodnotu výkonu hasiče a to jednak z pohledu tělesné zdatnosti, tak i z pohledu duševní stránky. Z toho vyplývá, že nejen oblek chrání organismus, ale i vnější podmínky, by měli být současně v harmonii, která je nezbytná pro úspěšné provedení zásahové a záchranné činnosti [1].

9 NEGATIVNÍ VLIVY OVLIVŇUJÍCÍ KOMFORT A PRÁCI HASIČE

Při práci hasiče je třeba vždy počítat s různými nástrahami, které mohou ve velké míře ovlivnit práci jednotlivce, která dále může mít následky na celou záchrannou skupinu. Negativní vlivy se z pohledu hasiče dají rozdělit do dvou základních skupin, kterými jsou:

- negativní vlivy vyvolané samotnou událostí, u které hasiči zasahují,
- negativní vlivy vyvolané klimatickými podmínkami na místě zásahu.

Obě tyto skupiny jsou spolu úzce provázány, jelikož jedna zhoršená podmínka může mít za následek zhoršení dalších podmínek u události. Jednotlivé nepříznivé podmínky na místě zásahu se dají různým způsobem ovlivnit respektive zmírnit jejich účinek na minimum, tak aby jejich působení na lidský organismus byl co nejnižší.

Jedním ze způsobu jak zmírnit dopad nepříznivých podmínek na místě zásahu je zejména teoretická příprava hasičů, kdy získáním odborných znalostí sami dokážou odolávat daným negativním vlivům na místě zásahu. Tyto odborné znalosti vycházejí z dlouhodobé praxe hasičů, ale také z výzkumných činností, které se snaží přiblížit reálné podmínky v prostorách akreditovaných laboratoří a výzkumných pracovišť po celém světě. Dalším způsobem, jak se připravit na působení negativních vlivů na místě zásahu je spolupráce hasičů a to především s Českým hydrometeorologickým institutem, který vydává aktuální předpověď počasí a výstrahy v případě hrozícího nebezpečí. Tato informovanost hasičů je velmi důležitá pro přípravu jednotek na zvýšený počet zásahů a následně na hrozící nebezpečí při samotném zásahu jednotek. Další možnost, která výrazně přispívá ke zmírnění působení negativních vlivů na lidský organismus, je fyzická příprava. Ta je individuální pro každého jedince, jelikož každý má jiné potřeby a schopnosti při osobním tréninku a kolektivních sportech.

9.1 Negativní vlivy vyvolané samotnou událostí

Mezi nejčastější negativní vlivy, kterým hasiči čelí na místě zásahu a jejichž zdroj se samotná událost patří:

- teplo uvolněné od plamenného hoření,
- výskyt plynných produktů z tepelné degradace materiálů při požáru,
- vysoká relativní vlhkost vzduchu.

Nejčastějším z výše uvedených příkladů je přítomnost vysoké teploty a to zejména při hašení požárů. Člověk se snaží reagovat na změny okolní teploty přizpůsobením celého organismu, což však může mít za následek porušení správného chodu dalších funkcí. Dá se říct, že uvolněné teplo má největší vliv na výkon a bezpečnost hasiče, ze všech negativních faktorů. Samozřejmě je tento negativní vliv vždy doprovázen dalšími souběžnými vlivy, které výsledný účinek ještě zvyšují. Při změně okolní teploty, reaguje tělo hasiče těmito způsoby:

- fyzické vyčerpání organismu,
- popálení kterékoliv části těla hasiče

9.1.1 Fyzické vyčerpání organismu

Fyzické vyčerpání lidského organismu je dáno schopností maximálně využívat přísun kyslíku do organismu, který je potřebný pro metabolické přeměny tuků, které jsou zdrojem energie při nadměrné lidské činnosti. Při nedostatku kyslíku v lidském organismu dochází ke spotřebě dalších zásobáren energie, kterými jsou uskladněné cukry. Těchto cukrů je samozřejmě méně než tuků a jsou uloženy v játrech a svalech. Pro organismus je spotřeba cukrů (glykogenu) ve velké míře velmi nebezpečná, jelikož mozek je závislý na obsahu krevního cukru. Akutní nedostatek krevního cukru, má za následek stav, který má odborný název hypoglykémie. Tento stav se projeví u jedince, který je přetížený a nebo je nedostatečně trénovaný. Hlavními příznaky jsou třes, bolest hlavy, únava, studený pot a dále pak zmatečná artikulace a ztížený pohyb jedince.

Výskyt tohoto jevu je dán extrémním zatížením na netrénovaný a dobře fyzicky nepřipravený organismus u jednorázového přetížení a u dobře trénovaného jedince, při dlouhodobé extrémní zátěži a současném přerušení doplňování energie do lidského těla. Mezi okolnosti, které podstatně přispívají, ke zvýšení zátěže hasiče patří:

- použití ochranného zásahové obleku a dalších ochranných pomůcek, které zvyšují izolaci hasiče od okolního prostředí a celkovou jeho hmotnost,
- psychické vypětí a stres, ale také strach ze zásahu,
- okolní teplota,
- vlhkost vzduchu.

Ochranou před vyčerpáním organismu je dobrá fyzická a psychická kondice, která se dá zvyšovat tréninkem. U zásahu jde o časté doplňování energie a střídání hasičů, při příznacích únavy. U déle trvajících zásahů je důležité sledovat nasazení hasičů při zásahové činnosti (doporučuje se 6 – 8 hodin) [27].

9.1.2 Popálení těla hasiče

Nebezpečí zranění popálením kterékoli části těla hasiče spočívá ve zranění zvýšeným působením tepelných účinků a to zejména při hašení požárů. Toto zranění je charakterizováno popálením povrchových částí těla hasiče, dýchacích cest a celkovým ožehnutím hasiče.

K popáleninám hasičů dochází často žíhavými plameny, které ohrožují hasiče při jejich postupu zadýmeným prostorem a to zejména při otevírání prostorů, kde probíhalo hoření formou nedokonalé spalování. Dalším nebezpečím popálení je forma sálavého tepla, které je vyzařováno pomocí infračervených paprsků a je závislé na intenzitě hoření, druhu a výhřevnosti hořlavé látky. Nebezpečí popálení nastává také při kontaktu těla hasiče s horkým povrchem. Toto nebezpečí nehrozí jen při hašení požárů, ale také při technických zásazích a to zejména v průmyslových podnicích. Za velmi nebezpečné zranění je považováno vdechnutí horkých plynných produktů hoření.

Ochranou před nebezpečím popálení je dobrá teoretická znalost chování různých forem požárů a hlavně dodržování všech bezpečnostních pravidel při zásahové činnosti. Hasiči by si určitě neměli hrát na hrdiny a měli by se soustředit na dodržování bezpečné vzdálenosti od požáru. Dalším rizikem popálení je nedodržení standardního ustrojení hasiče před samotným vstupem do místa hoření. V častých případech docházelo k popálení povrchu těla v důsledku nekompletnosti ochranných zásahových obleků a dalších ochranných pomůcek [28].

V souvislosti s rozsahem popálenin vzniká tzv. popáleninový šok. Jde o velmi nebezpečný stav lidského organismu, při kterém dochází k nedostatečnému prokrvování svalové hmoty. Následkem tohoto stavu je nedostatek kyslíku a živin, transportovaných do tkání. Jestliže nedojde k rychlé pomoci a následné odborné péči, tak jedinec po selhání životně důležitých orgánů umírá, nebo jej postihne trvalé postižení organismu. Pro hodnocení a závažnost popáleninového šoku jsou rozhodující tyto vlivy:

- plocha zasažena popálením daného stupně,
- celkový stupeň popálení,
- oblast zasažená plamenem a horkým povrchem (končetiny, obličej),

- současný zdravotní stav před zraněním jedince,
- doprovodná zranění hasiče,
- fyzická odolnost jedince,
- forma a časový úsek poskytnuté předlékařské a lékařské odborné péče [36].

9.2 Negativní vlivy vyvolané klimatickými podmínkami v místě zásahu

V poslední době se tato oblast nebezpečí, která hrozí hasičům při jejich práci, dostává do popředí zájmu odborných skupin, médií tak i laické veřejnosti. Území našeho státu je rozděleno do určitých oblastí, kde jsou rozdílné klimatické podmínky. Nikdo ovšem nedokáže říct, jakou intenzitu a zda vůbec na daném území dojde k náhlému zhoršení klimatických podmínek. Mezi nejčastější příčiny z pohledu klimatických podmínek ovlivňující komfort hasiče patří:

- zhoršení povětrnostních podmínek,
- zvýšený úhrn srážek v podobě deště, sněhu, krup,
- vysoké teploty v letních měsících,
- nízké teploty v zimních měsících,
- zvýšená nebo snížená vlhkost vzduchu.

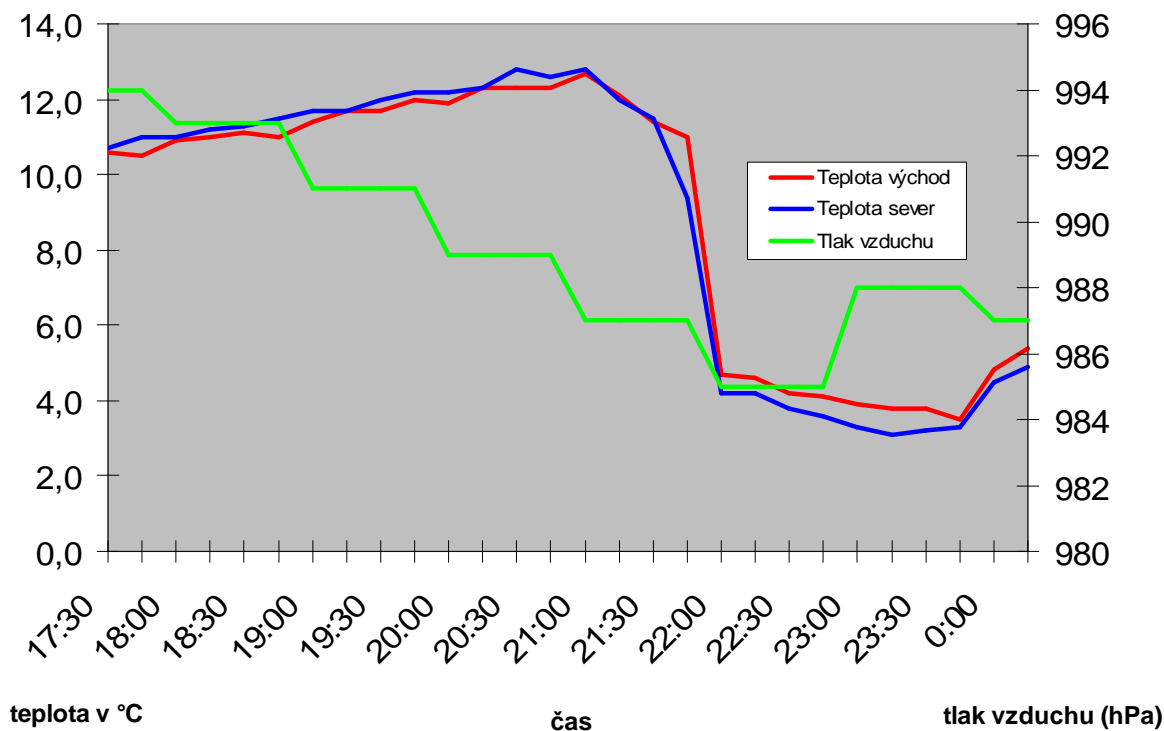
9.2.1 Vliv povětrnostních podmínek na komfort hasiče

V roce 2007, a 2008 byla naše republika svědky přírodních mimořádných událostí, které velkou mírou přispěly do ročních statistik MV – GŘ HZS ČR. V prvním případě se jednalo o orkán Kyrill a v druhém případě o vichřici Emu. Obě tyto mimořádné události vyzvedly potřebu dostatečné bezpečnosti hasičů při jejich práci. Zásahová činnost při těchto mimořádných událostech byla velmi zdlouhavá, a proto velkou úlohu pro hasiče sehrál komfort jejich ochranných zásahových obleků.

Tyto ochranné zásahové obleky poskytly velmi vysokou úroveň ochrany po celou dobu zásahové činnosti, při které se staly tepelným izolantem proti nadměrné síle větru a doprovodnému srážkovému úhrnu. Dalším negativní vliv, který se při těchto mimořádných událostech vyskytl, byl strmý pokles teplot a to během cca 2 minut (graf č. 1). Z hlediska doby trvání zásahové činnosti se jednalo o zásahy v několika dnech jdoucích po sobě. Při povětrnostních změnách klimatu dochází ke spadnutí teplot (o jednotky stupňů °C) pod

hodnoty, které jsou měřeny za stejných podmínek, ovšem za bezvětří. Při těchto poklesech dochází k prochlazení organismu, což může mít za následek celkové zhroucení organismu.

Graf č. 1 Zobrazení poklesu teploty při orkánu Kyrill [46]



9.2.2 Vliv nízkých teplot na komfort hasiče

Účinek nízkých teplot se mohou na člověku projevit celkově na organismu a nebo místně na části organismu. Poklesne – li tělesná teplota pod hodnotu 35 °C jedná se o podchlazení organismu a v případě, že tělesná teplota poklesne na hodnotu 25 °C, tak celkové zotavení je velmi nepravděpodobné. Omrznutí z pohledu hasičů vzniká při zvýšených povětrnostních vlivech a za velmi nízkých teplot při zdlouhavé zásahové činnosti. Na celkový výsledek poškození organismu má vliv únava, doba působení zdroje chladu, povětrnostní podmínky, fyzická zdatnost hasiče, hlad a ztráta energie v těle. Při spojení povětrnostních podmínek s nízkými teplotami, dochází k vypařování tekutin a tím se stupňuje ztráta tepla těla ve vlhkém prostředí. Již při teplotách okolo 5 °C může dojít k poškození organismu vlivem chladu, pokud je tento účinek doprovázen větrem a vlhkem. Z hlediska taktiky nasazení hasičů u zásahu se s těmito vlivy mohou setkat v následujících případech:

- ve venkovním prostředí, kdy jsou teploty okolo 0 °C,
- za mrazu a silného větru,

- při povodních a pracích na vodní hladině, obzvláště pokud se jedná o zdlouhavý zásah při nízkých venkovních teplotách.

Mezi hlavní příznaky podchlazení patří třesavka, studená kůže bílé barvy, hodnoty tělesné teploty pod normálem, nepřiměřené chování hasiče, vyčerpání, zpomalené dýchání a srdeční činnost. Ochrana hasičů před účinky chladu je velmi důležitá a vychází z následující podmínky:

- pravidelné střídání hasičů během zásahu,
- trvalé sledování délky nasazení hasičů v nepříznivých meteorologických podmínkách,
- trvalé sledování meteorologických podmínek a vyhodnocování jejich změn,
- zabezpečení týlových prostor s možností odpočinku a dodání energie,
- neodkladné převlečení a výměna ochranných zásahových obleků, včetně dalších ochranných pomůcek v případě jejich promočení a ztráty ochranných vlastností.

Ochranný zásahový oblek je dostatečným tepelným izolantem při zásazích za nízkých teplot. Pro zlepšení těchto parametrů je výhoda použití svetru a funkčního spodního prádla, které tělo hasiče po delší časový úsek lépe chrání [37].

9.2.3 Vliv vysokých teplot na komfort hasiče

Vliv vysokých teplot na komfort hasiče je velmi veliký. Tuto otázku řeší hasiči hlavně v průběhu letních měsíců, kdy venkovní teploty přes den dosahují hodnot v rozmezí 20 – 35 °C. Při těchto teplotách vzrůstá i teplota těla hasiče, které je navíc chráněno ochranným zásahovým oblekem. Z vlastních zkušeností, které jsem nabral během odborné praxe u HZSMSK vím, že se hasič dostává do vyšší tělesné námahy, při které se začne z těla odvádět přebytečné teplo, již při vyhlášení poplachu na hasičské stanici. Tento odvod a zároveň přehřívání těla hasiče je navíc umocněno oblečením ochranného zásahového obleku.

K akutnímu riziku přehřátí hrozí tedy již při výjezdu jednotky k události a při samotné likvidaci na místě události, spojené s energetickým výdejem hasiče.

Tento stav přehřívání se nazývá hypertermie a odborným výkladem tohoto pojmu je překročení maximální teploty lidského těla, při které již není tělo schopné efektivního odvodu tepla z těla ven ochlazováním. Reálně tedy hrozí celkový kolaps organismu. Přehřátí se projevuje nejčastěji celkovým poklesem činnosti hasiče a zvýšenou tepovou frekvencí.

Dalším způsobem, jak se chránit před účinky hypertermie, je doba nasazení hasičů při zásahové činnosti a jejich účinná kontrola. Důraz musí být z hlediska taktiky kladen na střídání hasičů a na regeneraci jejich sil při zásahu. Při této regeneraci je nutné doplňovat energii v podobě energetických tyčinek a nápojů a to nejlépe s obsahem minerálních látek. Je ovšem velmi těžké rozpoznat člověka – hasiče, který má lepší odolnost před účinky tepla. Závisí to především na fyzické zdatnosti a fyziologické stavbě tělesné schránky.

Účinnou ochranou do budoucnosti je používání tzv. letních ochranných zásahových obleků, které by výrazně snižovaly přehřívání organismu. Používání těchto obleků se zatím zapracovává do naší legislativy. Samozřejmě, by se mělo vycházet při jejich použití ze zkušeností ostatních členských států evropské unie, kde jsou tyto obleky samozřejmostí. S používáním těchto obleků nastávají také negativa v podobě uložení obleků, jejich přeprava spolu se standardními obleky pro použití v uzavřených prostorách a neméně také otázka finančních prostředků, které by museli jednotlivé sbory na jejich pořízení vynaložit.

Při výjezdech by se mělo vždy rozhodnout, o závažnosti události, u které budou hasiči zasahovat s tím, že pro běžné činnosti, jako jsou nenáročná technická pomoci, úklidy po dopravních nehodách apod. stačí použití spodní části ochranného zásahového obleku. Reflexní pruhy ze zásahového obleku spolehlivě nahradí reflexní vesta. Tímto se zamezí nadměrnému přehřívání těla hasiče [29].

10 TESTOVÁNÍ OCHRANNÉHO ZÁSAHOVÉHO OBLEKU

Ochranné zásahové obleky spadají do oblasti výrobků, na které je kladen velký důraz z hlediska jejich bezpečnosti a schopnosti použití při různých normálních a abnormálních (mezních) situacích, kterým je hasič velmi často vystaven.

Je nutné přihlížet ke změnám vlastností, které vykazují plošné textilie, ale také k vlastnostem, které jsou dány ochrannému zásahovému obleku. Tyto vlastnosti vycházejí z různých faktorů, jako jsou např. ergonomie obleku, přiléhavost a vzduchové izolační polštáře mezi jednotlivými vrstvami obleku, ale také zasazení těla hasiče do ochranné schránky obleku.

Jednoduše řečeno, ochranná schopnost proti teple je rozdílná u jednoduché struktury plošné textilie jednotlivé vrstvy a u kompletního zásahového obleku. Z důvodu přehlednosti a efektivnosti jednotlivých zkoušek jsou nastaveny určité standardy, které musí výrobci ochranných zásahových obleků při výrobě dodržet. Tyto standardy vycházejí jednak z vlastností textilií, ale také z velké míry z kompletního provedení ochranného zásahového obleku samotným výrobcem.

Dále jsou pak zkoušky, které vysloveně norma ČSN EN 469:2006 [2] nepředepisuje, ale doložení o správnosti a schopnosti daného ochranného zásahového obleku při úspěšném provedení příslušné zkoušky je přínosem pro daný výrobek a navíc se tímto zvedne prestiž samotného výrobce.

Samozřejmě, určité zkoušky, které se nevyžadují v České republice, jsou naopak považovány za standard v jiných státech, kde firma DEVA F-M. s.r.o. své výrobky exportuje, a proto se těmto zkušební metodám musí firma podřídit.

Veškeré důležité zkušební metody, kterými ochranný zásahový oblek musí projít, jsou podrobně vysvětleny v kapitole 4. Zkušební metody a jejich výsledky jsou pečlivě evidovány, ale k určitým výsledkům a podkladům se člověk velmi těžší dostane, jelikož některé podstatné poznatky zkušebních metod jsou pro své okolí tajné a to z důvodu konkurence.

Samozřejmostí ale je, že většina firem se svými úspěšnými testy a zkušebními metodami velmi rády představují odborné veřejnosti, jelikož jde o velmi pozitivní reklamu a straně druhé také o představení výjimečných vlastností nových produktů.

10.1 Zkušební metoda THERMO-MAN[®]

Firma DuPont[™] vlastní ve svém evropském sídle unikátní zkušební zařízení, které nese název Thermo-man[®]. Toto zkušební zařízení je průlomem mezi testováním ochranných zásahových obleků a na evropském kontinentě je jediným svého druhu.

V tomto zkušebním zařízení lze provádět testování různých ochranných zásahových oděvů za zcela harmonizovaných a totožných podmínek při samotné zkoušce, jejichž kvalita provedení, je pod hlavičkou výzkumného pracoviště firmy DuPont[™].

Testování na tomto zařízení je v dnešní době považováno za standard, avšak tato zkouška se dle ČSN EN 469:2006 [2] bere jako doplňková – informativní. Z toho vyplývá, že kromě jednotlivých zkoušek samostatných materiálů, může být zkoušena kompletní sestava komponent nebo sestava vícevrstvého oděvu znázorněného na obr. č. 18. Tyto obleky jsou pak určeny pro poskytování ochrany, vycházejících z požadavků výše uvedené normy.

Jestliže se pro tuto doplňkovou zkoušku příslušný výrobce rozhodne, tak je stanovena podmínka, kdy celý průběh zkoušení, musí být prováděn na zkušební přístrojové figuríně a nikdy na osobách, za současného použití následujících podmínek expozice:

- doba expozice 8 s.,
- hustota tepelného toku 84 kW / m².

Obr. č. 18 Vizualizace zkušební figuríny – Thermo-man[®] [21]



Veřejným tajemstvím této zkoušky je zkušební figurína v životní velikosti člověka, na jejímž povrchu je instalováno 122 teplotních senzorů, jejichž výsledky zaznamenává centrální počítač. Tyto senzory hodnotí míru ochrany poskytované oděvem. Samotný oděv, je při testu vystaven extrémnímu žáru, při kterém se dosahuje teplot, až okolo 1000 °C.

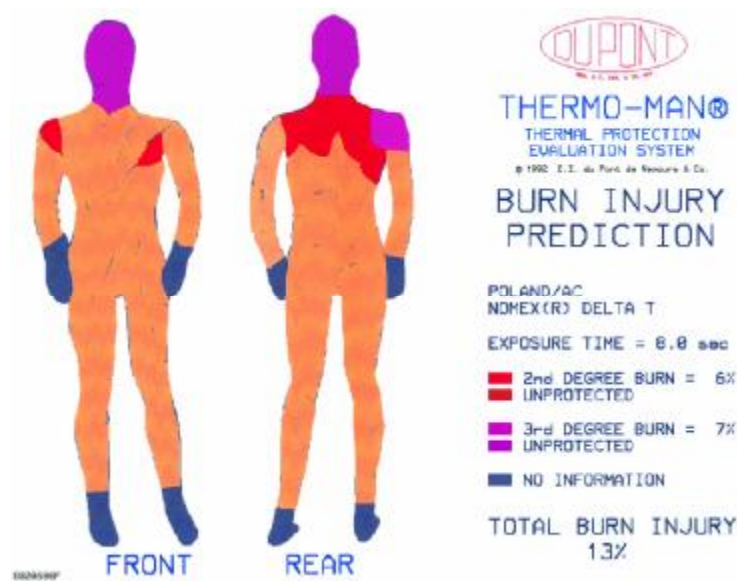
Zkušební figurína je umístěna nepohyblivě a vzpřímeně na podstavci ve speciální testovací komoře znázorněné na obr. č. 19. Zkušební metoda se proto nezabývá účinky tělesné polohy a pohybu. Uvnitř zkušební komory se nachází soustava výkonných hořáků, jejichž plamen spaluje propan-butan. Standardním postupem při zkoušce je oblečení spodního funkčního prádla – bavlněná materiálová kombinace a ochranného zásahového obleku. Tento oblek musí být před zkouškou jednou vyprán a usušen v souladu s normou ČSN EN ISO 6330 [5]. Jiné prací procedury mohou být použity pouze tehdy, je-li vše důkladně zaznamenáno ve zkušebním protokolu a celá zkušební série je vystavena stejným zkušebním podmínkám. K minimalizaci rozptylu jednotlivých výsledků zkoušek, je třeba při zkoušce použít stejně padnoucího zkušebního vzorku a jeho uspořádání. Pro stanovení výsledků testu pro ochranné zásahové obleky, které využívají hasiči, je stanovena zkušební doba 2 x 8 sekund [2, 21].

Obr. č. 19 Umístění figuríny ve zkušební komoře [21]



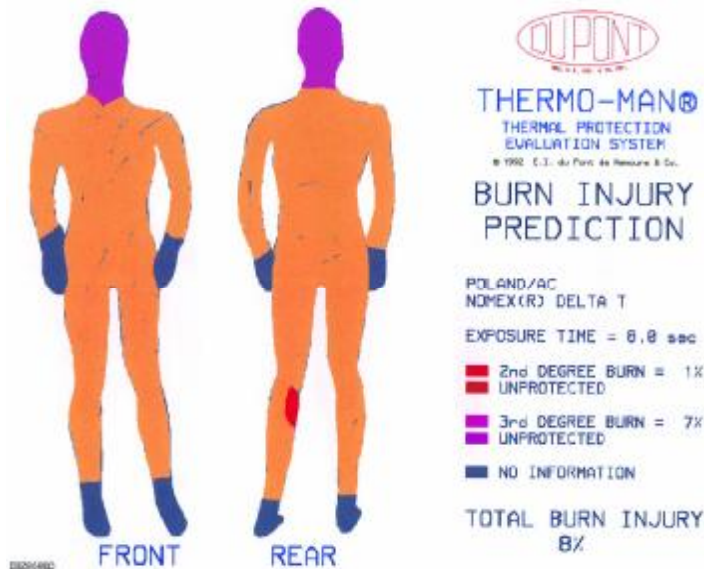
Výstupním signálem teplotních senzorů je teplota (tepelná energie) dané oblasti povrchu zkušební figuríny. Následně ze změřených hodnot je za pomoci centrálního počítače sestavena přehledná mapa povrchu zkušební figuríny, ze které je patrné, kde je rozsah popálenin nejvyšší a naopak, kde je samotná ochrana povrchu těla nadstandardní. Kromě výpočtu celkové plochy popálenin, se pozoruje chování ochranného zásahového obleku, během samotné expozice a po ní. Tento test nezahrnuje ochranu hlavy, rukou a chodidel, soustřeďuje se pouze na ochranný zásahový oblek [2].

Obr. č. 20 Ukázka výsledku jednotlivých testů [21]



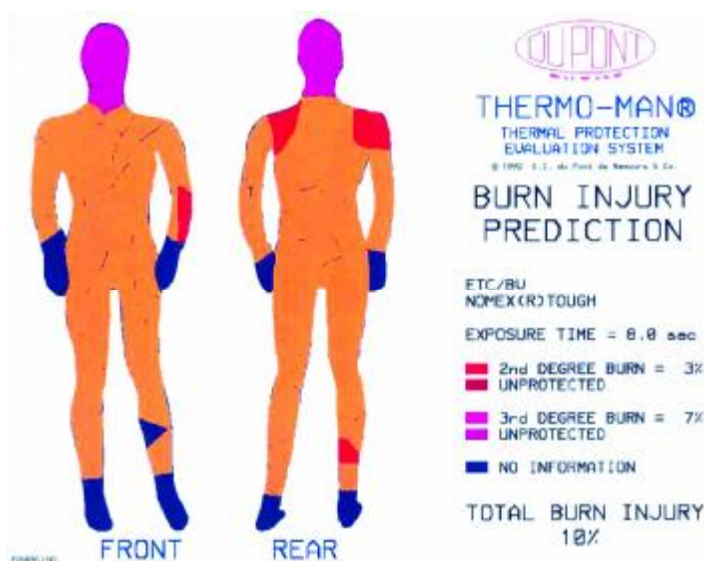
Fireman III

- mat. složení kapitola 3.2.1.
- celková doba působení plamene 8 s.
- interval snímání jednotlivými senzory 0,5 s.
- celková míra popálenin činí cca 13 % povrchu těla hasiče.



Fireman V

- mat. složení kapitola 3.2.2.
- celková doba působení plamene 8 s.
- interval snímání jednotlivými senzory 0,5 s.
- celková míra popálenin činí cca 8 % povrchu těla hasiče.



Fireman Tiger

- mat. složení kapitola 3.2.3.
- celková doba působení plamene 8 s.
- interval snímání jednotlivými senzory 0,5 s.
- celková míra popálenin činí cca 10 % povrchu těla hasiče.

Z výsledků testů na obr. č. 20, lze usoudit, že ochranné zásahové obleky jsou při použití komfortních materiálových skladeb bezpečné. Samozřejmě se vždy najde slabší místo obleku, kde by mohlo docházet k popálení hasiče. V případě nejmodernějšího modelu Fireman Tiger, který je v současné době nejprodávanější, je míra popálenin 2. stupně pouze na 3% těla. Takto zasažená plocha lidského těla, je prakticky zanedbatelná, jestliže nám oblek dovolí přečkat kritickou dobu, která může nastat při nouzové situaci v době zásahu hasiče. Tato přečkaná doba, je přes popálení hasiče záchranou jeho vlastního života., pokud se k němu dostane včasná pomoc.

Jestliže bych tyto výsledky srovnal s hodnotami naměřenými při testování ochranného zásahového obleku zhotoveného z impregnované bavlny, tak při použití tohoto obleku by došlo ve stejně měřeném časovém úseku k popáleninám na 50 % lidského těla. Proto tyto materiály jsou zcela nevhodné k výrobě těchto speciálních obleků. Avšak před příchodem komfortních materiálových skladeb, nebyla možnost výběru materiálů pro výrobu ochranných zásahových obleků.

Další výhodou je, že při tepelném působení plamene na oblek, vyrobený z komfortních materiálů, nedochází k uvolňování horkých plynů a dehtu jako v případě impregnované bavlny. Tyto plyny výrazně stěžovaly práci hasiče z hlediska jeho osobní bezpečnosti, jelikož se jedná o plynné produkty hoření, které mají toxickou povahu.

Z tohoto testu je zřejmé, že skladba ochranného zásahového obleku je pro použití v extrémních podmínkách při zásahu hasiče vyhovující. Tato skutečnost však neznamená, že hasič se vzdá všech bezpečnostních pravidel, které jsou pro úspěšný a hlavně bezpečný zásah nezbytně nutné [2, 21].

10.2 Zkušební metoda v klimatické komoře

DEVA F-M. s.r.o. v roce 2000 realizovala zkušební test v klimatické komoře v Německém Mnichově. Tento test je složený z aktivní činnosti zkušebního hasiče a použitých vrstev zásahového obleku s použitím spodního prádla.

Provedení testu je možné při těchto podmínkách:

- teplota okolního vzduchu 30 °C,
- relativní vlhkost okolního vzduchu 50 %.

Jednotlivé etapy testu jsou uvedeny v tabulce č. 2.:

- celková doba trvání testu 105 min. (1 hod. a 45 min.),
- celková doba chůze zkušebního hasiče 25 min.

Tab. č. 2 Jednotlivé etapy testu v klimatické komoře [23]

Způsob zátěže	Doba zátěže [min]
klid před testem	15
chůze (rychlostí 4 km/h)	10
klid	10
chůze po nakloněné rovině	5
klid	5
chůze	5
klid	10
chůze	5
klid	40

V následujících tabulkách č. 3 a 4 jsou ukázány testy číslo 1 a 2 za použití různé skladby zásahového oblečení v kombinaci se spodním prádlem.

Je zde přehledně vidět jednotlivé materiály a jejich plošné hmotnosti, které jsou pak důležité z hlediska komfortu, jelikož hrubé spodní prádlo je pro některé hasiče nepříjemné a také jeho prodyšnost není tak účinná. Na druhou stranu hrubší gramáž je pro hasiče přínosem v období zimních měsíců, kdy klesají venkovní teploty pod bod mrazu a zdlouhavé zásahy můžou mít pro hasiče vyčerpávající účinek.

Tyto tabulky vyjadřují nárůst hmotnosti v %, který vychází ze změření hmotnosti ochranného zásahového obleku a spodního prádla před a po provedení testu.

Tab. č. 3 Testování 1 skladby oblečení – standardní materiálová kombinace [23]

Materiálová kombinace	m (před testem) [g]	m (po testu) [g]	nárůst m [%]
Tričko – bavlna plošná hmotnost: 150 g / m ²	248	515	107
Pracovní stejnokroj – bavlna plošná hmotnost: 260 g / m ²	1400	2288	63
třívrstvý oděv – Fireman V	2900	3088	6,5
Σ m [g]	4548	5891	29,5

Tab. č. 4 Testování 2 skladby oblečení – komfortní materiálová kombinace [23]

Materiálová kombinace	m (před testem) [g]	m (po testu) [g]	nárůst m [%]
Tričko – Nomex[®] plošná hmotnost: 180 g / m ²	269	439	63
Pracovní stejnokroj – Nomex[®] plošná hmotnost: 220 g / m ²	603	636	5,5
Třívrstvý oděv – Fireman V	2900	3098	6,8
Σ m [g]	3772	4173	10,6

Po ukončení testů byl zkušební hasič zvážen a byl mu změřen srdeční tep. Z následující tabulky č. 5, lze přehledně zhodnotit, že hmotnost odvedených tekutin z těla je u komfortní materiálové kombinace testu č. 2. nižší, oproti testu č. 1. se standardní materiálovou kombinací a to o rovných 800 g, což představuje pokles o 42 %. Srdeční tep je nižší u testu č. 2. a to o celkových 14 %, oproti testu č. 1. [23].

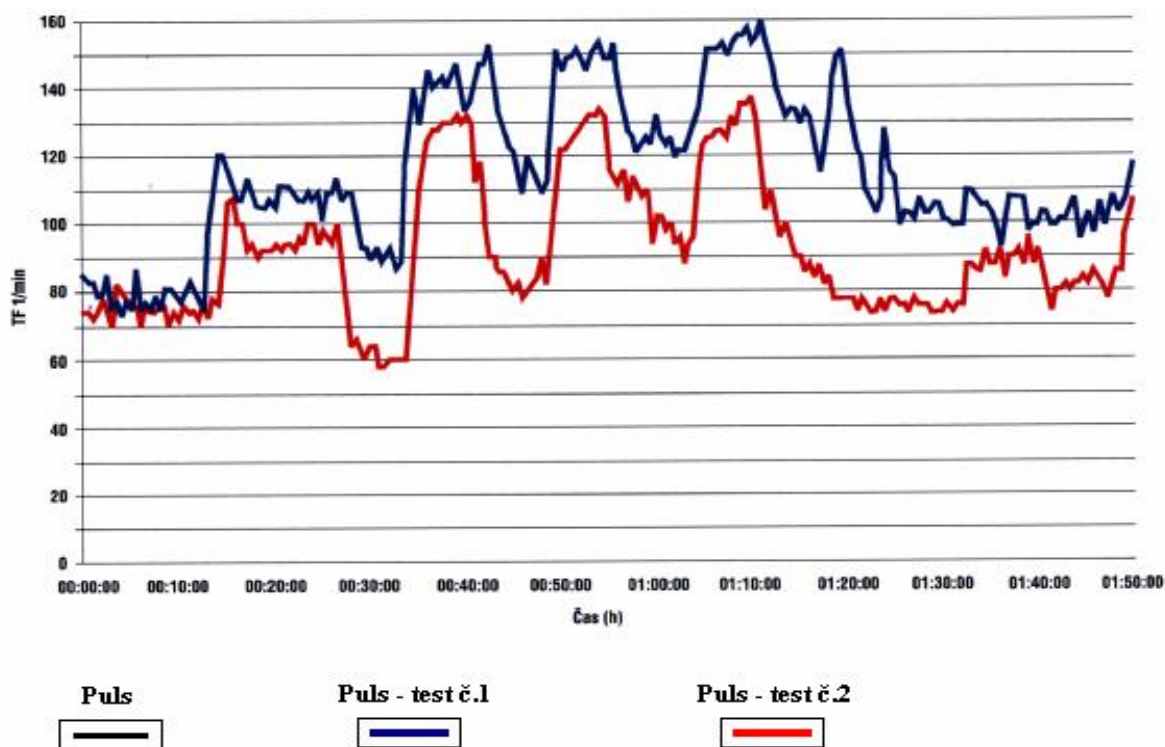
Tab. č. 5 Srovnání testů z hlediska hmotnosti, srdečního tepu a prodyšnosti [23]

Číslo testu	Snížení hmotnosti [g]	Srdeční tep [tepů / min]	Prodyšnost po testu [g / m ² / 24 hod]
1. (standardní materiálová kombinace)	1900	160	2980
2. (komfortní materiálová kombinace)	1100	138	3558

Dalším měřítkem srovnání testů za použití jednotlivých materiálových kombinací je vynesení grafu č. 2, kde je zobrazena tepová frekvence v závislosti na čase v daných časových intervalech. Z grafu je zřejmé, že při použití komfortní materiálové kombinace je tepová frekvence zkušebního hasiče v celém časovém úseku nižší.

Z toho vyplývá, že hmotnost ochranného zásahového obleku za použití komfortní materiálové kombinace je nižší a to před a po provedení testu, oproti běžně dostupné materiálové kombinaci. Naopak prodyšnost je vyšší za použití komfortní materiálové kombinace, oproti standardní materiálové kombinaci.

Graf č. 2 Zobrazení tepové frekvence v průběhu testů č. 1. a 2. [23]



Konečný pohled na zhodnocení testu vypovídá o tom, že použití komfortní materiálové kombinace vyrobené z materiálu NOMEX[®], je daleko lepší, než běžně používané materiály. Použití speciálního spodního prádla vyrobeného z materiálu NOMEX[®] je velkým přínosem, pro celkové zlepšení komfortu hasiče při práci u zásahu. Tímto zlepšením dochází i ke zlepšení soustředěnosti hasiče na práci a také snížení zátěže na organismus hasiče. Díky vlastnostem materiálu NOMEX[®], mezi které patří rovnoměrné rozprostření potu po celé tkanině, se snižuje riziko opaření hasiče, nadměrně nashromážděným potem. Samotná vrstva tohoto materiálu má funkci ochrany před teplem působícím na tělo hasiče, ale také vytváří mikroklima mezi kůží a zásahovým oblekem.

10.3 Sweating Torso Test

Jak již bylo zmíněno, tak firma DEVA F-M. s.r.o. provedla v roce 2000 v Mnichově test v klimatické komoře, kde byla imitována činnost hasiče za přesně stanovených podmínek. Tímto testem se jasně prokázalo, jak je důležité umět navrhnout a společně zkombinovat veškeré oděvní součástky s ochranným zásahovým oblekem.

V roce 2007 se firma rozhodla pro další z náročných testů svého ochranného zásahového obleku Fireman Tiger v komfortním materiálovém provedení. Tento Sweating Torso Test (obr. č. 21), který byl proveden v notifikované zkušebně EMPA ve Švýcarsku, měl za úkol demonstrovat větší zatížení typického ochranného zásahového obleku v porovnání s ochranným zásahovým oblekem Fireman Tiger.

Obr. č. 21 Testovací zařízení pro Sweating Torso Test [23]



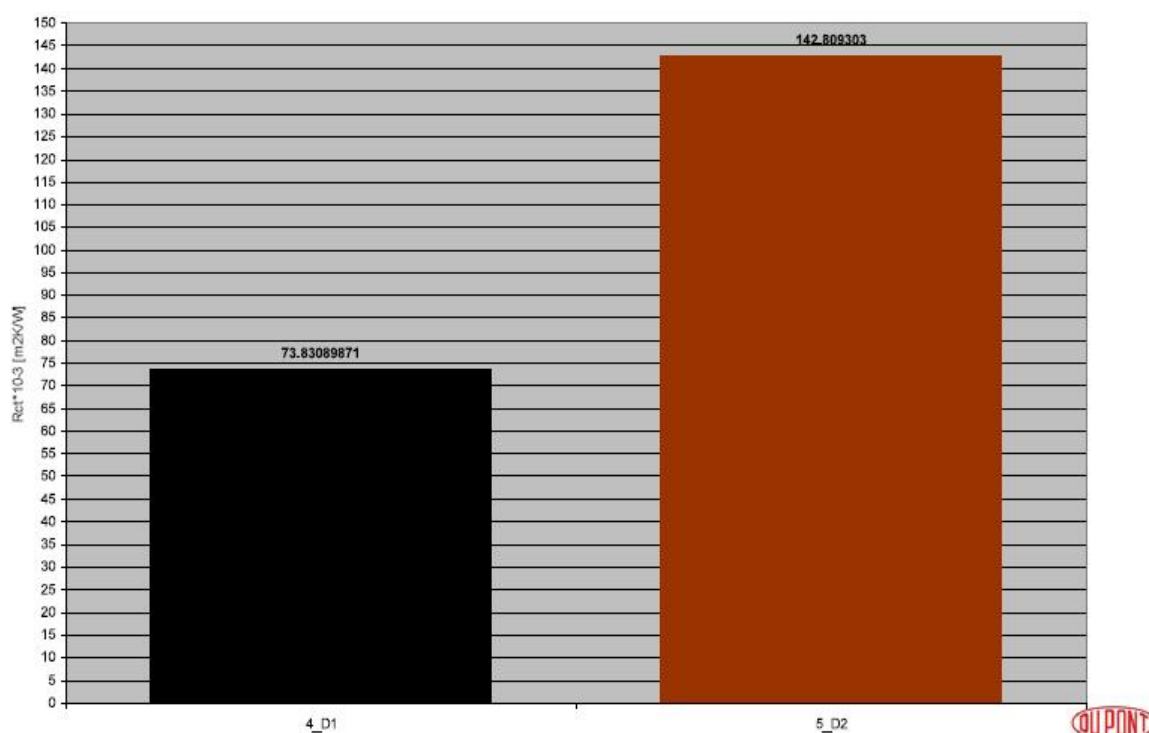
Předem stanovené podmínky při testu jsou pečlivě hlídány senzory, tak aby nedocházelo k žádným odchylkám měření. Při testu jsou stanoveny následující podmínky:

- okolní teplota 20 °C,
- relativní vlhkost vzduchu 65 %,
- rychlost pohybu vzduchu 1 m / s [23].

Tab. č. 6 Materiálové skladby testovaných ochranných zásahových obleků [23]

Materiálová kombinace testu D1 Fireman Tiger	Materiálová kombinace testu D2 Oblek „no name“
Nomex (r) Tough Diamond (Sofiguard) 200 g / m ²	Nomex (r) Tough Diamond 200 g / m ²
Gore-tex Fireblocker N membrána 140 g / m ²	Gore-tex Fireblocker N membrána 140 g / m ²
Nomex (r) Comfort (Sofidry) 200 g / m ²	Paralínx II 230 g / m ²
Σm [g / m ²] 540	Σm [g / m ²] 570

Graf č. 3 Tepelná odolnost ochranných obleků testovaných materiálových skladeb [23]

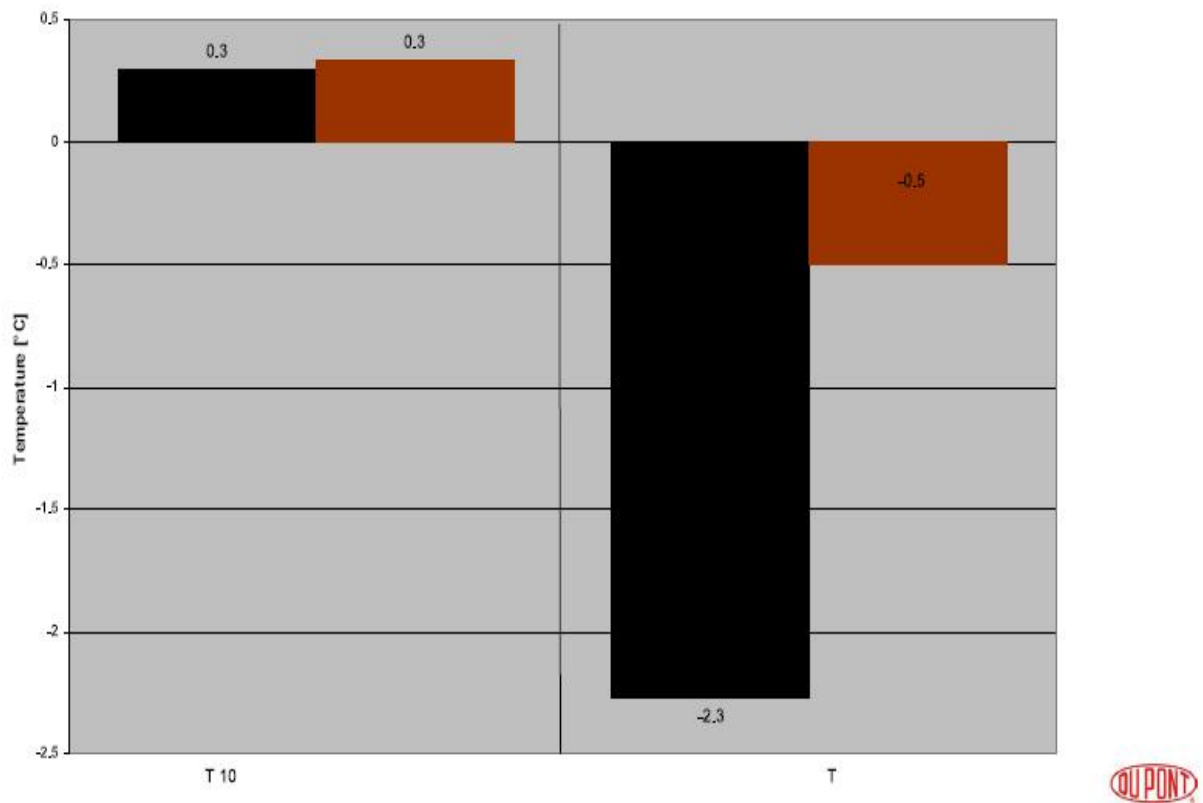


V tabulce č. 6 jsou znázorněny materiálové skladby testovaných ochranných zásahových obleků a jejich celková gramáž.

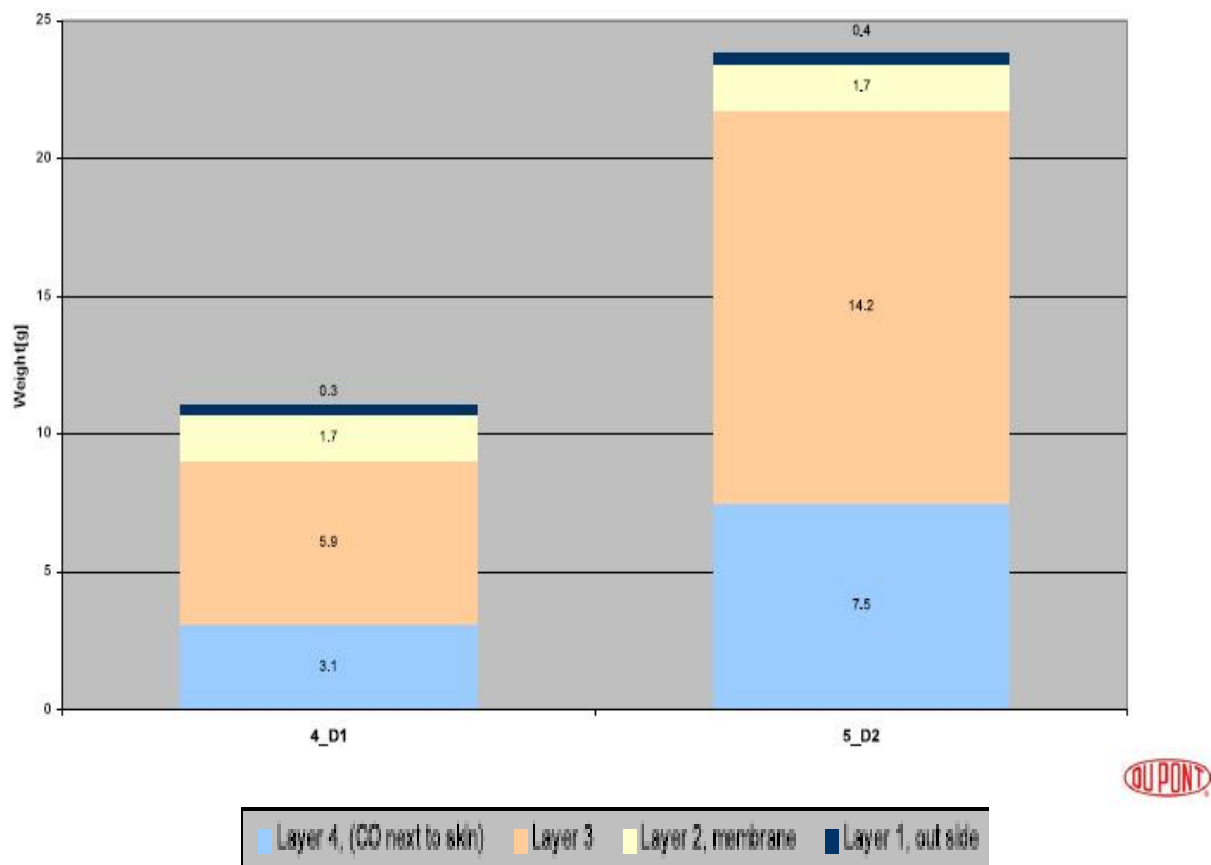
Z grafu č. 3 je patrná nižší tepelná odolnost (Rct result) u ochranného zásahového obleku Fireman Tiger, kdy ale oblek poskytuje dostatečnou tepelnou ochranu, ale tím i výrazně vyšší komfort, lepší prodyšnost a pohyblivost.

Z následujícího grafu č. 4 je patrná teplotní změna při zátěžové fázi v časovém intervalu 10 minut a následně i 60 minut. Z výsledku znázorněného v grafu č. 4, lze jasně vyčíst, že hlavní rozdíl a to dosti výrazný je po 60 minutách testu [23].

Graf č. 4 Teplotní rozdíly po 10 a 60 minutách testu [23]



Graf č. 5 Uvolňování tělesné vlhkosti při různém materiálovém složení [23]



Na grafu č. 5 je vyobrazeno uvolňování a následné absorbování tělesné vlhkosti do ochranného zásahového obleku. Je zde opět vidět přednost ochranného zásahového obleku v provedení komfortní materiálové skladby [23].

Ze závěrečného hodnocení celého testu je zřejmý nadstandardní výsledek ochranného zásahového obleku Fireman Tiger v provedení komfortní materiálové skladby. Tento oblek je se svou sníženou hmotností velkým přínosem pro hasiče, jelikož jim maximalizuje jejich komfort při práci a tím i následně zvyšuje celkovou bezpečnost.

ZÁVĚR PRÁCE

Tato diplomová práce měla za cíl přiblížit celkový komfort ochranných zásahových obleků určených pro hasiče. Z hlediska komfortu je velmi důležitý samotný historický vývoj a jednotlivé etapy ochranných zásahových obleků. Velmi důležitý je fakt, že hasič s dobovým vývojem měl potřebu se chránit a začal používat ochranný zásahový oblek. Tento oblek se začal vyvíjet a samozřejmě upravovat podle požadavků vycházejících zejména ze zkušeností hasičů. Až v minulém století došlo k postupnému střídání výrobních materiálů vhodných pro výrobu samotného ochranného zásahového obleku. Napřed se řešila vhodnost samotných materiálů, mezi které v dnešní době patří NOMEX a membrána GORE-TEX a teprve v dalších letech i velmi důležitý osobní komfort, který je v dnešní době pro hasiče neopominutelný.

V současnosti je na našem i světovém trhu velmi široké zastoupení výrobců a dovozců ochranných zásahových obleků. Musím zde ale podotknout, že ne každý splňuje příslušné nejnovější technické požadavky vycházející z technických norem. Proto se má spolupráce upřela na výrobce DEVA F-M s.r.o., která je velmi renovovanou a velkými úspěchy uznávanou firmou v oboru. Také testování ochranných zásahových obleků, které je v této diplomové práci popsáno, vychází z produktů – ochranných zásahových obleků vyrobených výše uvedenou firmou.

Pro celkovou bezpečnost a vysoký komfort samotných ochranných zásahových obleků jsou daná určitá technická specifika, které jsou podložena jednotlivými právními předpisy a technickými normami. Mezi nejdůležitější technickou normu patří ČSN EN 469:2006 [2], jež specifikuje jednotlivé požadavky na samotné provedení ochranného zásahového obleku, které jsou následně testovány za předem stanovených podmínek a zkušebních postupů.

Za velmi přínosné považuji označení obleku pomocí výrobního štítku, který je doplněn o značky charakterizující výsledky zkoušek. Tyto zkoušky jsou pak definovány ve výše uvedené technické normě. Dalším specifikem na tomto výrobním štítku je grafické znázornění pro správnou údržbu, během používání ochranného zásahového obleku. Tyto grafické symboly jsou doplněny o textovou část charakterizující základní postup při údržbě. Doporučením firmy DEVA F-M s.r.o. je správa osobních evidenčních listů každého uživatele ochranného zásahového obleku určených pro jednotky HZS a SDH. Do této přehledné evidence se zapisují jednotlivé prací cykly a odlišnosti od standardního stavu obleku. Při takto přehledném systému evidence se předejde snížení vysoké úrovně bezpečnosti a osobního komfortu hasičů.

Komfort ochranných zásahových obleků je velmi důležitou a v dnešní době často diskutovanou oblastí, jelikož jde o oblast, která je schopná z velké míry ovlivnit práci a celkový pocit hasiče při záchranné činnosti. Ochranné zásahové obleky jsou v dnešní době na velmi vysoké úrovni provedení a poskytují kompaktní komfort napříč všemi jednotlivými vrstvami obleku. Je nutno dodat, že při vyloučení jedné vrstvy z celku dochází k značnému poklesu osobního komfortu hasiče. Pro správnou funkci komfortu je potřeba důsledně dodržovat prací a čistící cykly, které musí být odborně provedeny, jinak opět hrozí pokles komfortu. Z hlediska ovlivnění komfortu klimatickými podmínkami by bylo optimální používat funkční prádlo pod tyto obleky. Toto prádlo má za úkol jednat chránit tělo hasiče proti chladu a na straně druhé zefektivnit odvod tělesné vlhkosti směrem od těla hasiče. Funkční prádlo v kombinaci s ochranným zásahovým oblekem v komfortním materiálovém provedení, poskytuje vysokou úroveň osobního komfortu. Nevýhodou je však vyšší pořizovací cena.

Negativní vlivy mají velký podíl na celkové práci hasiče. Zejména mám na mysli vnější klimatické podmínky. V zimním období jde o nízké teploty a v letních měsících o vysoké teploty. Tyto jevy jsou často doprovázeny vysokou relativní vlhkostí vzduchu. Podchlazení lze předejít používáním funkčního prádla a přehřívání lze v současné době řešit odkládáním kabátu při lehčích zásazích. V budoucnu je ovšem východiskem zavedení tzv. letních obleků pro hašení požárů na otevřené ploše, tyto obleky by se daly využít i pro technické zásahy.

Ověřování míry komfortu patří ke každému produktu, který hasiči využívají. Obzvláště firma DEVA F-M s.r.o. velmi přihlíží k osobnímu komfortu, kdy své nejnovější ochranné zásahové obleky nechává specializovaně testovat. Z výsledků jednotlivých testů je zřejmé, že při vylepšování materiálových kombinací dochází ke zvyšování osobního komfortu a snižování tělesné námahy hasiče při celkovém zvyšování osobní ochrany. Mezi průkazné testy patří test v klimatické komoře a Sweating torso test, kdy jsou navozeny velmi těžké okolní podmínky testování.

V ČR je situace v oblasti ochranných zásahových obleků u profesionálních jednotek velmi dobrá. Snad lze jen říci, že jednotky SDH by si také zasloužily větší příděl finančních prostředků na obměnu svých ochranných zásahových obleků. Jsou to právě dobrovolní hasiči, kteří často zůstávají dlouhé chvíle na místě zásahu po odjezdu profesionálních jednotek, a proto tito dobrovolní hasiči by měli mít plnohodnotný komfort při používání ochranných zásahových obleků.

Z hlediska budoucnosti by se měly začít používat dva druhy ochranných zásahových obleků a to na běžnou zásahovou činnost, tzv. letní oblek a na těžkou zásahovou činnost, stávající ochranný zásahový oblek. Zavedení letního obleku je poprvé zapracováno v normě ČSN EN 15614 [2], která ovšem bude muset být dále rozpracována a doplněna o další poznatky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ADAMEC, V., FOLDYNA, V., HANUŠKA, Z.: *Taktika zdolávání požárů, nehod a havárií – učební text pro nástupní odborný výcvik*. 2. vyd. Jílové u Prahy: MV – ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 1997. 84 s. ISBN 80–902121–6–6.
- [2] ČSN EN 469:2006 (83 2800). *Ochranné oděvy pro hasiče – Technické požadavky na ochranné oděvy pro hasiče*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 44 s.
- [3] ČSN 80 0828. *Plošné textilie. Stanovení savosti vůči vodě. Postup vzlínáním*. Praha: Český normalizační institut, 1992. 4 s.
- [4] ČSN EN ISO 9237 (80 0817). *Textilie – zjišťování prodyšností plošných textilií*. Praha: Český normalizační institut, 1996.
- [5] ČSN EN ISO 6330 (800821). *Textilie – Postupy domácího praní a sušení pro zkoušení textilií*. Praha: Český normalizační institut, 2001. 20 s.
- [6] ČSN EN 367. *Ochranné oděvy. Ochrana proti teple a ohni. Metoda stanovení prostupu tepla při vystavení účinku plamene*. Praha: Český normalizační institut, 1995. 20 s.
- [7] ČSN EN ISO 6942 (832744). *Ochranné oděvy – Ochrana proti teple a ohni – Zkušební metoda: hodnocení materiálů a kombinací materiálů vystavených sálavému teple*. Praha: Český normalizační institut, 2003. 16 s.
- [8] ČSN EN 20811 (800818). *Stanovení odolnosti proti pronikání vody. Zkouška tlakem vody*. Praha: Český normalizační institut, 1994. 8 s.
- [9] ČSN EN 31092 (800819) *Textilie. Zjišťování fyziologických vlastností. Měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou)*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 16 s.
- [10] ČSN EN ISO 6530 (832731). *Ochranné oděvy – Ochrana proti kapalným chemikáliím – Metoda zkoušení odolnosti materiálů proti penetraci (pronikání) kapalin*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 12 s.
- [11] ČSN EN 471 (832820). *Výstražné oděvy s vysokou viditelností pro profesionální použití – Metody zkoušení a požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 28 s.
- [12] ČSN EN ISO 15025 (832750). *Ochranné oděvy – Ochrana proti teple a ohni – Metoda zkoušení pro omezené šíření plamene*. Praha: Český normalizační institut, 2003. 24 s.

- [13] ČSN EN 15614. *Ochranné oděvy pro hasiče – Laboratorní metody zkoušení a technické požadavky na provedení oděvů pro likvidaci požárů v otevřeném terénu*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 20 s.
- [14] DVOŘÁČEK, P., LOŠÁK, J.: *Technické prostředky požární ochrany*. 1. vyd. Ostrava: Edice SPBI Spektrum 2001. 77 s. ISBN 80–86111-97–0.
- [15] Odborná konzultace s Janem Chudíkem z Hasičského záchranného sboru Moravskoslezského kraje.
- [16] DVOŘÁK, O. a kol.: *Alternativní řešení vývoje ochranného oděvu pro hasiče*. Závěrečná výzkumná zpráva grantového projektu RN 2000 2001 006, Praha: TÚPO MV – GŘ HZS ČR, 2001. 117 s.
- [17] FASTER, P.: *Zpráva z pracovní cesty do Kanady a USA – 14. – 22. květen 1994*. Interní publikace HZSMO 1994. 15 s.
- [18] Firemní literatura firmy DuPont: *Historie Dupont*, DuPont CZ s.r.o., 2001.
- [19] Firemní literatura firmy DuPont: *NOMEX® – When the heat is on*, překlady. DuPont, 1997.
- [20] Firemní literatura firmy DuPont: *Personal protection solutions for industrial workers*, překlady. DuPont, 2001.
- [21] Firemní literatura firmy DuPont: *Ochrana proti žáru a plameni*. DuPont, 2000.
- [22] Firemní literatura firmy DuPont: *Giving firefighters the protection they need*, překlady. DuPont, 2000.
- [23] Firemní literatura firmy DEVA F-M. s.r.o.: *Používané materiály zásahových obleků DEVA a další propagační materiály*, DEVA F-M. s.r.o., 2006.
- [24] Firemní materiály firmy DEVA F-M. s.r.o.: *Návod na údržbu oděvu FIREMAN TIGER*, DEVA F-M. s.r.o., 2006.
- [25] Firemní prezentace firmy W. L. Gore CZ: *GORE-TEX*. W. L. Gore, 2006
- [26] KOZOVÁ, R.: *Diplomová práce – Ochranné oděvy a pomůcky pro hasiče a záchranáře*. Technická Univerzita Liberec – Fakulta textilní, 2002
- [27] Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství HZS ČR: *Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu – Nebezpečí fyzického vyčerpání, Metodický list č. N 1*. Praha: MV – GŘ HZS ČR, 2001. 2 s.
- [28] Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství HZS ČR: *Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu – Nebezpečí popálení, Metodický list č. N 9*. Praha: MV – GŘ HZS ČR, 2001. 2 s.

- [29] Ministerstvo vnitra – Generální ředitelství HZS ČR: *Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu – Nebezpečí přehřátí, Metodický list č. N 11*. Praha: MV – GŘ HZS ČR, 2001. 2 s.
- [30] NFPA 1971: 2007. *Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting*, 2007 Edition 126 p.
- [31] Odborná konzultace s Ing. Michalem Kratochvílem z Hasičského záchranného sboru Hl. města Prahy.
- [32] Odborná konzultace s Bc. Tomášem Beinhauerem z Hasičského záchranného sboru Moravskoslezského kraje.
- [33] OSLZLA, M.: *Fyziologie odívání*. [Základní studie] SVÚT Liberec, 1987
- [34] POLMAN, Jiří. Mezi ohněm a tělem. *Hasičská a záchranná alarm revue*. 1995, roč. 5, č. 3, s. 20–21
- [35] STANĚK, J., KUBÍČKOVÁ, M.: *Oděvní materiály*. VSŠT Liberec, 1986
- [36] STEHLÍK, V.: *Diplomová práce – Zásahový oblek a jeho použití*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava – Fakulta Bezpečnostního inženýrství, 2007
- [37] ŠENOVSKÝ, M.: *Základy požární taktiky*. 3. rozšířené vydání Ostrava: Edice SPBI Spektrum 2001. 85 s. ISBN 80–86111-73–3.
- [38] <<http://www.vyzbrojna.cz/fenix.php>> [cit. 2007–10-03].
- [39] <<http://www.zahas-sro.cz/katalog/19/19-osobni-vystroj-a-vyzbroj-2.pdf>> [cit. 2007–10-03].
- [40] <<http://deva.misha.in/cz/index.htm>> [cit. 2007–10-27].
- [41] <<http://www.globefiresuits.com/globe/products>> [cit. 2007–10-20].
- [42] <http://www.goretex.cz/remote/Satellite?c=fabrics_cont_land_c&childpagename=goretex_cs_CZ%2Ffabrics_cont_land_c%2FFabricTechnologiesChapterOneLanding&cid=1183947839776&p=1183947844252&pagename=SessionWrapper> [cit. 2007–11-12].
- [43] <<http://directory.firehouse.com/buyersguide/Detailed/157.html>> [cit. 2007–10-16].
- [44] <<http://www.bristoluniforms.com/products.asp?cid=1&pid=2>> [cit. 2007–10-26].
- [45] <<http://www.pakostova.pellican.cz/publikace.php>> [cit. 2007–2-20].
- [46] <http://www.chmi.cz/meteo/sat/galerie/gal_2007a/20070118-19.html> [cit. 2007–10-15].

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
VŠB – TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
USA	Spojené státy Americké
HZSMO	Hasičský záchranný sbor města Ostravy
LOI	Kyslíkové číslo (Limiting Oxygen Index)
TÚPO MV – GŘ HZS ČR	Technický ústav požární ochrany Ministerstva vnitra – Generální ředitelství HZS ČR
MV – GŘ HZS ČR	Ministerstva vnitra – Generální ředitelství HZS ČR
PTFE	Polytetrafluoretylen
PU	Polyuretan
PE	Polyester
MVTR	Moisture Vapor Transmission Rate – rychlost přenosu vlhkosti
SDH	Sbor dobrovolných hasičů
HZSMSK	Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje
JPO	Jednotka požární ochrany

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1	Uvolnění tekutin z lidského těla pokožkou
Tabulka č. 2	Jednotlivé etapy testu v klimatické komoře [23]
Tabulka č. 3	Testování 1 skladby oblečení – standardní materiálová kombinace [23]
Tabulka č. 4	Testování 2 skladby oblečení – komfortní materiálová kombinace [23]
Tabulka č. 5	Srovnání testů z hlediska hmotnosti, srdečního tepu a prodyšnosti [23]
Tabulka č. 6	Materiálové skladby testovaných ochranných zásahových obleků [23]

SEZNAM GRAFŮ

- Graf č. 1 Zobrazení poklesu teploty při orkánu Kyrill [46]
- Graf č. 2 Zobrazení tepové frekvence v průběhu testů č. 1. a 2. [23]
- Graf č. 2 Tepelná odolnost ochranných obleků testovaných materiálových skladeb [23]
- Graf č. 4 Teplotní rozdíly po 10 a 60 minutách testu [23]
- Graf č. 5 Uvolňování tělesné vlhkosti při různém materiálovém složení [23]

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek č. 1 Ochranné obleky používané jednotkami požární ochrany na území ČR
- Obrázek č. 2 Zásahový oblek GLOBE™ G – Xtreme [43]
- Obrázek č. 3 Zásahový oblek Bristol Uniforms LTD [44]
- Obrázek č. 4 Zásahové obleky řady Fénix I. – III. [38]
- Obrázek č. 5 Sídlo a výrobní hala firmy DEVA F-M. s.r.o. [40]
- Obrázek č. 6 Zásahový oblek FIREMAN III [40]
- Obrázek č. 7 Zásahový oblek FIREMAN V – DIAMOND [40]
- Obrázek č. 8 Zásahový oblek FIREMAN TIGER [40]
- Obrázek č. 9 Výrobní štítek ochranného zásahového obleku [24]
- Obrázek č. 10 Skladba jednotlivých vrstev zásahového obleku pro hasiče
- Obrázek č. 11 Příklad materiálového složení vrstev s povrchovou úpravou
(Fireman Tiger) [40]
- Obrázek č. 12 Materiálové skladba třívrstvého zásahového obleku pro hasiče [23]
- Obrázek č. 13 Struktura membrány GORE-TEX® [25]
- Obrázek č. 14 Detail struktury membrány GORE-TEX® [25]
- Obrázek č. 15 Detail povrchu membrány GORE-TEX® [25]
- Obrázek č. 16 Vložená membrána GORE-TEX® [23]
- Obrázek č. 17 Srovnání chemické odolnosti (např. 65 % HNO₃) [25]
- Obrázek č. 18 Vizualizace zkušební figuríny – Thermo-man® [21]
- Obrázek č. 19 Umístění figuríny ve zkušební komoře [21]
- Obrázek č. 20 Ukázka výsledku jednotlivých testů [21]
- Obrázek č. 21 Testovací zařízení pro Sweating Torso Test [23]