

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2020

Bc. Petra Kobzová, DiS.

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií

Materiálové a konstrukční vlastnosti textilií používaných na operačních
sálech a jejich vliv na bariérové vlastnosti a komfort

Bc. Petra Kobzová, DiS.

2020

Diplomová práce

Univerzita Pardubice
Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Petra Kobzová, DiS.**
Osobní číslo: **Z18295**
Studijní program: **N5345 Specializace ve zdravotnictví**
Studijní obor: **Perioperační péče**
Téma práce: **Materiálové a konstrukční vlastnosti textilií používaných na operačních sálech a jejich vliv na bariérové vlastnosti a komfort (Konzultant z TZÚ)**
Zadávací katedra: **Katedra ošetrovatelství**

Zásady pro vypracování

1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a metodiky práce.
3. Příprava a realizace průzkumného šetření dle stanovené metodiky.
4. Analýza a interpretace získaných dat.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Rozsah pracovní zprávy: **50 stran**
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- HES, Luboš, Petr SLUKA. Úvod do komfortu textilií. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN: 80-7083-926-0.
- KOVAČIČ, Vladimír. Kapitoly z textilního zkušebnictví. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN: 80-7083-823-X.
- ZAKLOVÁ, Ladislava. Studie funkčnosti bariérových textilií u oděvů pro operační sály a čistá prostředí. Liberec, 2008. 103 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Blažena Musilová.
- HRUBÁ, Květa. Chirurgické oděvy do čistého prostředí. Liberec, 2009. 179 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Petra Komárková, Ph.D.
- WICHSOVÁ, J. a kol.: Sestra a perioperační péče. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN: 978-80-247-3754-6.

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Jana Wichsová, Ph.D.**
Katedra ošetrovatelství

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2020**

L.S.

doc. Ing. Jana Holá, Ph.D.
děkanka

PhDr. Kateřina Horáčková, DiS.
vedoucí katedry

PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 8. 6. 2020

PODĚKOVÁNÍ

Velmi děkuji paní Mgr. Haně Doubkové, PhD. a kolektivu TZÚ za pomoc při testování operačních oděvů, dodavatelům, kteří mi zadarmo poskytli materiál k výzkumné části. Poděkování patří paní děkance doc. Ing. Janě Holé, PhD. za cenné rady pro vypracování experimentální části. Taktéž děkuji vedoucí práce paní Mgr. Janě Wichsové, Ph.D.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá problematikou vlivu materiálových a konstrukčních vlastností jednorázových a opakovaně používaných operačních plášťů na jejich schopnost bariéry a zejména na komfort. Teoretická část práce popisuje složení operačních plášťů, bariérové vlastnosti a oděvní komfort. Praktická část byla rozdělena na dvě části. První část zahrnovala objektivní testování vzorků plášťů v laboratořích TZÚ v Brně, kde se zjišťovaly a hodnotily bariérové vlastnosti a oděvní komfort podle platných norem. Druhá část se zabývala dotazníkovým průzkumem s cílem zjistit subjektivní pocity perioperačních sester při použití plášťů v praxi. Hlavním cílem bylo vyhodnotit komfort u jednotlivých druhů operačních plášťů, srovnat výsledky z objektivního a subjektivního šetření a navrhnout požadované hodnoty pro zhodnocení komfortu s ohledem na požadované bariérové vlastnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

Operační plášť, bariérové vlastnosti, komfort, výparný odpor, prodyšnost, tepelná izolace.

TITLE

Material and construction properties of surgical textiles used in operating rooms and their influence on barrier properties and comfort.

ANNOTATION

The diploma thesis deals with the issue of the influence of material and structural properties of disposable and reusable surgical gowns on their barrier ability and especially on comfort. The theoretical part describes the composition of surgical gowns, barrier properties and clothing comfort. The practical part was divided into two parts. The first part included objective testing of samples in the laboratories of the TZÚ in Brno, where barrier properties and clothing comfort were determined and evaluated according to valid standards. The second part dealt with a questionnaire research in order to determine the subjective feelings of perioperative nurses when using coats in practice. The main goal was to evaluate the comfort of individual types of surgical gowns, to compare the results from

objective and subjective research and to propose the required values for the evaluation of comfort with regard to the required barrier properties.

KEYWORDS

Surgical gown, barrier properties, comfort, evaporative resistance, breathability, thermal insulation.

OBSAH

ÚVOD	14
1 CÍL PRÁCE	16
2 TEORETICKÁ ČÁST	17
2.1 Bariéra na operačním sále	17
2.1.1 Hygienický filtr	17
2.1.2 Stavební uspořádání operačních sálů	17
2.2 Hygienické požadavky na provoz zdravotnických sálů	18
2.3 Vzduchotechnika	19
2.3.1 Definice a klasifikace čistého prostoru	19
2.4 Operační oděv	21
2.4.1 Historie operačního oděvu	21
2.5 Oděv do čistých prostor	22
2.5.1 Operační pláště	22
2.5.2 Vlastnosti materiálů pro oděvní výrobu	26
2.5.3 Oblékání k operačním výkonům	27
2.6 Legislativa	30
2.6.1 Norma ČSN EN 13795 (85 5810)	30
2.6.2 CEN/TR 16422 (80 0082)	32
2.6.3 CE certifikát	33
2.7 Komfort	34
2.7.1 Definice komfortu	34
2.7.2 Přehled vlastností textilií, oděvů a sil ovlivňující komfort nošení	34
2.7.3 Oděvní komfort - psychologický	35
2.7.4 Sensorický komfort	35
2.7.5 Termofyziologický komfort	36

2.7.6	Patofyziologický komfort	37
3	VÝZKUMNÁ ČÁST	38
3.1	Průzkumný design	38
3.2	Zpracování dat	39
3.3	Popis testovaných vzorků	40
3.4	Přístrojové vybavení	41
3.5	Metodika – použité normy	45
3.5.1	Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek – (zkouška pomocí vyhřívané desky simulující pocení) – ČSN EN ISO 11092 (80 0819)	45
3.5.2	Měření prodyšnosti plošných textilií – ČSN EN ISO 9237 (80 0817)	46
3.5.3	Měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny ČSN EN ISO 15831 (832741)	47
3.5.4	Měření odolnosti proti pronikání vody podle normy ČSN EN ISO 811	48
3.6	Prezentace výsledků z laboratoří TZÚ	50
3.7	Prezentace výsledků z průzkumného šetření	61
3.7.1	Otázka číslo 1: Vyhovuje Vám velikost operačního pláště?	61
3.7.2	Otázka č. 2: Jak na Vás působí provedení operačního pláště?	62
3.7.3	Otázka číslo 3: Vyhovuje Vám struktura operačního pláště?	63
3.7.4	Otázka číslo 4: Jak Vám vyhovují manžety rukávu na operačním plášti?	64
3.7.5	Otázka číslo 5: Jaký máte pocit z oblasti předloktí operačního pláště během operačního výkonu?	65
3.7.6	Otázka číslo 6: Jaký máte pocit z operačního pláště při styku s pokožkou?	66
3.7.7	Otázka číslo 7: Máte dojem, že je operační plášť prodyšný?	67
3.7.8	Otázka číslo 8: Potíte se v operačním plášti?	68
3.7.9	Otázka číslo 9: Nevyhovovalo Vám něco na operačním plášti?	69
3.7.10	Otázka číslo 10: Jakou známku ohodnotíte operační plášť při operaci?	70

4	DISKUZE.....	71
4.1	Shrnutí výsledků operačních plášťů z TZÚ a dotazníkového šetření.....	72
4.1.1	Porovnání hodnocení výparného odporu podle normy ČSN EN ISO 11092 s otázkou č. 8.....	72
4.1.2	Porovnání hodnocení prodyšnosti podle normy ČSN EN ISO 9237 s otázkou číslo 7	74
4.1.3	Srovnání hodnocení tepelné izolace ČSN EN ISO 15831 s otázkou číslo 9	74
4.1.4	Porovnání hodnocení bariérových vlastností ČSN EN ISO 811 s otázkou č. 5	75
5	ZÁVĚR	77
6	POUŽITÍ LITERATURA	78
7	PŘÍLOHY	81

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Laminární proudění vzduchu na OP (Rubina, 2008, s. 58).....	20
Obrázek 2 - Proudění vzduchu na OP staršího typu (Rubina, 2008, s. 58).....	20
Obrázek 3 - Oblékání sterilního pláště (Wichsová, 2013, s. 128).....	28
Obrázek 4 - Značení posouzení kvality shody (Zaklová, 2018, s. 27).....	33
Obrázek 5 - Přístroj pro měření výparného odporu z laboratoří TZÚ V Brně (Kobzová, 2020).	42
Obrázek 6 - Přístroj pro měření prodyšnosti vzduchu dle ČSN EN ISO 9237 z laboratoří TZÚ V Brně (Kobzová, 2020)	42
Obrázek 7 - Měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny ČSN EN ISO 15831 (Kobzová, 2020).....	43
Obrázek 8 - Přístroj na měření bariérových vlastností podle ČSN EN ISO 811 (Kobzová, 2020).	44
Obrázek 9 - Přístroj na měření bariérových vlastností podle ČSN EN ISO 811 (Kobzová, 2020).	44
Obrázek 10 - Velikost operačního pláště	61
Obrázek 11 - Provedení operačního pláště	62
Obrázek 12 - Struktura operačního pláště.....	63
Obrázek 13 - Hodnocení manžety rukávu operačního pláště.....	64
Obrázek 14 - Hodnocení předloktí operačního pláště.....	65
Obrázek 15 - Kontakt operačního pláště s pokožkou.....	66
Obrázek 16 - Prodyšnost operačního pláště	67
Obrázek 17 - Hodnocení pocení v operačním plášti	68
Obrázek 18 – Diskomfort.....	69
Obrázek 19 - Hodnocení operačního pláště pomocí známky.....	70

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Požadavky na vlastnosti operačních plášťů (ČSN EN 13795, 2019, s. 11, 12)	31
Tabulka 2 - Výsledky z měření výparného odporu dle normy ČSN EN ISO 11092	50
Tabulka 3 - Výsledky z měření výparného odporu dle normy ČSN EN ISO 11092	51
Tabulka 4 - Výsledky z měření prodyšnosti vzduchu operačních plášťů podle normy ČSN EN ISO 9237	53
Tabulka 5 - Výsledky z měření prodyšnosti vzduchu operačních plášťů podle normy ČSN EN ISO 9237	54
Tabulka 6 - Výsledky měření tepelné izolace pomocí figuríny + 100% bavlna podle normy ČSN EN ISO 15831	56
Tabulka 7 - Výsledky měření tepelné izolace pomocí figuríny + 100% bavlna podle normy ČSN EN ISO 15831	57
Tabulka 8 - Výsledky měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny s jednorázovým oděvem podle normy ČSN EN ISO 15831	58
Tabulka 9 - Výsledky měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny s jednorázovým oděvem podle normy ČSN EN ISO 15831	59
Tabulka 10 - Výsledky měření bariérových vlastností podle normy ČSN EN ISO 811	60

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

Apod.	A podobně
CE	CE certifikát
CEN	Evropský výbor pro normalizaci
č.	Číslo
EN	Evropská norma
ISO	Mezinárodní orgán pro normalizaci
I_t	Celková tepelná izolace oděvu
JIP	Jednotka intenzivní péče
Mj.	Mimo jiné
Např.	Například
NV	Měření není vyžadováno
OP	Operační plášť
PE	Polyethylen
PES	Polyester
POP	Polypropylen
Pozn.	Poznámka
R_{ct}	Tepelný odpor
R_{et}	Výparný odpor
SMS	Spunbond-meltblown-spunbond
TBC	Tuberkulóza

ÚVOD

Chirurgický operační plášť je základní a důležitou součástí každého operačního výkonu bez ohledu na daný obor. Nejenom textilie do čistých prostor, ale i operační oděv jsou na operačním sále důležitým prvkem hygienicko – epidemiologické bariéry mezi pacientem a operátorem. Bez nepřítomnosti již zmíněných textilií by nebylo možné zahájit operační výkon a podílet se na zlepšení kvality života pacientů. Historický vývoj chirurgických operačních plášťů sahá na počátek 80. let. 19. století. Během těchto několika let se změnil nároky a požadavky na celé zdravotnictví, ale i na operační oděvy. Historickým mezníkem jsou chirurgické bavlněné operační pláště, které jsou v současné době nedostačující a nesplňují požadavky normy ČSN EN 13795. Během těchto let vznikl velký rozmach a trend ve výrobě jednorázových operačních plášťů s různým materiálovým složením a kombinací výztuží pro operační obory. Podíl jednorázových a opakovaně použitelných operačních textilií na operačních sálech v zemi EU je poměrně vyvážený zhruba 55 % ku 45 % (Kučera, 2008). Důležitým aspektem pro operační textilie, jsou přísné požadavky podle platné legislativy, a zároveň i poskytnutí co nejvíce možného oděvního komfortu nejen pro operátora, ale i pro celou operační skupinu. Musíme si uvědomit, že komfort operátora může ovlivnit daný výsledek operace a následnou prognózu pacienta. Jako komfort nepovažujeme pouze jeden aspekt operačního oděvu, ale je to souhra termofyziologických, sensorických a psychologických vjemů, které splňují veškerá kritéria v dané oblasti. Pokud nám bude jedna stránka komfortu převažovat nad druhou nebo bude zcela vynechána, může vzniknout patologický komfort. Nesmíme zapomenout na pořizovací cenu a na ekologii, která je v současné době velmi aktuálním tématem a hraje velkou roli. V současné době jde technika, ale i výroba textilií dopředu a vznikají nové trendy operačních plášťů.

Cílem diplomové práce je představit základní rozdělení chirurgických operačních plášťů a srovnat výsledky z objektivního průzkumu a subjektivního šetření komfortu u jednotlivých typů plášťů. Dále tyto získané výsledky využít k prezentaci dodavatelům operačních plášťů s možným rozvojem a zamyšlením k výrobě operačních oděvů. Problematika komfortu operačních oděvů je v české literatuře zanedbatelná a opomíjená. Zejména v zahraničních zdrojích je tato problematika komfortu mnohem více statisticky šetřena díky mnoha výzkumům. Komfortní chirurgický operační oděv používaný na operačním sále je jeden z faktorů ovlivňující atmosféru na operačním sále.

Téma diplomové práce jsem si vybrala především kvůli aktuálnosti a domnívám se, že oděvnímu komfortu chirurgických operačních plášťů není v současné době věnovaná dostatečná pozornost. Dalším důvodem výběru tématu bylo získání a rozšíření vědomostí v dané problematice, čerpání nových zkušeností z testování různých druhů operačních plášťů.

1 CÍL PRÁCE

Diplomová práce se věnuje operačním textiliím používaným na operačních sálech z hlediska jejich bariérových vlastností a komfortu.

Hlavní cíle práce:

1. Seznámit se se základními pojmy, legislativou a zkouškami týkajícími se testování operačních oděvů v laboratořích.
2. Hlavním cílem práce je hodnocení komfortu s ohledem na bariérové vlastnosti u jednotlivých typů operačních oděvů, a to jak z objektivního, tak ze subjektivního hlediska. Tyto dva pohledy budou v závěru práce propojeny do výsledného hodnocení komfortu.

Dílčí cíle práce:

1. Vybrat zkoušky vhodné pro zjištění bariérových vlastností materiálů používaných pro výrobu operačních oděvů a tyto zkoušky následně v laboratoři provést.
2. Definovat zkoušky vhodné pro objektivní posouzení komfortu a následně tyto zkoušky v laboratoři provést.
3. Vypracovat dotazníkové šetření s cílem subjektivního posouzení bariérových vlastností a komfortu u materiálů při používání v praxi.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Bariéra na operačním sále

Je nutné si uvědomit, že vstup na operační sál sebou vždy nese riziko zanesení infekce. Existuje proto celá řada opatření s cílem toto riziko co nejvíce eliminovat.

2.1.1 Hygienický filtr

Veškerý personál, který přichází z domu v civilním oblečení je povinen se v šatně převléci do běžného pracovního (bílého) oděvu a obuvi dle standardů nemocnice. Další kroky směřují k hygienickému filtru, který je součástí operačního traktu. Filtr je rozdělen na dvě základní části, a to na vstupní a čistou část. Ve vstupním filtru si personál ukládá své ústavní oblečení a obuv. Odloží si veškeré šperky, hodinky a provede hygienickou dezinfekci rukou. V čisté části se personál převleče do oděvu, který je určen do čistých prostor. Poté si upraví vlasy a nasadí si pokrývku hlavy tak, aby vlasy byly zcela zakryty. Každý člen personálu se upraví podle hygienických zásad. Při špatné dezinfekci může dojít ke kontaminaci operačního prádla (Streitová, 2017, s. 5 - 10), (Wichsová, 2013, s. 123 - 124).

2.1.2 Stavební uspořádání operačních sálů

Operační sál je pracoviště, které klade vysoké nároky na profesionalitu celého operačního týmu, technické zařízení a v neposlední řadě především na hygienické zásady. Veškeré podmínky by se měly dodržovat z důvodu aseptického provozu (Streitová, 2017, s. 5 -10). Hlavní prioritou pro pozitivní ovlivnění počtu infekcí je uvědomělé chování všech, kteří se pohybují a pracují na operačním sále (Pokorná, 2013, s. 11).

Stavební a provozní uspořádání operačního sálu je základní podmínkou dodržování správného hygienického režimu operačních sálů. Operační sály mají mít statut uzavřeného oddělení. (Pokorná, 2013, s. 11).

V literaturách můžeme najít rozdělení operačních sálů podle druhů operací. Základní rozdělení je na septické a aseptické operační sály. Ideálním řešením pro rozdělení operačních sálů podle druhu operací je na superseptický, aseptický, mezoseptický a septický operační sál (Pokorná, 2013, 11 - 12). Již zmíněné rozdělení operačních sálů je většinou ve velkých nemocnicích, které disponují velkým prostorem.

Operační sály a celé trakty jsou dispozičně přizpůsobeny podle budov, ve kterých se nacházejí. Nemělo by docházet ke křížení špinavých a čistých cest, abychom minimalizovali vznik infekcí, ovšem v řadě starých budov se někdy nelze technicky přizpůsobit (Pokorná,

2013, s. 11 - 12). Stavební uspořádání má významnou roli v rámci infekce, ale samozřejmě se nejedná pouze o jediný faktor.

2.2 Hygienické požadavky na provoz zdravotnických sálů

Hlavní hygienické požadavky na ambulantní i ústavní provoz zdravotnických zařízení jsou vymezeny legislativou, přičemž základním dokumentem je vyhláška MZ ČR č. 306/ 2012 Sb., kterou se upravují podmínky předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a hygienické požadavky na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče, v platném znění. Hygienické požadavky lze členit podle druhu činnosti do samostatných kapitol, jedná se především o: odběr a vyšetření biologického materiálu, sterilizaci, dezinfekci, vyšší stupeň dezinfekce, příjem a ošetření nemocných, úklid a nakládání s odpadem ve zdravotnických zařízeních, manipulací se zdravotnickým prádlem, hygienické zabezpečení rukou personálu (Podstatová, 2009, s. 137).

Operační sál je rizikové místo v nemocnici, kde jsou prováděny invazivní operační výkony. Z tohoto důvodu musí být hygienické podmínky i prostředí sálu přísně hlídány, aby bylo zdraví pacienta chráněno. Tyto podmínky prostředí jsou tedy zaměřeny hlavně na pacienta. Vzhledem k tomu, že pacient leží na operačním stole v klidu, polonahý a často je i pod analgosedací, jeho produkce tepla je na nízké bazální metabolické rychlosti. Při operacích s otevřenými tělními dutinami může docházet ke značné tepelné ztrátě, a proto by měly podmínky prostředí zajistit především termofyziologický komfort pacienta. Z této dedukce vyplývá, že dalším faktorem a činitelem, který může ovlivnit průběh délky hospitalizace pacienta je vhodně zvolená vzduchotechnika na operačním sále (Podstatová, 2009, s. 137 - 138), (Rubina, 2008, s. 6). Proto v následné kapitole bude popsána vzduchotechnika, laminární proudění vzduchu a jeho významná role na operačním sále.

2.3 Vzduchotechnika

2.3.1 Definice a klasifikace čistého prostoru

Čistý prostor operačních sálů má řízené prostředí. Je to prostor, ve kterém je řízená koncentrace částic pevného aerosolu ve vzduchu podle určitých limitů. Částice jsou do prostředí emitovány lidmi, technologií, údržbou a zařízením. Tyto částice musí být z místnosti a ze vzduchu na operačním sále neustále odváděny. Požadavky na kvalitu čistého prostoru určují, jaké částice musí být kontrolovány. Požadavky na čisté prostory a zóny jsou obsaženy v mnoha normách a standardech (Rubina, 2008, s. 6).

Čisté prostory na operačním sále obsahují v prostředí podle požadované třídy čistoty 100 nebo 10 000 částic této velikosti (Rubina, 2008 s. 6).

Mezi nejúčinnější vzduchotechniku na operačních sálech považujeme tzv. laminární proudění vzduchu. Princip laminárního proudění vzduchu spočívá ve vytvoření filtrovaného kompaktního proudu vzduchu, který malou rychlostí klesá od stropu k podlaze a strhává s sebou částice, které jsou obsaženy ve vzduchu na operačním sále. Usměrněné proudění vzduchu vytěsňuje částice z operačního pole. Z toho vyplývá, že laminární strop by se měl nacházet přímo nad pracovním polem, tedy nad operační ránou. Laminární strop obsahuje nosné skříně, které tvoří tlakovou komoru s integrovanými vestavěnými filtry, revizní komory, zářivkové osvětlení, paty stativu pro operační svítidla, laminarizátoru a revizní komory. Pro zajištění příznivého prostředí na operačním sále je nedílnou součástí nejenom správně fungující vzduchotechnika, ale také zabezpečení úklidového režimu a monitoringu čistoty prostředí (Rubina, 2008, s. 6 - 7).

Monitoring čistoty prostředí a obsahu částic ve vzduchu na operačních sálech stanovuje norma ČSN EN ISO 14664. Norma popisuje způsob měření a to 3 způsoby (před uvedením do provozu, za provozu, o přestávce bez personálu, za běžného provozu operačního sálu). K analýze se používají tzv. počítače částic, které fungují na fotoelektrickém principu, měří také teplotu a vlhkost vzduchu. Odebírá se vzorek v objemu 2 litrů, vždy minimálně po dobu 1 minuty. Počet vzorků se stanovuje podle celkové plochy prostoru. V současné době není povinností dodržovat požadavky normy ČSN EN ISO 14664 (125301), (Rubina, 2008, s. 6 - 7).

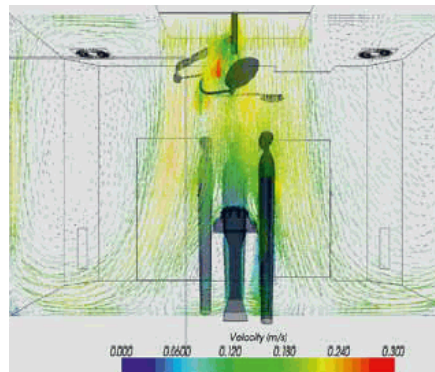
Nízké teploty na sále mohou vést k pacientově hypotermii, což může prodloužit dobu rekonvalescence po operaci, jak bylo zmíněno. Aby byli pacienti chráněni před rizikem hypotermie, je doporučená teplota vzduchu na sále 24 °C až 26 °C. Doporučená teplota

prostředí a vlhkost se v různých zemích liší, ale také jsou zaměřeny na termofyziologický stav pacienta. Například normy určující teploty vzduchu na operačních sálech doporučují optimální rozsah pro udržení v rámci 18-25 °C v Německu, 20-25 °C ve Francii, 22-25 °C ve Švédsku a 25 °C ve Švýcarsku. Kromě toho by měla být dodržena požadovaná konstrukce operačního sálu s ohledem na parametry distribuce vzduchu, rychlost výměny vzduchu a tlak v místnosti (Rubina, 2008, s. 6 - 8).

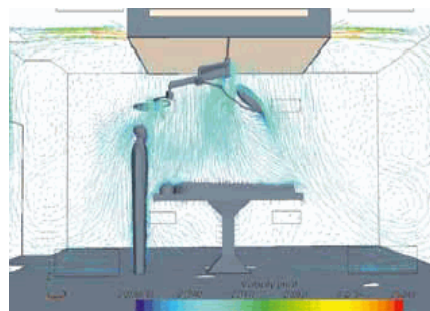
Stejně tak se liší vlhkost vzduchu, doporučení se liší od 40 % až po 60 %. Tyto hodnoty jsou považovány za nejlepší pro personál na sále a nejhorší pro bakterie jako je stafylokok, ale dost vlhké na to, aby bylo minimalizováno riziko vycházející ze statické elektřiny. Brandt uvedl, že skutečná okolní teplota v místnosti se může pohybovat od 15,6 °C do 25,6 °C a relativní vlhkost od 30 % do 60 % (Rubina, 2008, s. 6 -8), (Wang, 2014, s. 190 - 195).

Kvalita čistého prostoru je nedílnou součástí celého komplexu nejen správné funkce laminárního proudění vzduchu, ale i pravidelné údržby klimatizace a traktů na operačním sále. Dalším faktorem, který ovlivňuje čistotu vzduchu je řízený pohyb osob ve vhodném oblečení.

Níže je uveden obrázek, který ukazuje schématické proudění vzduchu na operačním sále, kde je využito laminární proudění vzduchu.



Obrázek 1 - Laminární proudění vzduchu na OP (Rubina, 2008, s. 58)



Obrázek 2 - Proudění vzduchu na OP staršího typu (Rubina, 2008, s. 58)

2.4 Operační oděv

Oděv je integrální částí lidského života. Primární rolí oděvu je chránit tělo před nestálým okolím. Lidské tělo může být považováno za otevřený systém, který je vždy ve stavu fyzické, chemické a biologické interakce s okolím (Hes, 2008, s. 32).

Oděv můžeme považovat za ochranný systém, ve kterém se uskutečňuje prostup tepla a chladu. Prostupnost vlhka a tepla ovlivňuje konstrukce oděvu, materiálové složení oděvu a jeho střihu. Samotný oděv může pomáhat k termoregulaci organismu, pokud tělo není schopno samoregulace (Hes, 2008, s. 32).

Charakter prádla. Prádlo má obdobný charakter jako zdravotnický materiál určený pro opakované použití. Výsledkem pracího postupu a procesu musí být prádlo prosté chemické a bakteriální kontaminace. Materiály, které přicházejí do přímého styku s operační ránou, se nesmí klasifikovat jako prádlo (Česko, 2012, s. 3978).

Z hlediska zdravotního rizika se rozděluje prádlo na:

- a) Infekční – to je prádlo kontaminované biologickým materiálem a prádlo používané na infekčních oddělení, oddělení TBC a ve veškerých laboratorních provozech (mimo zubní laboratoře).*
- b) Operační – to je prádlo z operačních sálů, gynekologicko - porodních sálů, novorozeneckých oddělení, JIP a CHIP.*
- c) Ostatní prádlo neuvedené v bodech a) a b), (Česko, 2012, s. 3978).*

2.4.1 Historie operačního oděvu

Rozsáhlý historický průzkum rozvoje chirurgického oblečení v minulém století „řeší“ Laufman - et al. Používání chirurgických plášťů a roušek se vyvinulo na začátku 80. let. 19. století. Gustav Neuber byl první chirurg, který používal sterilizované chirurgické pláště v roce 1883. Nicméně účelem toho nebylo primárně zabránit kontaminaci chirurgického pole, ale chránit chirurgovo oblečení od znečištění. Již na počátku 20. století se však toto užití chirurgických plášťů a roušek stalo běžnou praxí s hlavní funkcí ochránit sterilní operační pole od mikrobiální infekce. Zpočátku byl nejvíce užívaným materiálem mušelín (jemná tkaná, prodyšná látka) a další tkané či netkané materiály byly uvedeny v pozdějších letech (Wang, 2014, s. 193), (Kazimour, 2017).

V roce 1952 William C. Beck varoval chirurgickou společnost, že mušelín má přijatelnou bakteriální bariéru, zatím co je suchý. Když se však namočí, potom tuto schopnost ztrácí,

i když je zvýšen počet vrstev. Toto upozornění podpořilo rozvoj více vyhovujících materiálů, které zaručovaly jedinečné ochranné vlastnosti. Byly představeny nové tkané znovupoužitelné a netkané jednorázové materiály. Dále s rozvojem rizika spojeným s přenosem patogenů byl kladen důraz také na osobní ochranné pracovní pomůcky. K přenosu infekce dochází z pacienta na personál, ale i na opak. Tím pádem začalo mít chirurgické prádlo dvojí funkci. Ochranné požadavky pro pláště tudíž byly – voděodolné, hydrofobní a stěžejně odolné vůči infekčním mikroorganismům. Tímto zjištěním začal vzrůst textilního průmyslu pro zdravotnická zařízení (Wang, 2014, s. 193).

Další kapitola bude zaměřena na oděvy do čistých prostor a operační oděvy jak jednorázové, tak opakovaně použitelné.

2.5 Oděv do čistých prostor

Operační oděv je velmi důležitý pro správný chod operačního traktu. Je uložen v hygienickém filtru a je zcela odlišen od ústavního oblečení. Většinou je oděv barevně odlišen a vyroben z jiného materiálu, aby bylo zřejmé, že se jedná o speciální oděv. Základní oděv obsahuje kalhoty, halenu a popřípadě kabátek při pocitu chladu. Hlavní rozdělení operačního oblečení je podle typu použití. Bavlněné oblečení je možné využít několikrát, tedy můžeme říci, že se jedná o opakovaně použitelný operační oděv. Oděv, který je vyroben z netkané textilie nebo z mikrovlákna, je pouze jednorázový. Pro zabránění šíření mikroorganismů, je nutné používat ochranné prostředky, jako jsou nesterilní operační čepice, a ochranná ústenka s filtrem (Wichsová, 2013, s. 123). Oděvy do čistých prostor používáme jako zdravotnické prostředky nejen pro personál, ale i pro pacienty.

Oděv do čistých prostor je speciální forma oděvu, který prokazatelně snižuje množství „částic“ produkovaných nositelem (Wang, 2014, 192).

Jak jsme již výše zmínili v předchozích kapitolách, je možné k přenosu infekčních agens dojít hned několika způsoby. Operační oděvy do čistých prostor se využívají k minimalizování šíření zmíněného infekčního agens.

2.5.1 Operační pláště

Operační skupina během operace používá sterilní operační plášť a sterilní rukavice. Operační pláště jsou buď jednorázové (disposable gown) nebo opakovaně použitelné (reusable gown). V podkapitolách bude vysvětlen rozdíl mezi jednorázovými operačními plášti a opakovaně použitelnými.

Operační oděvy z netkaných textilií na jedno použití jsou vyrobené z různých druhů materiálů, a to nejčastěji z polypropylenu nebo kombinací polypropylenu s polyesterem. Další kombinace polyesteru a viskózy, polyesteru s viskózou a polyethylenem, polypropylenu a viskózy, polyethylenu a polyesteru (Hrubá, 2009, s. 26).

Opakovaně používané operační pláště jsou nejčastěji vyrobeny z polyesteru. Buď ve formě mikrovláknů často v kombinaci s uhlíkovým vláknem nebo jako laminát (nejčastěji trilaminát – tři vrstvy, přičemž horní a spodní je polyesterová a prostřední polyuretanová), (Hrubá, 2009, 26 - 27).

2.5.1.1 Jednorázové operační pláště

Operační oděvy jsou určeny pouze pro jedno použití. Poté musí být likvidovány podle současné platné legislativy. U tohoto druhu operačních textilií tak odpadá nutnost praní a následné sterilizace. Operační pláště jsou výrobcem dodány do zdravotnického zařízení zabalené a sterilní. Jednorázové operační oděvy jsou vyrobeny z netkaných textilií. Dodávány jsou buď v klasických tvarech s různými výztužemi, nebo ve specifických variantách pro speciální použití. Konstruktivní řešení operačních plášťů je řešeno standardním tvarem, kdy nerozlišujeme, zda se jedná o dámské nebo pánské pláště. Mírné niance se mohou vyskytnout u tvaru rukávu. Při běžné operaci se využívají pláště bez zesílených kritických míst (Zaklová, 2008, s. 32 - 34).

U operačních plášťů definujeme pojem kritická oblast. Tou se rozumí přední část pláště v břišní oblasti a rukávy. Funkčnost je zajištěna kompozitním materiálem s fólií nebo membránou v celém díle. Popřípadě je na místo nalepena vrstva nepropustného laminátu. Některé operační pláště mívají své benefity ve formě antibakteriálních úprav. (Zaklová, 2008, s. 32 - 34).

Technologie výroby operačních oděvů je řešena konvenční nebo nekonvenční metodou. Spojování jednotlivých dílů se provádí buď šitím, nebo svařováním. Výrobci využívající konvenční metodu (tedy šití jednotlivých dílců k sobě) musí zajistit, aby šev byl odolný proti průniku kapalin, což se řeší například podlepením švů. Pokud výrobce využívá nekonvenční metodu, využívá tedy metodu přidělování dílců operačního oděvu pomocí svařování ultrazvukem (zde je riziko průniku kapalin malé a není nutné švy podlepovat). Rukávy jsou většinou řešeny do pleteninové manžety, která je komfortnější. Manžeta je vyrobena ze 100 % polyesteru nebo polypropylenu, švy límce jsou řešeny buďto stojáčkovým límcem, nebo začištěným lemovacím pruhem. Zapínání v oblasti límce je ukončeno stuhou, tedy na

zavázání nebo suchým zipem. Dolní kraj pláště je zcela bez zapravení (Zaklová, 2008, 32 - 34).

Použité materiály jsou nejčastěji z prodyšné netkané textilie SMS a to především z kompozitů POP nebo PES.

V současné době existuje na trhu několik firem, které se zabývají výrobou, inovací a dodáním jednorázových, sterilních operačních oděvů.

2.5.1.2 Manipulace s oděvem

Mezi poskytovatelem zdravotních služeb a prádelnou se smluvně dohodne systém třídění a značení obalů podle obsahu (např. barevně, číselně) a dokumentuje se postup definující množství, termíny a způsob předávání prádla (Česko, 2012, s. 3978).

Použité ochranné oděvy a operační pláště je každý zaměstnanec povinen odkládat do ochranných obalů, textilních obalů nebo plastových obalů v kovových konstrukcích s krytem. Tyto koše jsou umístěny v čistících místnostech, filtrech, skladech použitého prádla nebo filtrech. Zaměstnanec je povinen vyhazovat operační oděv tak, aby zbytečně neznečistil okolní prostředí, tedy ukládá bez roztřepání (Česko, 2012, s. 3978).

Použité prádlo v obalech se skladuje ve vyčleněném větratelném prostoru, V místnostech pro skladování použitého prádla jsou podlahy a stěny ve výšce 150cm omyvatelné a dezinfikovatelné (Česko, 2012, s. 3979).

Obaly na použité prádlo jsou používány podle druhu operačního prádla, které se liší barevností. Nemocnice se řídí podle ošetrovatelských standardů a podle externí firmy nebo své prádelny. S prádlem vždy manipulujeme s ochrannými pomůckami, jako jsou PE zástěry, rukavice, eventuálně v roušce pokud je potřeba (Česko, 2012, s. 3978).

2.5.1.3 Odpad - likvidace jednorázových operačních pláštů

Odpad ze zdravotnického zařízení můžeme definovat jako pevný a kapalný odpad vznikající na pracovišti daného oddělení, tedy operačních sálů. Do odpadu můžeme zahrnout komponenty různého fyzikálního, chemického a biologického materiálu, který vyžaduje zvláštní nakládání a odstranění vzhledem k jeho specifickému zdravotnímu riziku. Identifikační číslo pro infekční odpad je 18 01 03* (Štěchová, 2019, s. 11 - 15).

Operační pláště by měly být svlečeny až po odchodu z operačního sálu nebo, alespoň v dostatečné vzdálenosti od operačního pole. Použité operační pláště, jsou považovány za infekční materiál, proto se k nim také tak chováme, a vždy je vyhazujeme do infekčního

odpadu. Infekční odpad se vyhazuje do černých nebo červených pytlů podle stanovení řádu nemocnice, které jsou nepropustné a ze silnostěnného PE obalu. Po každé operaci je infekční odpad vyneseno a zabezpečeno, aby nedošlo k rozsypaní. Každý infekční odpad je popsán daným sálem, ze kterého byl vyneseno. Manipulace musí být taková, aby nedošlo k porušení PE pytle. Pokud dojde k protržení, člen úklidové firmy, je povinen odpad dát do náhradního pytle. Následně je z pracoviště přepravován na určené místo, kde je odpad následně odvezen a připraven k likvidaci. (Česko, 2012, s. 3973 - 6).

Každý infekční odpad je nutné popisovat podle aktuální směrnice daného pracoviště. Důležité je vždy, aby byl odpad uzavřen. Infekční odpad musí obsahovat etiketu, kde se nachází základní údaje o odpadu, tj. název odpadu, katalogové číslo odpadu, kód a název nebezpečné vlastnosti, nápis „nebezpečný odpad“, výstražný grafický symbol, identifikace pracoviště (místo vzniku odpadu /číslo operačního sálu), datum a čas vzniku odpadu. Maximální doba mezi uložením infekčního odpadu na shromažďovacím místě a jeho odvozem je maximálně 72 hodin (Česko, 2012, s. 3973 - 6).

2.5.1.4 Opakovaně použitelné operační pláště

Opakovaně použitelné pláště jsou určeny k mnohonásobnému použití. Maximální počet cyklů použití a údržby je deklarován výrobcem. Dnes jsou běžné opakovaně používané operační pláště, u nichž výrobce deklaruje, že vydrží 70 cyklů údržby, výjimkou už ale nebývají ani výrobky určené ke 100 cyklům použití. Každý výrobce tohoto druhu zdravotnického prostředku je povinen před uvedením výrobku na trh odzkoušet vlastnosti nejen nového výrobku, ale také výrobku na konci doby jeho použitelnosti. Všechny požadavky, které jsou stanoveny normou, musí být splněny po celou dobu životnosti výrobku (ČSN EN 13795, 2019, s. 7).

Operační plášť je zdravotnický prostředek, určený k použití na operačních sálech jako ochranný oděv, který minimalizuje a eliminuje přenos infekčních mikroorganismů a tělních tekutin. Operační pláště jsou řešeny opět standardním střihem, nerozlišujeme pánskou nebo dámskou velikost. Operační plášť má zavínovací střih a zavazuje se pomocí čtyř párů polyesterových tkanic. Viditelný rozdíl oproti jednorázovým operačním plášťům je velký přesah zadního dílu. Na rukávech jsou elastické manžety z polyesterového úpletu (ČSN EN ISO 13795, 2019, s. 8), (Hedva, 2016, s. 1).

Operační oděv, který je opakovaně použitelný musí mít speciální před sterilizační přípravu a sterilizaci. Do před sterilizační přípravy můžeme zahrnout praní, sušení, žehlení, dále pak následuje samotná sterilizace, balení a skladování (Hedva, 2016, s. 2).

2.5.1.5 Údržba opakovaně použitelného operačního pláště

Proces údržby operačních pláštů je definován výrobcem a musí být přesně dodržen. Prádelna, která pláště zpracovává, se musí řídit doporučeními výrobce, aby byla zajištěna životnost výrobku. Proces praní, sušení a dokončování se odvíjí od technického vybavení dané prádelny. Obecná doporučení platná pro většinu používaných materiálových složení pláštů jsou následující.

Pláště je nutno prát pouze se stejným materiálem, tedy opět operačními plášti, které mají stejné složení, aby nedošlo k poškození hydrofobních vlastností. Před vložením do pracího bubnu je nutné zkontrolovat, aby nikde nebyl ostrý předmět, který by mohl porušit celistvost oděvu. Prací buben by měl být naplněn maximálně ze 70 % své kapacity. Pokud bude prací buben zaplněn více, je možné, že působení detergentů bude nedostatečné nebo nastane situace, že dojde k mechanickému opotřebení nebo k silnému pomačkání vláken. Během praní je nutné dodržovat podmínky definované výrobcem, obvykle je to teplota praní maximálně 70 °C a využití pracích detergentů s dezinfekčním účinkem (chemotermodezinfekce). Je zakázáno používat aviváže, změkčovací prostředky. Sušení lze provádět v bubnové sušičce dle ČSN ISO 6330, nebo lze použít i tunelfinišer, kde se prádlo zároveň vysuší i vyžehlí (Zaklová, 2008, s. 41), (Hedva, 2016, s. 2 -3).

Proces sterilizace obvykle probíhá při teplotě 134°C po dobu 7 min. vlhkým teplem (autokláv). Důležité je, aby pára neobsahovala zbytky solí a mechanických nečistot, aby nedošlo k hydrolyze vláken při vyšších teplotách a neměla by obsahovat železo. Uchování sterilních operačních oděvů by nemělo být na slunci a ve vlhkém prostředí (Zaklová, 2008, s. 46), (Hedva, 2016, s. 4).

Moderní, opakovaně použitelné výrobky z mikrovlákna nejsou vhodné pouze z důvodu ochrany, ale zároveň pro svůj komfort, dlouhou životnost a cenovou přijatelnost v porovnání s jednorázovými (Wang, 2014, s. 193 – 194).

2.5.2 Vlastnosti materiálů pro oděvní výrobu

Kvalitu (nebo také jakost) nějakého výrobku je možno definovat jako schopnost tohoto výrobku plnit v dostatečné míře svou funkci danou účelem použití. O kvalitní výrobě lze hovořit pouze v tom případě, jsou-li dodrženy sjednané podmínky dodávek, vlastnosti

výrobku, respektujících jejich úroveň (hodnoty), a to s výkyvy těchto vlastností pouze ve stanoveném rozsahu. V současné době se kvalita výroby řídí normami řady 9000. Podle ustanovení těchto norem není nutno vyrábět s nejvyšší možnou jakostí, ale odběratel musí mít dlouhou dobou záruku stálé kvality. Vlastnosti materiálů, které se používají v textilní oděvní výrobě, můžeme definovat podle toho, v jakém stupni výroby a používání se nejvíce projevují (Kovačovič, 2004, s. 5).

Vlastnosti materiálů pro oděvní výrobu dělíme podle vlastností fyzikálních (geometrické, sorpční, termické, mechanické, odolnosti proti mechanickému a fyzikálnímu působení), vlastnosti chemické (odolnost proti působení chemikálií) a jako poslední rozdělení můžeme vyjádřit specifické vlastnosti oděvních textilií především fyziologické vlastnosti (propustnost medií textiliemi), (Kovačovič, 2004, s. 5 - 7).

Do vlastností fyzikálních můžeme zařadit především geometrické vlastnosti, které se zabývají stálostí tvaru, šířkou, tloušťkou a délkou textilie. Sorpční vlastnosti zajišťují příjem a výdej vody tedy vodních par, barviv, atd. Termické vlastnosti hodnotí měřené teplo, tepelnou vodivost a tepelně izolační schopnosti textilie. Mechanické vlastnosti se zaměřují na pevnost v tahu, tažnost, pružnost, tuhost v ohybu, mačkovost. Odolnost proti mechanickému a dalšímu fyzikálnímu působení jako je například UV záření (Kovačovič, 2004, s. 5 - 7).

Do chemických charakteristik zařadíme odolnost proti působením chemikálií. Tedy stálost vybarvení v praní, čištění, odolnost proti potu (Kovačovič, 2004, s. 5 - 7).

Další kapitola bude zaměřena na sterilní oblékání operačních plášťů. Vyjmenujeme základní a zásadní pravidla dodržování podmínek pro zachování sterility při oblékání instrumentující sestry.

2.5.3 Oblékání k operačním výkonům

Cílem sterilního oblékání operačních oděvů je již několikrát zmíněná eliminace mikrobiální kontaminace sterilního instrumentária, veškerého materiálu potřebného k operačnímu výkonu, zachování asepse, a tím pádem zabránění vzniku infekce. Je důležité mít proškolený personál, který zná a dodržuje hygienicko-protiepidemický režim, má výborné znalosti z techniky chirurgického mytí rukou, je proškolený z techniky oblékání sterilních chirurgických rukavic, operačních plášťů a samozřejmě zná veškeré komplikace nedodržení asepse a sterility (Wichsová, 2013, s. 127).

Obíhající sestra nachystá sterilní operační plášť, zkontroluje dobu expirace, zda není porušený originální obal. Pokud je vše v pořádku, může rozbalit pomocí peel efektu operační oděv. Samotný proces oblékání operační skupiny nastává po důkladném chirurgickém mytí rukou. Poté si odebírá operační oděv, rozbalí ho ze sterilního obalu. Vždy je nutné, aby se osoba, která se sterilně obléká, dotýkala pláště pouze z vnitřní strany, aby nedošlo ke kontaminaci sterilní plochy. Plášť se nechá volně rozvinout. Perioperační sestra nebo chirurg, opatrně zasune ruce do rukávu a čeká, až ji obíhající sestra zaváže vnitřní tkanice. Následně si perioperační sestra obléká sterilním způsobem chirurgické rukavice a teprve poté si zaváže plášť v pase pomocí tkanic, které jsou upevněné do papírové karty. Karta je barevně označena bílou a zelenou barvou. Delší tkanici z bílého políčka pomocné karty si ponechá sterilní perioperační setra a kratší tkanici v zeleném políčku karty podá obíhající sestře, která jí obtočí. Perioperační sestra odebírá druhou tkanici a dokončuje oblékání (Wichsová, 2013, s. 127 - 129). Níže je vložený obrázek, který znázorňuje oblékání sterilního pláště.



Obrázek 3 - Oblékání sterilního pláště (Wichsová, 2013, s. 128)

V kategorii prevence infekce, ve kterých je zařazeno chirurgické a operační oblečení vzrostla každoroční globální poptávka o 6,4%, tedy 130 miliard dolarů v roce 2017, podle studie provedené společností The Freedonia Group. Další výzkum prováděný touto společností odhadoval, že globální poptávka o jednorázové zdravotnické potřeby vzroste každoročně o 6,2% na 198 miliard dolarů v roce 2016. Avšak tento vzrůst zahrnuje všechny hlavní kategorie jednorázových zdravotnických potřeb nejen chirurgické prádlo. Hlavním důvodem tohoto růstu je zvyšující se rozvoj medicíny a zdravotní péče, stárnutí populace, zvýšené

povědomí o infekčních onemocnění jako je AIDS, hepatitidy, SARS, COVID - 19 a dalších. Osobní ochranné oblečení je důležitou částí zdravotnických produktů se zvyšující se důležitostí (Wang, 2014, s. 193 - 194).

Z hlediska udržitelnosti a také zjištění, že jednorázové pláště byly dražší, v současné době vzrůstá užívání opakovaně použitelných plášťů. Studie prováděná „firmou“ Overcash uveřejnila výsledky srovnání opakovaně použitelných a jednorázových perioperačních textilií (pláště a roušky). Závěrem bylo, že z multioborového hlediska a z pohledu na životní prostředí, jsou opakovaně použitelné roušky a pláště výhodnější (v přírodních zdrojích energie, vody, uhlíkové stopě, těkavé látky, pevné odpady, využití nástrojů), (Wang, 2014, s. 193 - 194).

Pro kompletnost tématu diplomové práce je v další kapitole popsána platná legislativa k operačním oděvům, které se k nim vztahují. Základní normy pro splnění a užití v praxi jsou normy EN 13795, EN 16422.

2.6 Legislativa

Operační textilie, tedy operační roušky, operační pláště a oděvy do čistých prostor, jsou zdravotnickým prostředkem třídy I, což znamená, že výrobek musí být označen značkou (CE). Proto, aby tato značka mohla být na výrobku uvedena, musí být splněna celá řada požadavků. Obecně lze říci, že výrobek musí plnit ochrannou funkci pro pacienta i pro personál a musí eliminovat šíření kontaminace na operačním sále.

Legislativa, která se věnuje operačním textiliím, je uvedena níže.

- Nařízení vlády č. 54/2015 sb. Nařízení vlády o technických požadavcích na zdravotnické prostředky.
- 93/42/EHS Směrnice Rady o zdravotnických prostředcích.
- Zákon č. 268/2014 sb. Zákon o zdravotnických prostředcích
- Vyhláška č. 306/2012 sb. Vyhláška o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče.

2.6.1 Norma ČSN EN 13795 (85 5810)

Česká technická norma ČSN EN 13795 je požadavková norma, která pojednává o termínech a definicích, požadavcích na vlastnosti textilií, roušek, operačních oděvů do čistých prostor, používaných jako zdravotnické prostředky pro pacienty a nemocniční personál. Dále popisuje zkoušení těchto textilií a požadavky na výrobu a zpracování v souladu s pravidly Evropského společenství (ČSN EN 13795, 2019, s. 5 - 7).

Norma definuje všeobecné požadavky na zpracovatele, na výrobce a samotné výrobky. Dále specifikuje příslušné charakteristiky, které mají být vyhodnoceny, definuje informace, které mají být dodány od výrobců ohledně jejich výrobků (pokyny, jak mají provozovatelé / uživatelé zacházet s výrobky, výrobce by měl popsat kritické a méně kritické oblasti, zveřejnit výsledky testů).

Dále se zabývá specifikací zkušebních metod pro hodnocení operačních textilií do čistých prostor. A následně popisuje požadavky na provedení operačních oděvů, a specifikuje parametry, které textilie musí splnit pro získání certifikace CE (ČSN EN 13795, 2019, s. 5 - 7).

ČSN EN 13795 vyžaduje ověřené postupy při výrobě a zpracování, aby byla zajištěna opakovatelná kvalita operačních plášťů. Jak už bylo řečeno výše, norma ČSN EN 13795 je

požadavkovou normou. To znamená, že udává požadované hodnoty na všechny testované vlastnosti. Na trh může být výrobek uveden pouze v případě, že jsou všechny požadavky splněny. Norma ČSN EN 13795 se tedy odkazuje na řadu testovacích norem, a to z oblasti fyzikálních a mikrobiologických zkoušek (ČSN EN 13795, 2019, s. 5 - 10). Níže je uvedena tabulka, která stanovuje požadavky operačních pláštů podle ČSN EN 13795.

Tabulka 1 - Požadavky na vlastnosti operačních pláštů (ČSN EN 13795, 2019, s. 11, 12)¹

Charakteristika	Testovací metoda	Požadavek			
		Standardní provedení		Nadstandardní provedení	
		Kritická oblast	Méně kritická oblast	Kritická oblast	Méně kritická oblast
Odolnost proti penetraci bakterií za sucha	Log10 (CFU)	NV	≤ 300 ^a	NV	≤ 300 ^a
Odolnost proti penetraci bakterií za mokra	IB	≥ 2,8 ^b	NV	6,0 ^{b,c}	NV
Čistota – bakterie	(CFU/cm ²)	≤ 300	≤ 300	≤ 300	≤ 300
Třepivost	Log10 (počet vláken)	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0
Odolnost proti penetraci kapalin	cm H ₂ O	≥ 20	≥ 10	≥ 100	≥ 10
Pevnost v protržení za sucha	kPa	≥ 40	≥ 40	≥ 40	≥ 40

¹ **a** - Zkušební podmínky: zatížení koncentrací 10⁸ CFU/g mastku a doba vibrace 30 min.

b - Při hodnocení podle EN ISO 22610, nejmenší významný rozdíl pro I_B (bariérový index) byl zjištěn 0,98 při úrovni spolehlivosti 95%. Toto je minimální rozdíl potřebný pro rozlišení mezi dvěma materiály, o kterých lze předpokládat, že jsou různé. Takže materiály, které se liší do 0,98 I_B nejsou pravděpodobně odlišné, materiály, které se liší více než 0,98 I_B jsou pravděpodobně odlišné. (Úroveň spolehlivosti 95%, že pozorovatel by měl mít pravdu při přijetí alternativy v 19 případech ze 20).

c - I_B = 6,0 pro účely této normy znamená, žádné pronikání, I_B = 6,0 je nejvyšší dosažitelná hodnota (ČSN 13795, 2019, s. 11,12)

NV - měření není vyžadováno

Charakteristika	Testovací metoda	Požadavek			
		Standardní provedení		Nadstandardní provedení	
		Kritická oblast	Méně kritická oblast	Kritická oblast	Méně kritická oblast
Pevnost v protržení za mokra	kPa	≥40	NV	≥40	NV
Pevnost v tahu za sucha	N	≥20	≥ 20	≥ 20	≥20
Pevnost v tahu za mokra	N	≥ 20	NV	≥20	NV

2.6.2 CEN/TR 16422 (80 0082)

Technická zpráva definuje přehled zkušebních metod vhodných pro měření termoregulačních vlastností textilních materiálů určených pro odívání. Popřípadě pomáhá spotřebitelům, výrobcům při výběru vhodné metody dle vlastností daného materiálu. Zpráva formuluje různé termoregulační vlastnosti jako je například tepelnou izolaci, předpoklad vodních par, prodyšnost, odolnost proti pronikání vody, vodoodpudivost a vedení kapalného potu (CEN/TR 16422, 2014). Pro tuto diplomovou práci jsou relevantní následující normy ČSN EN ISO 11092 Textilie – zajišťování fyziologických vlastností – měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám za stálých podmínek (zkouška pocení vyhřívanou destičkou). Zmíněná norma popisuje zkušební metody pro měření tepelného a výparného odporu u plošných textilií v ustáleném stavu. Dále pak ČSN EN ISO 9237 Textilie – Zajišťování prodyšnosti plošných textilií. Norma formuluje postup pro měření prodyšnosti textilií, které jsou prodyšné. Mohou to být průmyslové textilie pro technické účely, netkané textilie, konfekční textilní výrobky (CEN/TR 16422, 2014, s. 5 - 7).

2.6.3 CE certifikát

V současné době máme na trhu několik druhů výrobků. Každý výrobek musí být samozřejmě bezpečný, některé ale spadají do kategorie „stanovených výrobků“, které poznáme tak, že jsou označeny symbolem CE, což znamená, že výrobce daný výrobek posoudil, a že výrobek tedy splňuje bezpečnostní, zdravotní i environmentální požadavky EU. Obzvláště ve zdravotnictví by mělo být samozřejmostí požadovat při nákupu operačního oděvu CE certifikát. Dodavatel může certifikát získat pokud, výrobek mj. splňuje všechny požadavky ČSN EN 13795. Operační oděvy musí obsahovat symbol CE, který je na obalu viditelný, čitelný, nesmazatelný (Zaklová, 2008, 26 - 27). Následná kapitola se zabývá komfortem, rozdělením komfortu, který je důležitou součástí operačních oděvů.



Obrázek 4 - Značení posouzení kvality shody (Zaklová, 2018, s. 27)

2.7 Komfort

2.7.1 Definice komfortu

Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Subjektivně je tento pocit brán jako pocit pohody. Nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v tomto stavu setrvat a pracovat. Komfort je vnímán všemi lidskými smysly kromě chuti, v následujícím pořadí důležitosti: hmat, zrak, sluch, čich (Hes, 2005, s. 7).

Při diskomfortu mohou nastat pocity chladu, které se dostávají především jako reakce na nízkou teplotu klimatu nebo nedostatečné pracovní zatížení. Pocit tepla nastává při větším pracovním zatížení nebo při působení vlhkého a tepelného klimatu.

Lze tedy jednoduše shrnout, že komfort definujeme jako absenci znepokojujících a bolestivých vjemů (Hes, 2005, s. 7).

Komfort můžeme rozdělit jako psychologický, sensorický, termofyziologický a v neposlední řadě také patofyziologický.

2.7.2 Přehled vlastností textilií, oděvů a sil ovlivňující komfort nošení

Vlastnosti můžeme rozdělit na mechanické, termofyziologické, fyzikálně – optické (chování vůči záření) a velmi důležité hygienické vlastnosti (biomechanické). Další vlastností jsou pachové (např. vlna má specifický pach), akustické (např. hedvábí vydává šustivý zvuk), (Hes, 2005, s. 7 - 12).

Při nošení oděvů se projevují síly statické (váha, tlak elastických oděvních součástí), deformační síly (např. při ohýbání rukávů a nohavic) a třecí síly (mezi součástmi oděvu třecí síly (mezi součástmi oděvu při pohybu). Při pohybu pak vzniká dynamická síla (F) daná zrychlením (m/s^2) a hmotností výrobku (kg), (Hes, 2005 s. 12).

Nejdůležitější vlastností jsou síly tlakové, jelikož podstatným způsobem ovlivňují komfort nošení. Proto při každém návrhu oděvů nejenom ve zdravotnictví musí být aplikována běžná ergonomická hlediska (Hes, 2005, s. 7 - 12).

2.7.3 Oděvní komfort - psychologický

Psychologický komfort lze rozdělit do několika hledisek.

- Klimatická hlediska (denní oděv, který respektuje klimatické podmínky, podmíněné geograficky).
- Ekonomická hlediska (technologie, výrobní prostředky, politický systém).
- Historická hlediska (tradice, životní styl a sklon k přírodním produktům).
- Kulturní hlediska (náboženství, tradice, zvyky, obřady).
- Sociální hlediska (vzdělání, kvalifikace, věk, postavení). Jako poslední stanoviska můžeme napsat individuální a skupinová hlediska, která spadají do oděvního a návrhářského odvětví (Hes, 2005, s. 7 - 12), (Wang, 2014, s. 193 - 195).

2.7.4 Senzorický komfort

Senzorický komfort zahrnuje vjemy a pocity člověka při přímém styku pokožky a první vrstvy oděvu. Pocity vznikající při styku pokožky a textilie mohou být příjemné, jako pocit měkkosti, splyvavosti nebo naopak nepříjemné a dráždivé, jako tlak, pocit vlhkosti, škrábání, kousání, píchání, lepení, apod. (Hes, 2005, s. 9).

Senzorický komfort rozdělujeme na dva základní oddíly.

První rozdělení je komfort nošení, ten zahrnuje povrchovou strukturu textilií, schopnost textilií absorbovat a transportovat jak kapalnou, ale i plynnou textilií s dopadem na své kontaktní vlastnosti. Tento bod souvisí i s komfortem fyziologickým. Nedílnou součástí sensorického komfortu jsou i mechanické vlastnosti, které ovlivňují rozložení sil a tlaků v oděvním systému (Hes, 2005, s. 9 - 12).

Druhým dělením je omak. Veličina, která je založena na podkladech vjemů prostřednictvím dlaně a prstů. Charakterizuje se vlastnostmi, jako jsou hladkost, tuhost, objemnost, tepelně – kontaktní vjem (Hes, 2005, s. 9 - 12), (Hlubučková, 2017, s. 17).

Vnímání sensorického komfortu se děje podkožními snímači (receptory).

Je patrné, že existují v podkoží snímače pro tlak a bolest, ale ne snímače pro vlhkost (nahrazeno současným vnímáním pocitu chladu a tlaku). *Teplo a chlad jsou zaznamenávány dvěma samostatnými typy receptorů, které jsou umístěny nejen v pokožce, ale i v centrální nervové soustavě a v cévách vnitřních orgánů. Tyto receptory vnímají buď vzestup teploty nad normální úroveň – teplové receptory (oblast teplot 38° až 40° C), nebo její pokles – chladové*

receptory (v oblasti pod 35°C). Mezi těmito oblastmi existuje zóna nižší citlivosti. Udává se, že existují i receptory vnímající obě modality. Podle současných teorií jsou kožní chladové receptory představovány volnými zakončeními nervových vláken, která jsou uložena hned pod epitelem pokožky a tepelné receptory jsou představovány vlákny umístěnými v horní a střední vrstvě škůry. Nejvíce termoreceptorů je v kůži obličeje a na hřbetu ruky, nejméně v kůži zad. Chladových receptorů je v kůži asi osmkrát více než tepelných, celkem asi 140 000 (Hes, 2005, s 10).

2.7.5 Termofyziologický komfort

Termoregulační systém je udržován především vnitřní teplotou lidského organismu. Metabolické procesy díky buněčným enzymům udržují v tělesném jádru teplotu kolem 37°C. Zmíněná teplota je velmi důležitá, aby vše harmonicky fungovalo tedy především životní funkce. Organismus má konstantní vnitřní teplotu, proto tedy pokud je vyprodukováno tělem větší množství tepla, tak jej odevzdáváme do okolního prostředí (Hes, 2005, s. 10 - 12), (Hlubučková, 2017, s. 19).

Tělesná teplota závisí na okolních podmínkách, fyziologickém stavu a různých částech lidského těla. Nejvyšší teplota lidského těla se naměří v nejvíce prokrvených částech těla tedy 34 - 36°C. Nejvyšší teplota pokožky na prokrvených částech těla (hlava, břicho, prsa) se pohybuje okolo 35 - 36°C. Na okrajových částech lidského těla (horní a dolní končetiny) se teplota pohybuje 29 - 31°C. Nejchladnější místa těla se nachází na špičce nosu, lalůčeků, špičce prstů 23 - 28°C (Hes, 2005, s. 10 - 12), (Hlubučková, 2017, s. 19), (Žáková, 2015).

„V podmínkách, kdy organismus nemusí regulovat teplotu lidského organismu, nedochází k termoregulaci. Jedná se o stav, ve kterém dokáže člověk pracovat neomezeně dlouho. Nastává fyziologická, psychologická a fyzikální harmonie mezi člověkem a okolím. Tento stav nazýváme termofyziologickým komfortem a ten nastává za těchto optimálních podmínek“ (Dostálová, 2006, s. 11):

- „teplota pokožky (33 – 35) °C“,
- „relativní vlhkost vzduchu (50 ± 10) %“,
- „rychlost proudění vzduchu (25 ± 10) cm.s⁻¹“,
- „obsah CO₂ 0,07%“,
- „nepřítomnost vody na pokožce“ (Dostálová, 2006, s. 11)

V podmínkách, kdy lidské tělo má fyziologické prokrvení organismu, nedochází k pocení, a tím pádem nenastane pocit chladu. V popsaných podmínkách člověk vydrží pracovat

neomezeně dlouho. Dochází ke stavu psychologické, fyzikální a fyziologické souhry, tedy harmonii mezi člověkem a prostředím. Můžeme říci, že se jedná o termofyziologický komfort (Hes, 2005, s. 10 - 15), (Wang, 2014).

2.7.6 Patofyziologický komfort

Jedná se o působení patofyziologicky – toxických vlivů na lidský organismus. Popsané vlivy značnou částí ovlivňují pocit komfortu při nošení textilií. Jedná se o vliv působení chemických substancí, obsažených v textilních oděvech a záleží pouze na obranné schopnosti pokožky lidského těla. Působení oděvu na pokožku může vyvolat kožní onemocnění jako je dermatóza. Kožní onemocnění může být vyvoláno alergickou reakcí nebo drážděním (Hes, 2005, s. 10 - 15), (Hlubučková, 2017, s. 19).

Dráždění je fyzikálně – chemický jev, při kterém určité látky, vyvolávají podráždění. Například se jedná o organická rozpouštědla, syntetické prací prostředky a především soli, atd. Další podráždění může vzniknout z důvodu textilie. Například tkaninou, která obsahuje středně jemné nebo hrubší příze obsahující PES vlákna. Jedná se pouze o mechanické podráždění pokožky (Hes, 2005, s. 10 -15).

Alergie je individuální imunologický jev, který je zapříčiněn stykem s alergenem. Látky působící jako alergeny jsou například barviva, prací prostředky, desinfekční prostředky atd., které mají za následek vyvolání ekzému (Hes, 2005, s. 10 - 15).

Oděvní výrobky by měly být minimálně dráždivé a přitom s maximální antimikrobiální účinností. V současné době se často využívá aplikace stříbrných nanočásticí vkládaných do výchozího polymeru, které snad nahradí různé chemické úpravy (Hes, 2005), (Hlubučková, 2017, s. 19).

3 VÝZKUMNÁ ČÁST

Průzkumná část navazuje na teoretickou část diplomové práce. Před počátkem průzkumné části diplomové práce byla prostudována relevantní literatura a následně bylo provedeno průzkumné šetření.

3.1 Průzkumný design

Na základě získaných a osvojených informací z literatury, které jsou zahrnuty v teoretické části diplomové práce, bylo možné více proniknout do dané problematiky řešeného tématu. Teoretická část diplomové práce je základní součástí, ale i podklad pro zpracování části průzkumného šetření.

Diplomová práce je teoreticko – průzkumného charakteru. Průzkumné šetření probíhalo v laboratořích TZÚ v Brně od července 2019 do ledna 2020. Průzkumné šetření v nemocnici městského typu probíhalo na operačních sálech od ledna do dubna 2020.

Průzkumná část je rozdělena na dvě základní části, které budou hodnotit vybrané operační oděvy z hlediska objektivního a subjektivního komfortu a bariérových vlastností.

První část se zaměřuje na objektivní zkoušky a zahrnuje výsledky zkoušek provedených v laboratořích TZÚ v Brně. V předchozích kapitolách bylo uvedeno, že legislativa striktně nařizuje požadavky pro veškeré zdravotnické textilie, které určují jejich funkčnost a bariéru pro dodržení hygienických podmínek. Testované operační pláště striktně dodržují veškeré podmínky a požadavky zdravotnického textilu. Po kontaktování šesti dodavatelů operačních oděvů pro zdravotnické zařízení v ČR se výzkumného šetření chtěli zúčastnit pouze čtyři výrobci. Dodavatelé po osobní a vzájemné domluvě poskytli veškerý materiál k testování bez finančního zatížení, pouze s příslibem poskytnutí výsledků zkoušek na jejich operačních pláštích. Na základě výsledků z Textilního zkušebního ústavu v Brně budou porovnány výsledky operačních oděvů od různých dodavatelů, u výrobků o různém materiálovém složení.

Druhá část výzkumné kapitoly popisuje a předává subjektivní informace z dotazníkového šetření po testování operačních pláštů v praxi, tedy při operačním výkonu. Celkem bylo do průzkumného šetření zapojeno 5 perioperačních sester, které mají praxi déle jak 2 roky. Každá perioperační sestra vyzkoušela 6 druhů operačních pláštů a následně vyhodnotila komfort operačního pláště v dotazníkovém šetření. Operace probíhaly v časovém rozmezí od

1 h. do 4 h. Klinika, která se podílela na realizaci průzkumného šetření, disponuje 2 operačními sály. V roce 2019 klinika celkem odoperovala 1 927 operačních výkonů.

Hlavním cílem průzkumu je zjistit rozdílnost komfortu s ohledem na bariérové vlastnosti u jednotlivých typů operačních oděvů. Na základě dané problematiky byly vytvořeny výzkumné otázky.

3.2 Zpracování dat

Zjištěné výsledky průzkumného šetření jsou zpracovány pomocí počítačového programu Microsoft Excel Office 2010 a programu Statistica 12. Získané výsledky jsou vizualizovány do formátu grafů a kontingenčních tabulek s následným komentářem pro interpretaci výsledků. Data jsou zaokrouhlená na jedno desetinné číslo.

3.3 Popis testovaných vzorků

Níže bude popsán testovaný operační oděv dle materiálového složení a poté vysvětlena podstata zkoušek, které se prováděly v laboratořích TZÚ v Brně k získání relevantních výsledků.

Vzorek číslo 1 : Operační plášť č. 1

- Použitelnost: opakovaně použitelný – 75 cyklů
- Materiálové složení: 99% polyester, 1% uhlíkové vlákno
- Technologie výroby: mikrovlákn
- Zesílená vrstva na OP: bez výztuže

Vzorek číslo 2 : Operační plášť klasik č. 2

- Použitelnost: jednorázový
- Materiálové složení: SMS
- Technologie výroby: netkaná textilie
- Zesílená vrstva na OP: bez výztuže

Vzorek číslo 2 +: Operační plášť č. 2+

- Použitelnost: jednorázový
- Materiálové složení: SMS
- Technologie výroby: netkaná textilie
- Zesílená vrstva na OP: s výztuží na přední straně + rukávech

Vzorek číslo 3 : Operační plášť klasik č. 3

- Použitelnost: jednorázový
- Materiálové složení: Spunlace
- Technologie výroby: netkaná textilie
- Zesílená vrstva na OP: bez výztuže

Vzorek číslo 3 +: Operační plášť č. 3+

- Použitelnost: jednorázový
- Materiálové složení: POP
- Technologie výroby: netkaná textilie
- Zesílená vrstva na OP: s výztuží na přední straně + rukávech

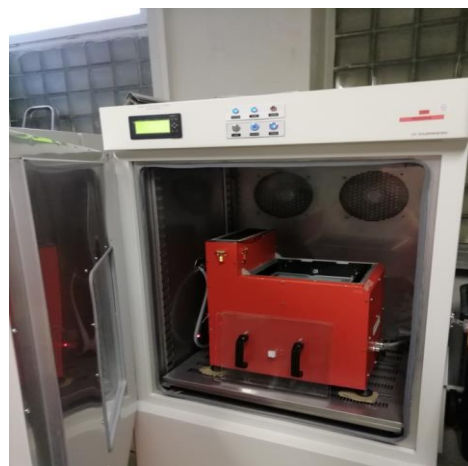
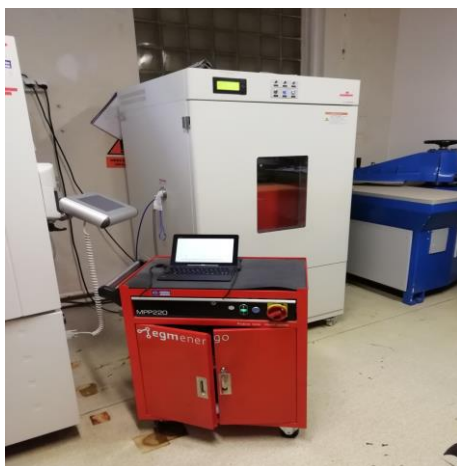
Vzorek číslo 4+: Operační plášť č. 4+

- Použitelnost: jednorázový
- Materiálové složení: PE, celulóza
- Technologie výroby: netkaná textilie
- Zesílená vrstva na OP: s výztuží na přední straně od ramen až do konce pláště + rukávech

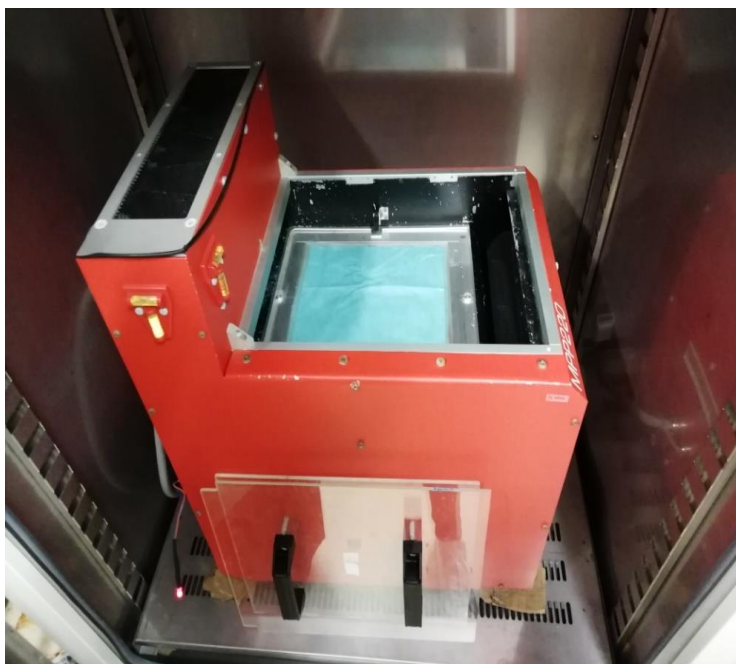
Níže popisujeme přístrojové vybavení a zkoušky v laboratořích TZÚ v Brně.

3.4 Přístrojové vybavení

Přístrojové vybavení v laboratořích TZÚ v Brně, které jsme využili pro měření třech základních zkoušek. Na prvních třech fotografiích (Obr. č. 5a – 5c) je vyfocený přístroj pro měření výparného odporu. Další fotografie (Obr. č. 6) je přístroj pro měření prodyšnosti vzduchu. Na dalších dvou fotografiích (Obr. č. 7a – 7b) jsou figuríny pro měření tepelné izolace. Všechna výše uvedená zařízení jsou používána pro hodnocení komfortu. Na posledních dvou fotografiích (Obr. č. 8, 9) je ukázáno zařízení na měření bariérových vlastností, konkrétně na stanovení odolnosti proti pronikání kapalin.



- a) přístroj pro měření výparného odporu dle normy ČSN EN ISO 11092
b) přístroj pro měření výparného odporu dle normy ČSN EN ISO 11092 (pohled dovnitř přístroje)



c) přístroj pro měření výparného odporu dle normy ČSN EN ISO 11092 (detail).

Obrázek 5 - Přístroj pro měření výparného odporu z laboratoří TZÚ V Brně (Kobzová, 2020).



Obrázek 6 - Přístroj pro měření prodyšnosti vzduchu dle ČSN EN ISO 9237 z laboratoří TZÚ V Brně (Kobzová, 2020)



a) Figurína pro měření tepelné izolace s jednorázovým oděvem do čistých prostor v laboratořích v TZÚ.

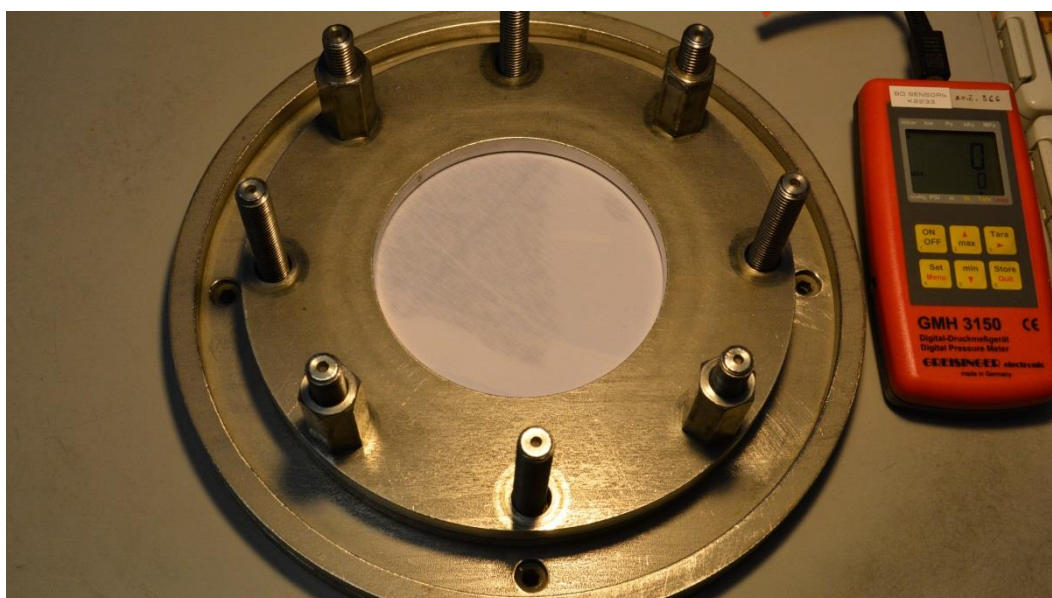


b) Figurína pro měření tepelné izolace s jednorázovým operačním pláštěm v laboratořích TZÚ.

Obrázek 7 - Měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny ČSN EN ISO 15831 (Kobzová, 2020).



Obrázek 8 - Přístroj na měření bariérových vlastností podle ČSN EN ISO 811 (Kobzová, 2020).



Obrázek 9 - Přístroj na měření bariérových vlastností podle ČSN EN ISO 811 (Kobzová, 2020).

3.5 Metodika – použité normy

Zkoušky v TZÚ v Brně jsme prováděli ve spolupráci se zaměstnanci, kteří mají kvalifikaci v testování a vyhodnocení výsledků. Mají školení v manipulaci s přístrojovou technikou. Byly vybrány tři základní zkoušky, jejichž cílem bylo srovnání komfortních vlastností jednotlivých testovaných pláštíků a jedna zkouška pro porovnání bariérových vlastností operačních oděvů.

3.5.1 Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek – (zkouška pomocí vyhřívané desky simulující pocení) – ČSN EN ISO 11092 (80 0819)

„Výparný odpor je rozdíl tlaku vodních par mezi dvěma povrchy materiálu dělený výsledným výparným tepelným tokem na jednotku plochy ve směru gradientu. Je to veličina specifická pro textilní materiály nebo sestavy, které určují „latentní“ výparný tepelný tok danou plochou jako odezvu na použitý ustálený gradient tlaku vodních par. Výparný tepelný tok se může skládat z difuzních a konvekčních složek. Výparný odpor se vyjadřuje R_{et} v $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ “ (ČSN EN ISO 11092, 2015, s. 11).

Termofyziologický komfort lze hodnotit pomocí přístrojů, které přesně definují fyzikální děj bez podmínek, které jsou podobné lidské kůži a oděvu, nebo lze měřit fyzikální děj za podmínek podobných fyziologickému režimu lidského těla (Hes, 2005).

V kapitole budeme popisovat postup měření pomocí přístroje - Skin model. Přístroj se skládá z vyhřívané a zvlhčované destičky. Destička je vyhřívána elektricky a je porézní, a tím simuluje proces přenosu tepla a hmoty, ke kterým dochází mezi lidskou pokožkou a vnějším prostředím.

Test se provádí za stacionárních podmínek, které se nastaví na samotném přístroji. Zkušební vzorek se umístí na elektrickou vyhřívanou desku o teplotě 35 °C, přičemž klimatizovaný vzduch proudí napříč a rovnoběžně s jeho povrchem desky o rychlosti 1 m/s. Je nutné, aby zkušební vzorek zcela pokrýval povrch měřící jednotky a tepelného chrániče (velikost je 290 mm x 290 mm).

Vlhkost v měřeném přístroji se nastaví na 40 %. Proto, abychom zjistili propustnost textilie pro vodní páru, je nutné vyhřívanou desku pokrýt celofánovou membránou propouštějící vodní páru, ale nepropouštějící vodu. Voda, která je přiváděna k měřící desce se vypařuje a ve formě páry prochází membránou, zkušební vzorek vůbec nepříjde do kontaktu s vodou. Se zkušebním vzorkem umístěným na membráně je tepelný tok, nutný k udržení konstantní teploty desky, mírou rychlosti vypařování vody, a z toho se stanoví výparný odpor

u zkušební vzorku. Zkouška tepelného odporu a výparného odporu simuluje fyziologický stav při pocení (Hes, 2005), (ČSN EN ISO 11092, 2015, s. 7 - 9).

Testování materiálu probíhá vždy třikrát po sobě. Konečný výsledek se vypočítá jako aritmetický průměr. Doba trvání jedné zkoušky je 20 minut, první výsledek se tedy dozvíme po hodinovém zkoušení, celkově testovaných výsledků musí být tři.

Pro ujasnění informací popíšeme vrstvy, které jdou po sobě. První vrstva ze spod je měřicí deska, na kterou se položí nepropustná fólie (celofán), následně se překryje rámečkem, v tuto chvíli se položí vzorek materiálu pro naše testování, tedy operační plášť a rámeček. Celý přístroj se zavře a začne testování materiálu.

3.5.2 Měření prodyšnosti plošných textilií – ČSN EN ISO 9237 (80 0817)

„Prodyšnost je rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo na zkušební vzorek při specifikovaných podmínkách pro zkušební plochu, tlakový spád a dobu. Prodyšnost se vyjadřuje písmenem R v mm/s “ (ČSN EN ISO 9237, 1996, s. 4).

Zkouška prodyšnosti měří rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo danou plochou textilie při stanoveném tlakovém spádu. Před samotným zkoušením se vzorky klimatizují a zkouška se provádí v normálním ovzduší. Doporučená zkušební plocha pro odebrání vzorků je 20 cm², tlakový spád se nastaví podle druhu oděvu (oděvní, technické textilie). Tlakový spád jsme nastavili pro oděvní plošné textilie tedy 100 Pa (ČSN EN ISO 9237, 1996, s. 4 - 6).

Testovaný vzorek se upne do kruhového držáku přístroje s použitím dostatečného napětí, aby nevzniklo nerovnoměrné rozložení a nedošlo k deformaci testovaného vzorku. Nelze testovat švy, ani sklady. Pokud je zkušební vzorek provrstvený je nutné vždy upnout vrstvenou stranu směrem k nižšímu tlaku, abychom zabránili nedostatečnému těsnění. Po zkontrolování správného umístění vzorku zapneme ventilátor, který nasává vzduch přes zkušební vzorek a průtok vzduchu se postupně seřizuje tak, aby na zkušební ploše vznikl doporučený tlakový spád. Průtok vzduchu se zaznamenává po ustálení podmínek nebo nejdříve až po jedné minutě. Zkouška se opakuje minimálně desetkrát na různých místech zkušební vzorku, vždy za stejných podmínek (ČSN EN ISO 9237, 1996, s. 6).

3.5.3 Měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny ČSN EN ISO 15831 (832741)

Oděvní celek je skupina oblečení nošená současně najednou na těle (ČSN EN ISO 15831, 2004, s. 6).

Tepelná izolace oděvu je teplotní rozdíl mezi povrchem pokožky uživatele a okolním prostředím dělený výsledným suchým tepelným tokem na jednotku plochy ve směru tepelného spádu, přičemž suchý tepelný tok se skládá z tepelné vodivosti, konvenčního tepla a sálavého tepla (ČSN EN ISO 15831, 2004, s. 6).

Celková tepelná izolace oděvu I_t je celková tepelná izolace pokožka vůči okolnímu prostředí, včetně oděvu a mezivrstvy vzduchu, za definovaných podmínek měřená s nepohyblivou figurínou (ČSN EN ISO 15831, 2004, s. 6).

Výsledná celková tepelná izolace oděvu I_{tr} je celková tepelná izolace pokožky vůči okolnímu prostředí, včetně oděvu a mezivrstvy vzduchu, za definovaných podmínek měřená s figurínou, která pohybuje nohama a rukama (ČSN EN ISO 15831, 2004, s. 6). Celková tepelná izolace oděvu se uvádí v jednotkách (m^2K/W), (ČSN EN ISO15831, 2004, s. 6).

Zkouška popisuje požadavky na tepelnou figurínu a metodu zkoušení používanou pro měření tepelné izolace celého oděvu na uživateli při praktickém použití v relativně klidném prostředí; uživatel buď stojí, anebo se pohybuje. Měření se provádělo podle normy ČSN EN ISO 15831.

Figurína je vyrobena z plastu nebo kovu, musí být konstruovaná tak, aby napodobovala tělo dospělého člověka, tj. musí se skládat z anatomické makety hlavy, hrudníku, břicha zad, hýždí, paží rukou (nejlépe s nataženými prsty dovolujícími nasazení rukavic), nohou a chodidel. Tělo figuríny musí obsahovat minimálně 15 částí těla, každou s nezávisle ovládanou povrchovou teplotou a s možností měření tepelného toku. Figurína musí být konstruovaná tak, aby udržovala průměrnou konstantní teplotu $(34,0 \pm 0,2)^\circ C$ měřenou na všech povrchových částech těla neoblečeného těla. Povrchové teploty figuríny musí být změřeny, alespoň jedním vhodným snímačem teploty (např. termočlánky, termistory, odporovými snímače) na částech těla. Senzory tepla nesmí vyčnívat více než 0,5mm z povrchu figuríny a musí být dobře připojeny k povrchu figuríny, buď mechanicky, nebo tepelně. Vedení musí být připojeno k povrchu, v lepším případě procházet vnitřkem figuríny (ČSN EN ISO 15831, 2004, s. 7 - 8).

Součásti oděvního celku se zkouší tak, že jsou umístěny na figuríně ve stejném uspořádání jako při praktickém použití. Figurína ve tvaru a velikosti těla dospělého člověka je uvnitř

zahřáta na konstantní povrchovou teplotu pokožky, rovnoměrně po jejím těle. Figurína je umístěna v klimatizační komoře, kde je definovaná teplota vzduchu a kde lze nastavit rychlost proudění vzduchu a vlhkost vzduchu. Získané hodnoty izolačních vlastností zahrnují tepelnou izolaci poskytnutou oděvem a vzduchovou vrstvou kolem těla (ČSN EN ISO 15831, 2004, s. 7 - 8).

Tepelná izolace zkoušeného oděvního celku může být vypočítána buď sčítáním vážené plochy místní tepelné izolace figuríny v různých částech těla (sériový model) nebo použitím celkového tepelného toku z těla figuríny (paralelní model). V našem případě jsme se snažili testovat v co nejpodobnějších podmínkách, které jsou na sále. Nastavení klimatizace bylo na průměrné teploty tedy 20 °C. Figurína měla na sobě vždy dvě vrstvy oblečení, jak je běžné v praxi. Spodní vrstvou byl oděv do čistých prostor, který jsme měli jak jednorázový, tak i bavlněný. Jednorázový oděv do čistých prostor byl použit materiál Extra Comfort vyrobené z netkané textilie Unisoft. Druhou spodní vrstvou oděvu bylo využito opakovaně použité bavlněné prádlo do čistých prostor. Ačkoliv by se bavlněný oděv do čistých prostor neměl na operačních sálech používat z důvodu velmi vysokého lintingu (odletky částic), tak i přesto jsme se rozhodli ho do testování zařadit, protože se na sálech velmi často stále používá. Svrchní vrstvou byl vždy dodaný operační plášť. Materiálové složení operačních plášťů je popsáno v kapitole 3.3. Popis testovaných vzorků. Každý testovaný operační plášť byl testován jak s jednorázovým, tak s bavlněným oděvem do čistých prostor. Během měření tepelné izolace pomocí figuríny bylo využité testování v komoře s prouděním vzduchu, které přizpůsobilo podmínky klimatizovaného operačního sálu. Samozřejmě testování proběhlo i za stálých podmínek bez proudění vzduchu, které napodobovalo podmínky operačního sálu bez použití klimatizace. V příloze můžete nalézt obrázek schématické rozdělení částí těla figuríny.

Výše uvedené zkoušky se používají k hodnocení komfortu. Norma ČSN EN ISO 811 byla vybrána pro posouzení bariérových vlastností výrobků a bude popsána dále.

3.5.4 Měření odolnosti proti pronikání vody podle normy ČSN EN ISO 811

Norma popisuje metodu pro stanovení odolnosti plošných textilií proti pronikání vody pomocí hydrostatického tlaku. Tato metoda je vhodná pro všechny typy plošných textilií, které jsou určeny jako odolné proti pronikání vody, s voděodolnou nebo vodoodpudivou úpravou nebo bez ní. Hydrostatický tlak, který plošná textilie udrží, je mírou plošné textilie vůči pronikání vody. Zkušební vzorek je za standardních podmínek vystaven stále se zvyšujícím tlaku vody

na jednu stranu plošné textilie, dokud nedojde k průniku vody na třech místech. Tlak, při kterém voda pronikne na třetím místě, se zaznamená. (ČSN EN ISO 811, 2018, s. 7). Rychlost zvyšování tlaku vody musí být 10 cm H₂O/min ± 0,5 cm H₂O/min nebo 60 cm H₂O/min ± 3 cm H₂O/min (9,8 mbar/min ± 0,5 mbar/min nebo 58,8 mbar/min ± 2,9 mbar/min), (ČSN EN ISO 811, 2018, s. 8).

Pro postup zkoušky je důležité, aby pro každý nový zkušební vzorek, byla použita čerstvá destilovaná voda. Z upínacích svorek se setře všechna přebytečná voda, a zkušební vzorek se upne na zkušební hlavu. Testovaný materiál musí být upnutý tak, aby se líc plošné textilie dotýkal vody. Testovaný materiál se ihned vystaví zvyšujícímu se hydrostatickému tlaku vody. *Zaznamená se tlak vody v centimetrech vodního sloupce nebo milibarech, při kterém se voda poprvé objeví na třetím místě zkušební vzorku. Velmi malé kapky, které se po vytvoření nezvětšují, se neberou v úvahu. Za sebou následující kapky, které pronikají na stejném místě plošnou textilií, se počítají jako jedna kapka (ČSN EN ISO 811, 2018, s. 9).*

3.6 Prezentace výsledků z laboratoří TZÚ

Tabulka 2 - Výsledky z měření výparného odporu dle normy ČSN EN ISO 11092

Testovaný vzorek	Testovaný materiál se základní vrstvou	Výsledná hodnota výparného odporu Ret (m ² .Pa.W ⁻¹)	Aritmetický průměr (m ² .Pa.W ⁻¹)	Směrodatná odchylka (m ² .Pa.W ⁻¹)
100 % bavlna		4,1 / 3,6 / 3,5	3,7	0,3
Jednorázový oděv		2,8 / 3,3 / 4,5	3,5	0,9
1	OP	5,9 / 6,5 / 6,1	6,2	0,3
	100 % bavlna + OP	11, 8 / 11,6 / 11,4	11,6	0,2
	Jednorázový oděv + OP	9,4 / 10,4 / 9,5	9,7	0,6
2	OP	3,1 / 3,1 / 2,8	3,0	0,2
	100 % bavlna + OP	6,3 / 6,7 / 7,0	6,7	0,4
	Jednorázový oděv + OP	5,3 / 4,7 / 5,0	5,0	0,3
2+	OP	276,0 / 306, 0 / 289,0	290,3	15,0
	100 % bavlna + OP	522,0 / 285,5 / 327,5	378,3	126,2
	Jednorázový oděv + OP	220,0 / 438,0 / 232,0	296,7	122,6
3	OP	4,3 / 4,3 / 3,9	4,2	0,2
	100 % bavlna + OP	6,4 / 6,2 / 6,1	6,2	0,2
	Jednorázový oděv + OP	5,1 / 6,3 / 5, 8	5,7	0,6

Tabulka 3 - Výsledky z měření výparného odporu dle normy ČSN EN ISO 11092

Testovaný vzorek	Testovaný materiál se základní vrstvou	Výsledná hodnota výparného odporu R_{et} ($m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$)	Aritmetický průměr ($m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$)	Směrodatná odchylka ($m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$)
3+	OP	36,3 / 34,2 / 35,4	35,3	1,1
	100 % bavlna + OP	36,6 / 34,0 / 35,0	35,2	1,3
	Jednorázový oděv + OP	43,2 / 37,3 / 40,7	40,4	3,0
4+	OP	333,4 / 320,0 / 424,0	359,1	56,6
	100 % bavlna + OP	289,8 / 205,0 / 272,0	255,6	44,7
	Jednorázový oděv + OP	238,0 / 267,0 / 303,0	269,3	32,6

Podmínky měření:

- Teplota vzduchu ve zkušebním prostoru ($35 \pm 0,1$) °C
- Relativní vlhkost vzduchu (40 ± 3) %
- Teplota tepelného chrániče ($35 \pm 0,1$) °C
- Teplota měřicí jednotky ($35 \pm 0,1$) °C

Chirurgické operační pláště (1) až (4+) jsou pro zkoušku výparného odporu opakovaně měřeny vždy 3x po sobě a výsledky měření jsou statisticky vyhodnoceny. Každý chirurgický operační plášť byl měřen samostatně bez základní vrstvy, ale i se základní vrstvou jak jednorázovým oděvem, tak i 100 % bavlnou. V tabulce jsou zaznamenána jednotlivá měření výparného odporu a odchylky měření. V podstatě platí, že čím vyšší naměřená hodnota výparného odporu R_{et} , tím je materiál méně paropropustnější, a tím více se v operačním plášti perioperační sestra potí. Z tabulky vyplývá, že největší výparný odpor je u operačního pláště s výztuží č. (4+) s naměřenou hodnotou ($269,3 \pm 32,6$) $m^2 Pa/W$. U měřeného materiálu s číslem (2+) je výsledná hodnota výparného odporu ($296,7 \pm 122,6$) $m^2 Pa/W$. Zajímavým

výsledkem je u operačního pláště s číslem (3+) s výztuží, kde je výsledná hodnota pouze $(40,4 \pm 3,0) \text{ m}^2\text{Pa/W}$. Z tabulky vyplývá, že nejnižší naměřený výparný odpor je u pláště s číslem (2) s hodnotou $(5,0 \pm 0,3) \text{ m}^2\text{Pa/W}$. U nízkých naměřených výsledků R_{et} je materiál paropropustný, pot je tedy odváděn z povrchu těla pryč do okolí ve formě vodní páry. Následně nízkou hodnotou výparného odporu je u vzorku s č. (3) hodnotou $(5,7 \pm 0,6) \text{ m}^2\text{Pa/W}$. U opakovaně použitelného pláště s č. (1) je naměřený výparný odpor $(9,7 \pm 0,6) \text{ m}^2\text{Pa/W}$. Z naměřených výsledků je jednoznačné, že měřené hodnoty u operačních plášťů s číslem (1), (2), (2+), (3) se základní vrstvou 100 % bavlny je výparný odpor vyšší, než u základní vrstvy z jednorázového oblečení. U vzorku (3+), (4+) se základní vrstvou 100 % bavlny je hodnota naopak nižší, než u jednorázového oděvu do čistých prostor.

Tabulka 4 - Výsledky z měření prodyšnosti vzduchu operačních plášťů podle normy ČSN EN ISO 9237.

Testovaný vzorek	Testovaný materiál se základní vrstvou	Naměřená hodnota prodyšnosti R (l/h)	Výsledná hodnota prodyšnosti R (mm/s)	Aritmet. průměr (mm/s)	Směrod. odchylka (mm/s)
100 % bavlna		2204/ 2204 / 2204	306,7 / 306,7 / 306,7	306,7	0,01
Jednorázový oděv		6449 / 6449 / 6449	897,5 / 897,5 / 897,5	897,5	0,01
1	OP	68 / 68 / 64	9,5 / 9,5 / 8,9	9,3	0,3
	100 % bavlna + OP	78 / 78 / 68	10,9 / 9,5 / 10,9	10,4	0,8
	Jednorázový oděv + OP	78 / 78 / 73	10,2 / 10,9 / 10,2	10,4	0,4
2	OP	3006 / 2905 / 2605	418,3 / 362,5 / 404,3	395,0	29,0
	100 % bavlna + OP	1404 / 1404 / 1304	195,4 / 181,5 / 195,4	190,8	8,0
	Jednorázový oděv + OP	2605 / 2605 / 2504	362,5 / 348,5 / 362,5	357,8	8,1
2+	OP	-	-	-	-
	100 % bavlna + OP	-	-	-	-
	Jednorázový oděv + OP	-	-	-	-
3	OP	3407 / 3407 / 3206	474,1 / 446,2 / 474,1	464,8	16,1
	100 % bavlna + OP	1504 / 1504 / 1404	209,3 / 209,3 / 195,4	204,7	8,0
	Jednorázový oděv + OP	3106 / 3006 / 2805	432,3 / 418,3 / 390,4	413,7	21,3

Tabulka 5 - Výsledky z měření prodyšnosti vzduchu operačních plášťů podle normy ČSN EN ISO 9237.

Testovaný vzorek	Testovaný materiál se základní vrstvou	Naměřená hodnota prodyšnosti R (l/h)	Výsledná hodnota prodyšnosti R (mm/s)	Aritmet. průměr (mm/s)	Směrod. odchylka (mm/s)
3+	OP	-	-	-	-
	100 % bavlna + OP	-	-	-	-
	Jednorázový oděv + OP	-	-	-	-
4+	OP 4+	-	-	-	-
	100 % bavlna	-	-	-	-
	Jednorázový oděv	-	-	-	-

Testování prodyšnosti operačních textilií podle normy ČSN EN ISO 9237 se opakuje třikrát, vždy z jiného místa. Vzorec pro výpočet prodyšnosti, R, vyjádřená v milimetrech za sekundu, podle vzorce:

$$R = Q_v^2 / A^3 \times 167^4$$

Podmínky měření:

- Teplota vzduchu ve zkušebním prostoru 21 °C
- Relativní vlhkost vzduchu 67 %

Chirurgické operační pláště (1) až (4+) jsou pro zkoušku prodyšnosti opakovaně měřeny vždy 3x po sobě, výsledky měření jsou statisticky vyhodnoceny. Každý chirurgický operační plášť byl měřen samostatně bez základní vrstvy, ale i se základní vrstvou. Prodyšnost je prostup vzduchu z vnějšího prostředí skrz oděvní systém až k nositeli. Prodyšnost je také odvádění

² Q_v je objemové množství protečené tekutiny [$m^3 \cdot s^{-1}$],

³ A je plocha vzorku, kterou prochází vzduch [m^2],

⁴ **167** je přepočítávací faktor z decimetrů krychlových (nebo litrů) za minutu na centimetr čtvereční, na milimetry za sekundu (ČSN EN ISO 9237, 2004, s. 6).

tepla, které vzniká při vysoké fyzické zátěži. Čím je tedy naměřená hodnota větší, tím lépe je teplo odváděno od těla a chladnější vzduch přiváděn k tělu a ochlazuje nositele. Z uvedené tabulky vyplývá, že nejvíce prodyšný materiál je jednorázový operační plášť bez výztuže s číslem (3) s naměřenou hodnotou $(413,7 \pm 21,3)$ mm/s. U jednorázového operačního pláště s č. (2) byla naměřena hodnota $(357,8 \pm 8,1)$ mm/s. Z tabulky vyplývá, že opakovaně použitelný operační plášť s č. (1) není tak prodyšný jako předešlé materiály. Naměřená výsledná hodnota je $(10,4 \pm 0,4)$ mm/s. U zesílených operačních plášťů s č. (2+), (3+), (4+) nelze změřit prodyšnost materiálu. Je to z toho důvodu, že plášť je zesílený, a přístroj nemá dostatečnou plochu pro změření materiálu. Laboratoř nedisponuje přístrojem, který by změřil operační plášť.

Tabulka 6 - Výsledky měření tepelné izolace pomocí figuríny + 100% bavlna podle normy ČSN EN ISO 15831.

Testovaný vzorek	Oděv do ČP	Proudění vzduchu	Výsledná hodnota tepelné izolace (m ² K/W)	Aritmet. průměr (m ² K/W)	Směrodatná odchylka (m ² K/W)
100 % bavlna		0 m/s	0,197 / 0,197 / 0,197	0,197	0,001
		0,1 m/s	0,180/ 0,180/ 0,180	0,180	0,001
1	100% bavlna	0 m/s	0,266 / 0,270 / 0,269	0,270	0,001
		0,1 m/s	0,262 / 0,261 / 0,261	0,261	0,001
2	100% bavlna	0 m/s	0,271 / 0,272 / 0,274	0,272	0,001
		0,1 m/s	0,260 / 0,261 / 0,262	0,261	0,001
2+	100% bavlna	0 m/s	0,270 / 0,269 / 0,269	0,270	0,001
		0,1 m/s	0,256 / 0,258 / 0,257	0,258	0,001
3	100% bavlna	0 m/s	0,274 / 0,275 / 0,274	0,274	0,001
		0,1 m/s	0,266 / 0,266 / 0,267	0,266	0,001

Tabulka 7 - Výsledky měření tepelné izolace pomocí figuríny + 100% bavlna podle normy ČSN EN ISO 15831.

Testovaný vzorek	Oděv do ČP	Proudění vzduchu	Výsledná hodnota tepelné izolace (m ² K/W)	Aritmet. průměr (m ² K/W)	Směrodatná odchylka (m ² K/W)
3+	100% bavlna	0 m/s	0,286 /0,287 / 0,287	0,287	0,001
		0,1 m/s	0,275 /0,276 / 0,276	0,275	0,001
4+	100% bavlna	0 m/s	0,27 /0,27 / 0,269	0,270	0,001
		0,1 m/s	0,256 /0,256 /0,257	0,257	0,001

Podmínky měření: *Figurína musí být umístěna v klimatizační komoře s regulací o rozměrech nejméně 2 m x 2 m x 2 m (délka x šířka x výška). Proudění vzduchu uvnitř komory může být horizontální nebo vertikální. Změny uvnitř komory v prostoru ve vzdálenosti do 0,5 m od povrchu figuríny nesmí překročit následující hodnoty:*

- *teplota vzduchu $\pm 1, 0$ °C*
- *relativní vlhkost vzduchu $\pm 10\%$*
- *rychlost vzduchu ± 50 % střední hodnoty*
- *teplota stěn, podlahy a stropu se nesmí lišit o více než 1 K průměrné teploty vzduchu (ČSN EN ISO 15831, 2004, s. 9).*

Z tabulky můžeme vyčíst, že testování zkoumaných operačních pláštů probíhalo dvěma způsoby. První testování probíhalo v klimatizační komoře s prouděním vzduchu 0,1 m/s. Druhé měření probíhalo za stálých podmínek bez klimatizované místnosti, tedy bez proudění vzduchu. Základní vrstvou pod testovaným pláštěm byla halenka s kalhoty ze 100 % bavlny. Následná svrchní vrstva byla tvořena testovaným operačním pláštěm. Figurína měla během celého testování oblečenou jednorázovou čepici a chirurgické rukavice. Naměřené výsledky tepelné izolace jsou rozdílné pouze v setinách jednotek, jak u klimatizované místnosti, tak bez

použití klimatizace. Testování tepelné figuríny bez proudění vzduchu je u operačních pláštů s číslem (1), (2), (2+), (3), (4+) výsledná hodnota 0,27 m²K/W. Měření tepelné izolace s pomocí tepelné figuríny s operačním pláštěm s č. (3+), za stejných měřených podmínek je 0,28 m²K/W.

Druhé testování s prouděním vzduchu o rychlosti 0,1 m/s je u operačních pláštů s č. (1), (2), (2+), (4+) výsledná hodnota 0,26 m²K/W. Pouze operační plášť s č. (3) dosahoval naměřeného výsledku 0,27 m²K/W. Nejvyšší naměřenou hodnotou v klimatizované komoře s prouděním vzduchu získal jednorázový operační plášť (3+) s výsledkem 0,28 m²K/W. Ze zjištěných výsledků je zřejmé, že tepelná izolace operačních pláštů je téměř stejná za všech podmínek jak s využitím klimatizace, tak bez proudění vzduchu.

Tabulka 8 - Výsledky měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny s jednorázovým oděvem podle normy ČSN EN ISO 15831

Testovaný vzorek	Oděv do ČP	Proudění vzduchu	Výsledná hodnota tepelné izolace (m ² K/W)	Aritmet. průměr (m ² K/W)	Směrodatná odchylka (m ² K/W)
1	Jednorázový oděv	0 m/s	0,280 /0,279 /0,279	0,279	0,001
		0,1 m/s	0,265 /0,265 /0,266	0,265	0,001
2	Jednorázový oděv	0 m/s	0,272 /0,272 /0,273	0,272	0,001
		0,1 m/s	0,260 /0,259 /0,260	0,260	0,001
2+	Jednorázový oděv	0 m/s	0,274 /0,274 /0,275	0,274	0,001
		0,1 m/s	0,264 /0,265/0,265	0,265	0,001
3	Jednorázový oděv	0 m/s	0,274 /0,274 /0,274	0,274	0,001
		0,1 m/s	0,264 /0,264 /0,265	0,264	0,001

Tabulka 9 - Výsledky měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny s jednorázovým oděvem podle normy ČSN EN ISO 15831

Testovaný vzorek	Oděv do ČP	Proudění vzduchu	Výsledná hodnota tepelné izolace (m ² K/W)	Aritmet. průměr (m ² K/W)	Směrodatná odchylka (m ² K/W)
3+	Jednorázový oděv	0 m/s	0,288 / 0,288 / 0,288	0,288	0,001
		0,1 m/s	0,276 / 0,276 / 0,276	0,276	0,001
4+	Jednorázový oděv	0 m/s	0,273 / 0,272 / 0,273	0,272	0,001
		0,1 m/s	0,262 / 0,262 / 0,262	0,262	0,001

Testování v druhé části mělo totožné podmínky jako předchozí, ale základní oblečenou vrstvou byl jednorázový oděv Extra Comfort do čistých prostor. Použitý oděv je vyroben z netkané textilie za použití technologie Unisoft. Druhou oblečenou vrstvou byl testovaný operační plášť. Z tabulky je opět viditelný minimální rozdíl u naměřených výsledků. Testování bylo opět rozděleno s použitím klimatizace, a bez použití klimatizačního systému.

Měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny bez proudění vzduchu je u operačních plášťů s číslem (2), (2+), (3), (4+) výsledná hodnota 0,27 m²K/W. Figurína s operačním pláštěm s číslem (1) za stejných měřených podmínek vyhodnotila tepelnou izolaci pláště na 0,28 m²K/W. Poslední měřený jednorázový operační plášť (3+) bez použití klimatizace dosahoval výsledku 0,29 m²K/W.

Druhé testování tepelné izolace pomocí tepelné figuríny probíhalo s prouděním vzduchu o rychlosti 0,1 m/s. Naměřené výsledné hodnoty u operačních plášťů s číslem (2), (3), (4+) jsou 0,26 m²K/W. Pouze operační plášť s číslem (1), (2+) dosahoval naměřeného výsledku 0,27 m²K/W. Nejvyšší naměřenou hodnotou v klimatizované komoře s prouděním vzduchu měl jednorázový operační plášť (3+), a to výsledek 0,28 m²K/W.

Naměřené výsledky z tepelné izolace pomocí tepelné figuríny dokazují, že na tepelnou izolaci operačních plášťů nemá vliv základní vrstva oblečení, i přes jiné materiálové složení. Klimatizační podmínky taktéž mají pouze minimální vliv na tepelnou izolaci jak s prouděním vzduchu o rychlosti 0,1 m/s tak bez proudění vzduchu

Tabulka 10 - Výsledky měření bariérových vlastností podle normy ČSN EN ISO 811

Testovaný vzorek	Výsledná hodnota bariérových vlastností (cm H ₂ O)	Aritmetický průměr (cm H ₂ O)	Směrodatná odchylka (cm H ₂ O)
1	75 / 81 / 80	78,7	3,2
2	82 / 90 / 94	88,7	6,1
2+	193 / 220 / 198	203,7	14,4
3	201 / 167 / 199	189,0	19,1
3+	198 / 199 / 197	198,0	1,0
4+	176 / 193 / 190	186,3	9,1

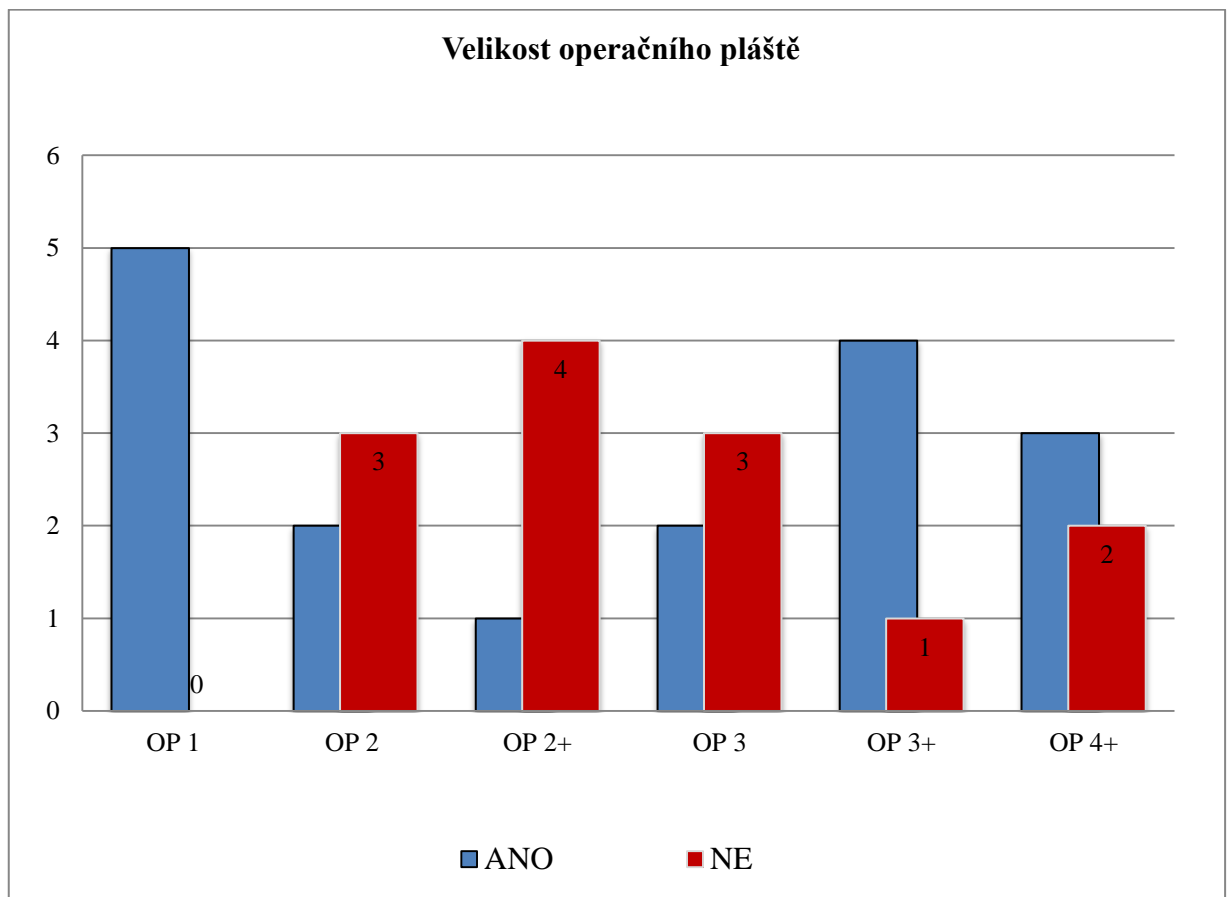
Podmínky měření:

- Klimatizace zkušebních vzorků: teplota (20±2)°C; relativní vlhkost (65±4) %
- Teplota vzduchu ve zkušebním prostoru 21 °C
- Relativní vlhkost vzduchu 66 %
- Teplota vody (20 ± 2) °C
- Směr působení tlaku vody: zesponu
- Rychlost zvyšování tlaku: 10 cm.min⁻¹

Chirurgické operační pláště (1) až (4+) jsou pro zkoušku bariérových vlastností opakovaně měřeny, vždy 3x po sobě a výsledky měření jsou statisticky vyhodnoceny. Každý chirurgický operační plášť byl měřen samostatně bez základní vrstvy. Zde platí pravidlo, že čím větší naměřená hodnota, tím více cm vodního sloupce může na vzorek tlačit, než kapalina projde a tím je odolnější vodě. To znamená, že operační plášť má lepší membránu, a proto je bariéra kvalitnější. Z tabulky vyplývá, že nejlepší bariérové vlastnosti má operační plášť s výztuží č. (2+) s naměřenou hodnotou (203,7±14,4) cm H₂O. Plášť s č. (3+) zastupuje hodnotu (198,0 ±1,0) cm H₂O. U vzorku s č. (3) je naměřená hodnota (189,0,7±19,1) cm H₂O, u operačního pláště s č. (4+) je hodnota (186,3±9,1) cm H₂O. Jednorázový plášť s č. (2) získal výsledek (88,7±6,1) cm H₂O. Nejmenší odolnost proti pronikání kapalin vykázal opakovaně použitelný operační plášť s č. (1) s hodnotou (78,7±3,2) cm H₂O, a lze konstatovat, že má nejnižší bariérové vlastnosti.

3.7 Prezentace výsledků z průzkumného šetření

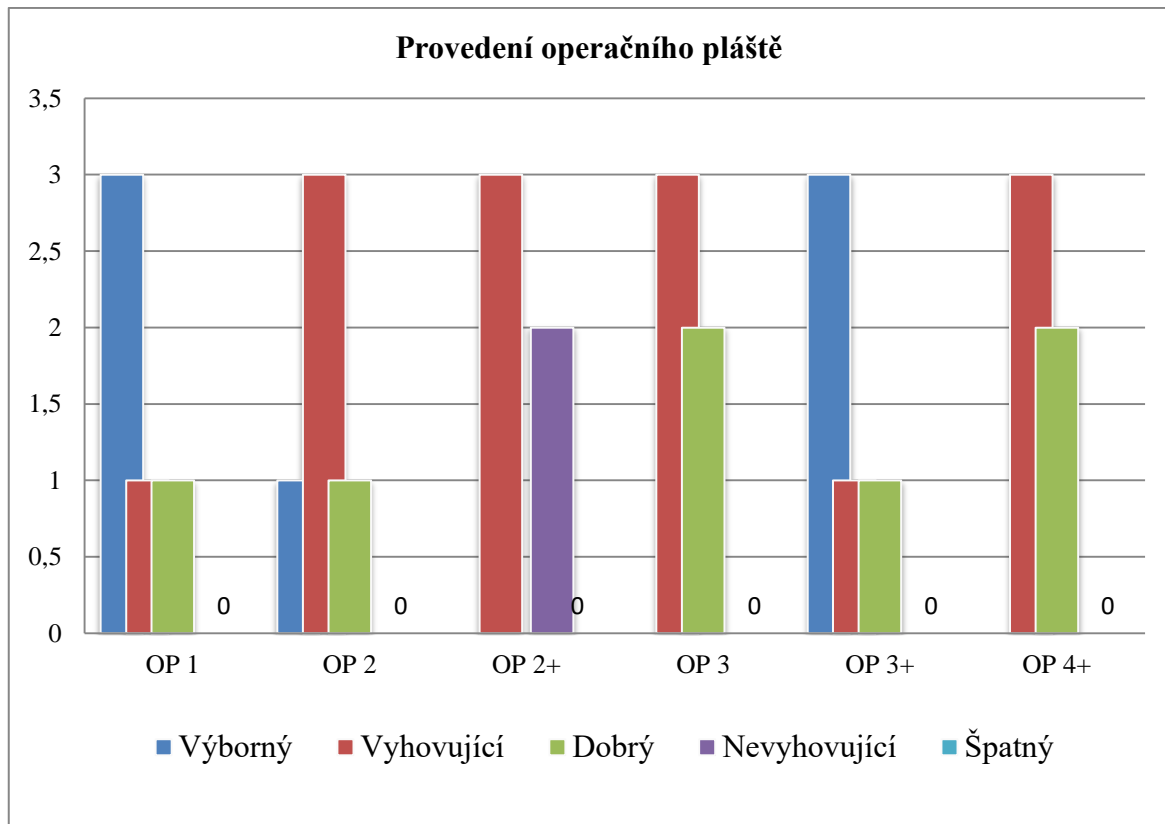
3.7.1 Otázka číslo 1: Vyhovuje Vám velikost operačního pláště?



Obrázek 10 - Velikost operačního pláště

Z grafického znázornění je čitelné, že nejlepší velikost testovaného operačního pláště je u materiálu s č. (1). 80 % spokojenost v oblasti velikosti operačního pláště získal testovaný materiál s č. (3+). Respondenti projevili 60 % spokojenost s velikostí operačního pláště č. (4+). U testovaných vzorků s č. (2), (2+), (3) bylo hodnocení negativní, velikost operačních plášťů nevyhovovala.

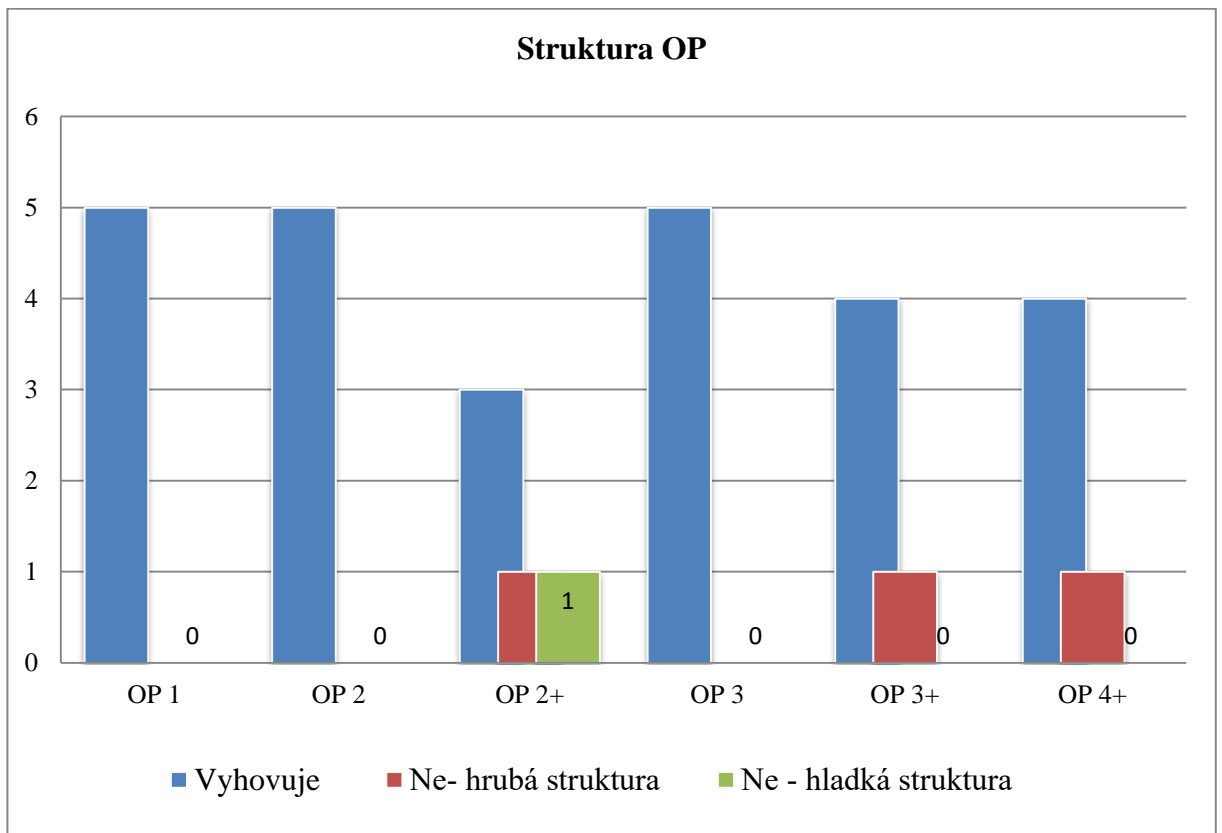
3.7.2 Otázka č. 2: Jak na Vás působí provedení operačního pláště?



Obrázek 11 - Provedení operačního pláště

Na otázku, zda respondentům vyhovuje provedení operačního pláště nejvíce procentuálního poměru k celku, získal testovaný plášť s č. (1) a (3+). Pod pojmem provedení operačního pláště bylo míněno zvolený střih, způsob zavazování, délka, hmotnost, testovaného operačního pláště. Z grafu je čitelné, že testovaný vzorek s č. (2) získal 20 %. Hodnocené materiály s č. (3) a (4+) jsou vyhovující. Nejhuře hodnocený operační plášť je s číslem (2+).

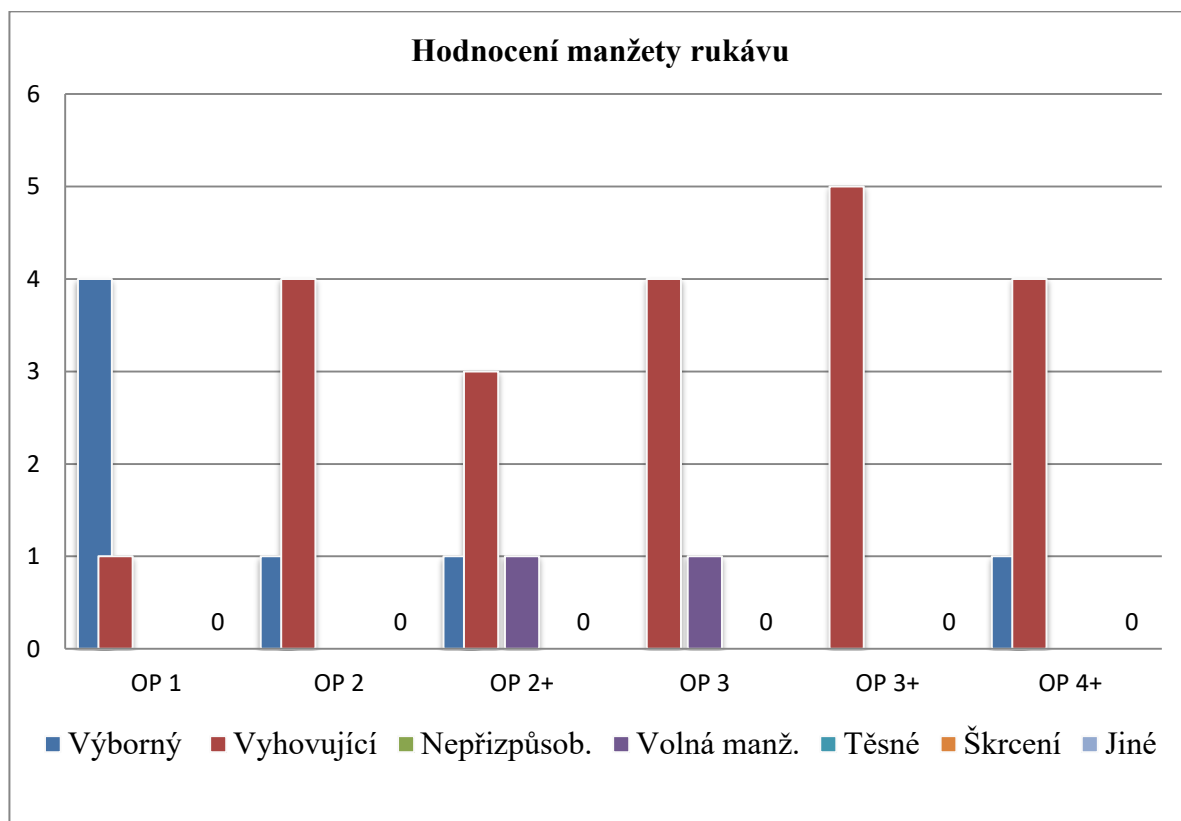
3.7.3 Otázka číslo 3: Vyhovuje Vám struktura operačního pláště?



Obrázek 12 - Struktura operačního pláště

Výsledky k otázce číslo tři jsou kladné. Plný počet bodů, tedy 100 % k procentuálnímu poměru k celku 5, získaly testované materiály s č. (1), (2) a (3). Z grafu je čitelné, že 80% spokojenosti z testované struktury OP je u materiálu s č. (3+), (4+). Nejméně hodnocený materiál je s č. (2+) s výsledkem 60 %.

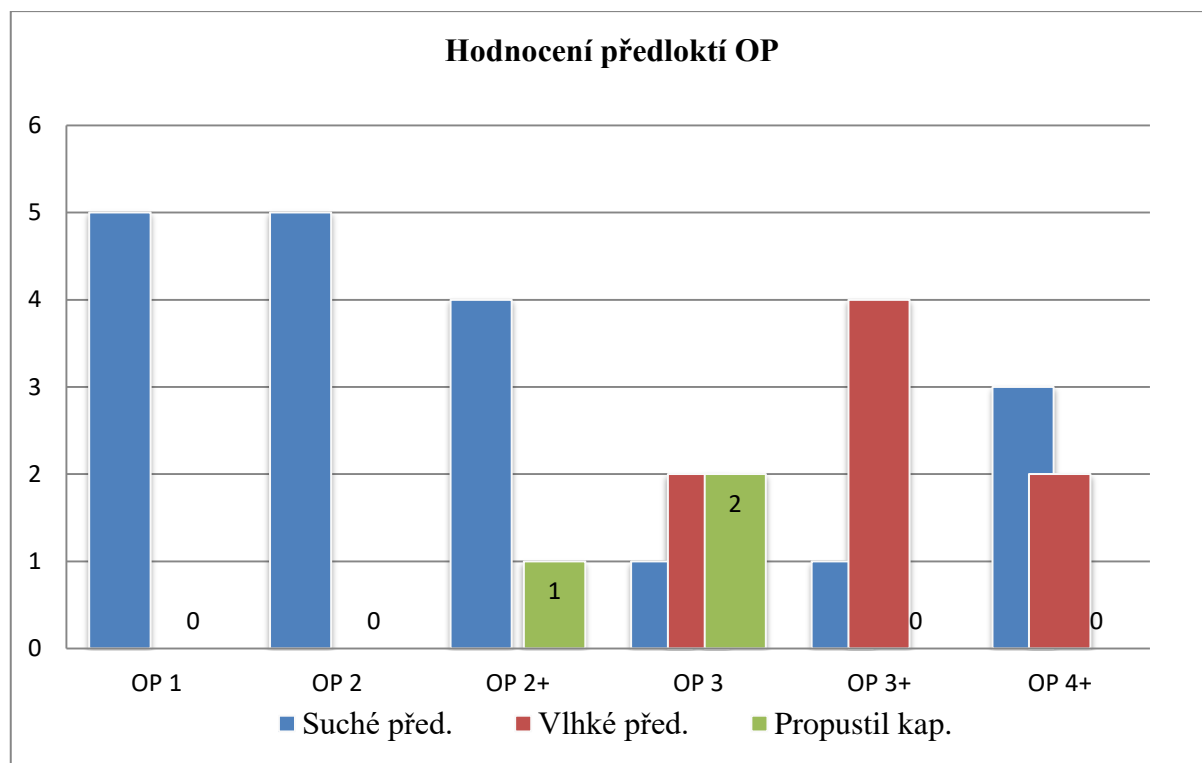
3.7.4 Otázka číslo 4: Jak Vám vyhovují manžety rukávu na operačním plášti?



Obrázek 13 - Hodnocení manžety rukávu operačního pláště

Nejlépe hodnocený operační plášť na otázku číslo 4 je opakovaně použitelný operační plášť s číslem (1) s 80 – ti %. V následném hodnocení už rozhodují další položky, jako je vyhovující manžeta, volná nebo nepřizpůsobivá manžeta. U testovaných vzorků s č. (2), (4+) získaly stejné výsledky a to 20%. U vzorku s č. (3+) je úplet rukávů vyhovující. Nejhorše hodnocené manžety jsou u testovaného materiálu s č. (2+).

3.7.5 Otázka číslo 5: Jaký máte pocit z oblasti předloktí operačního pláště během operačního výkonu?

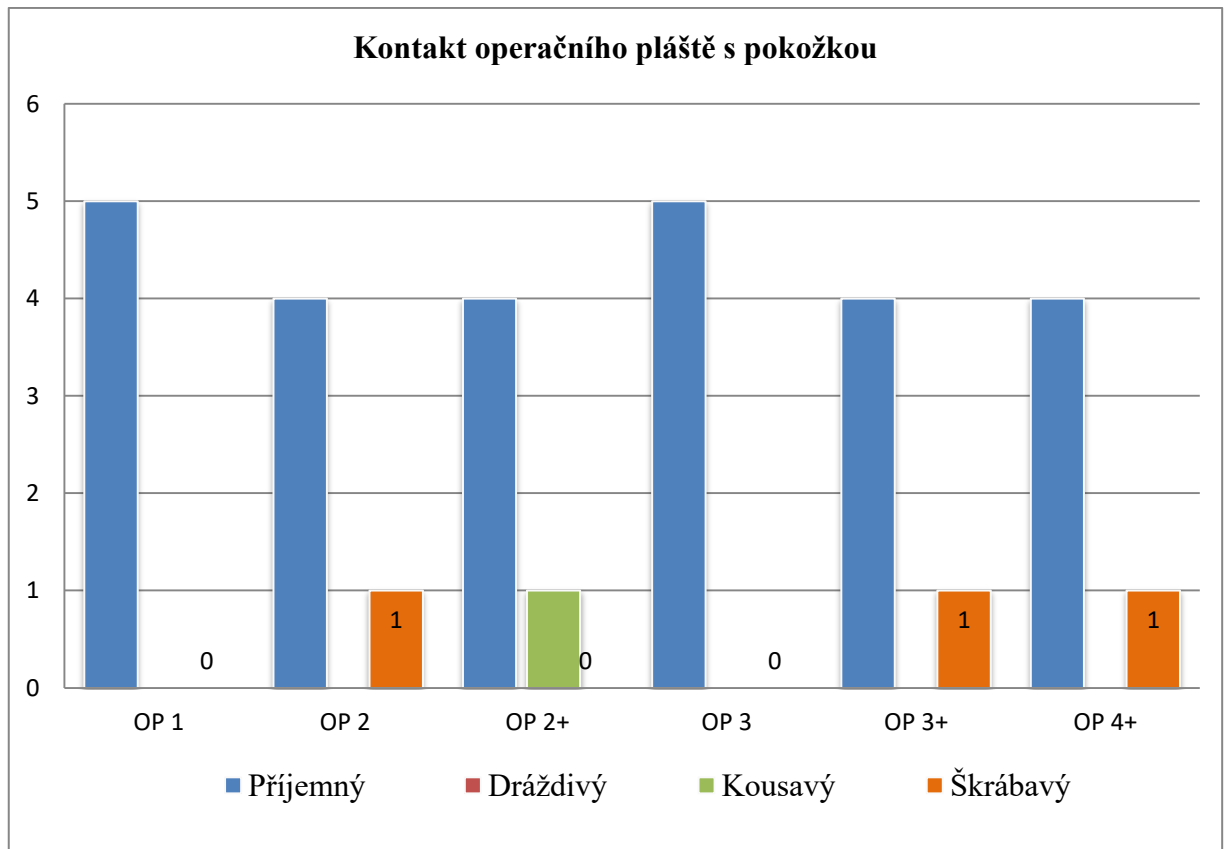


Obrázek 14 - Hodnocení předloktí operačního pláště

Otázka s č. 5 měla zhodnotit oblast předloktí u operačních plášťů. Nejlépe hodnocené materiály jsou s č. (1), (2) s výsledkem 100 % k procentuálnímu poměru k celku 5. Vzorek s č. (2+) s výztuží získal 80 %. Materiály s č. (4+), (3+) jsou vyhodnoceny s pocitem, který udává vjem vlhkého předloktí po operačním výkonu. Testovaný vzorek s č. (3) získal nejhorší hodnocení.

Důležité připomenutí k hodnocení této otázky je, že veškeré testované operační pláště splňují normy, které mají přísné kritéria pro užití v praxi. Žádný operační plášť nepropouští kapaliny. Hodnocení je pouze ze subjektivních pocitů perioperačních sester.

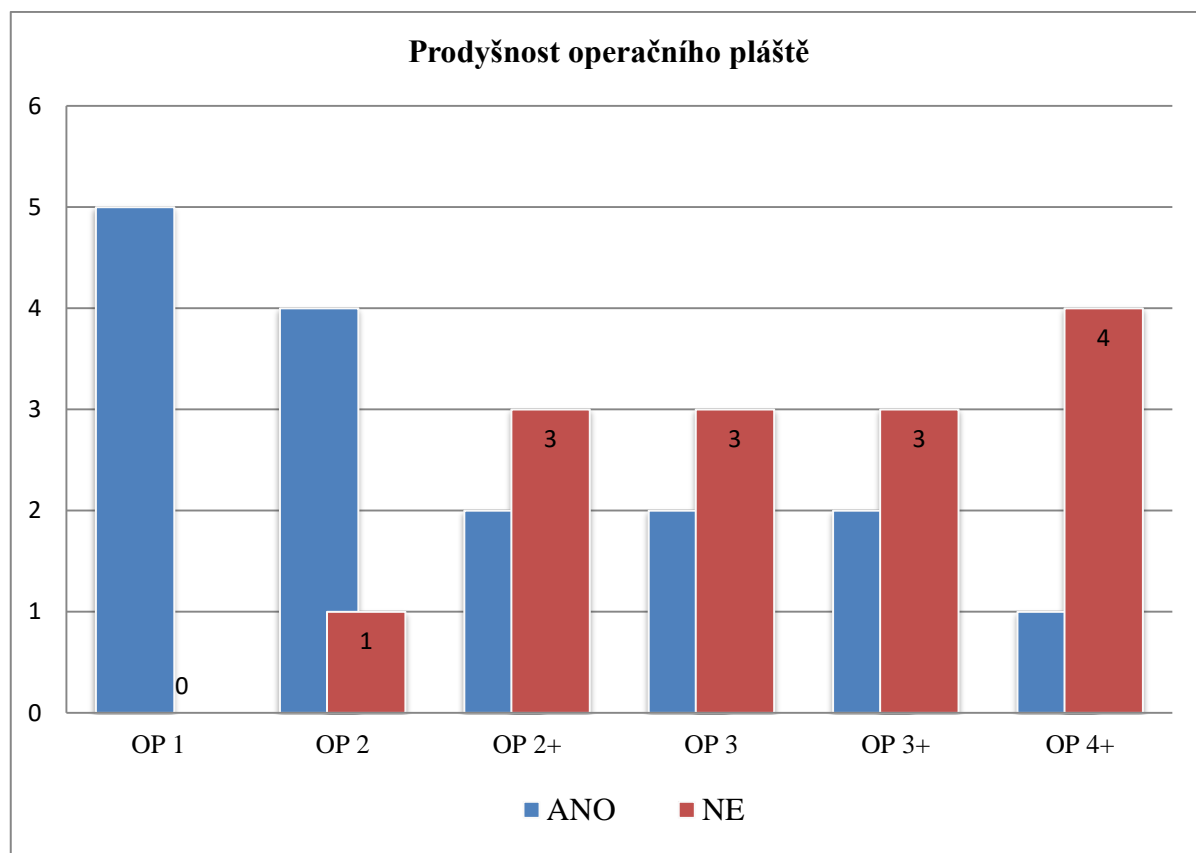
3.7.6 Otázka číslo 6: Jaký máte pocit z operačního pláště při styku s pokožkou?



Obrázek 15 - Kontakt operačního pláště s pokožkou

U průzkumné otázky číslo 6 s nejlépe hodnoceným procentuálním poměrem k celku 5 získal vzorek s č. (1) a (3). Testované vzorky s č. (2), (2+), (3), (4+) získaly 80 %, které jsou příjemné při styku s pokožkou. U těchto pláštů se liší hodnocení pouze ve 20 % s pocitem „kousavým“ nebo „škrábavým“.

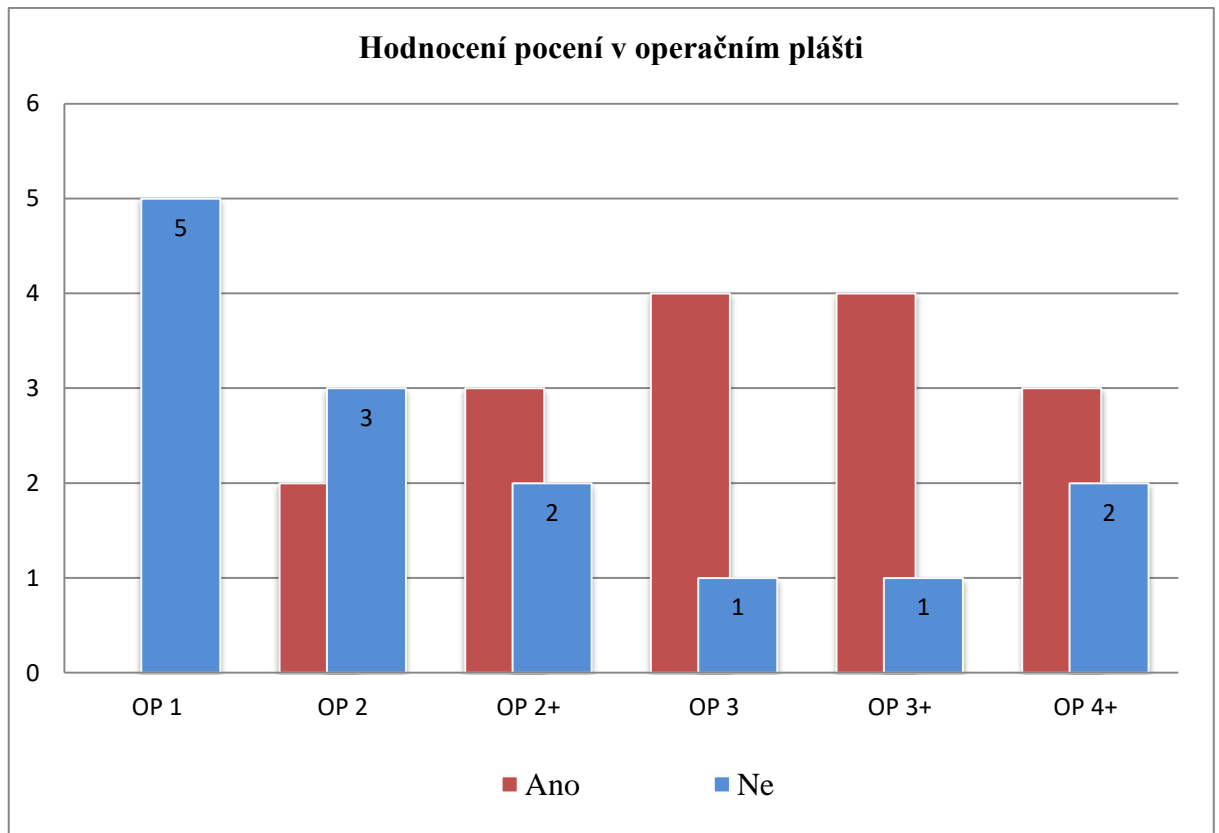
3.7.7 Otázka číslo 7: Máte dojem, že je operační plášť prodyšný?



Obrázek 16 - Prodyšnost operačního pláště

Výsledky z prodyšnosti operačního pláště jsou zajímavé. Z grafu vyplývá, že nejvyšší hodnocení získal testovaný vzorek s č. (1). Testovaný operační materiál s č. (2) získal 80 %. Vzorky s č. (2+), (3), (3+) získaly 40% pro hodnocení prodyšnosti. Nejméně prodyšný operační plášť, podle subjektivních pocitů perioperačních sester je s č. (4+).

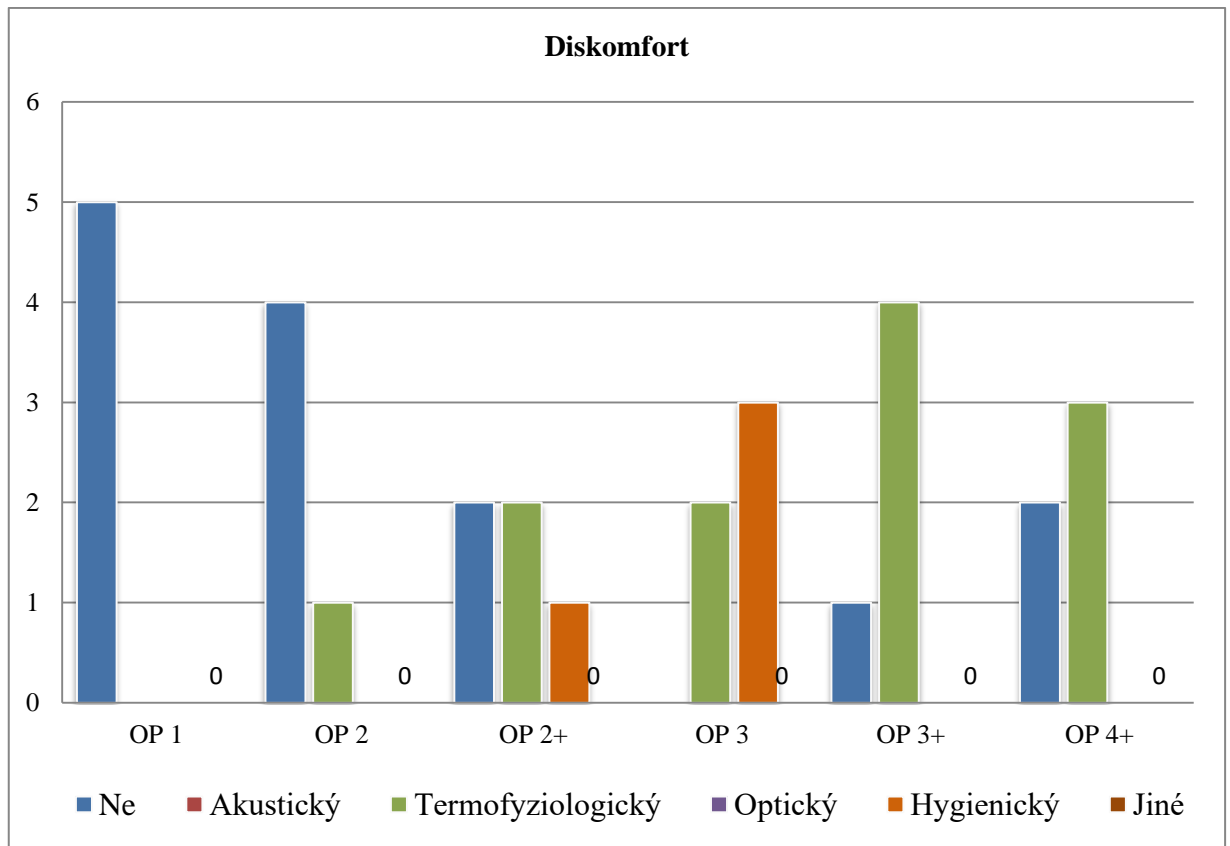
3.7.8 Otázka číslo 8: Potíte se v operačním plášti?



Obrázek 17 - Hodnocení pocení v operačním plášti

Z grafu vyplývá, že perioperační sestry nejlépe zhodnotily testovaný materiál s č. (1). Operační plášť s č. (2) získal 60%. Testované vzorky s č. (2+), (4+) dosáhly 40%. Podle subjektivních pocitů perioperačních sester se nejvíce potily u testovaných materiálů s č. (3), (3+).

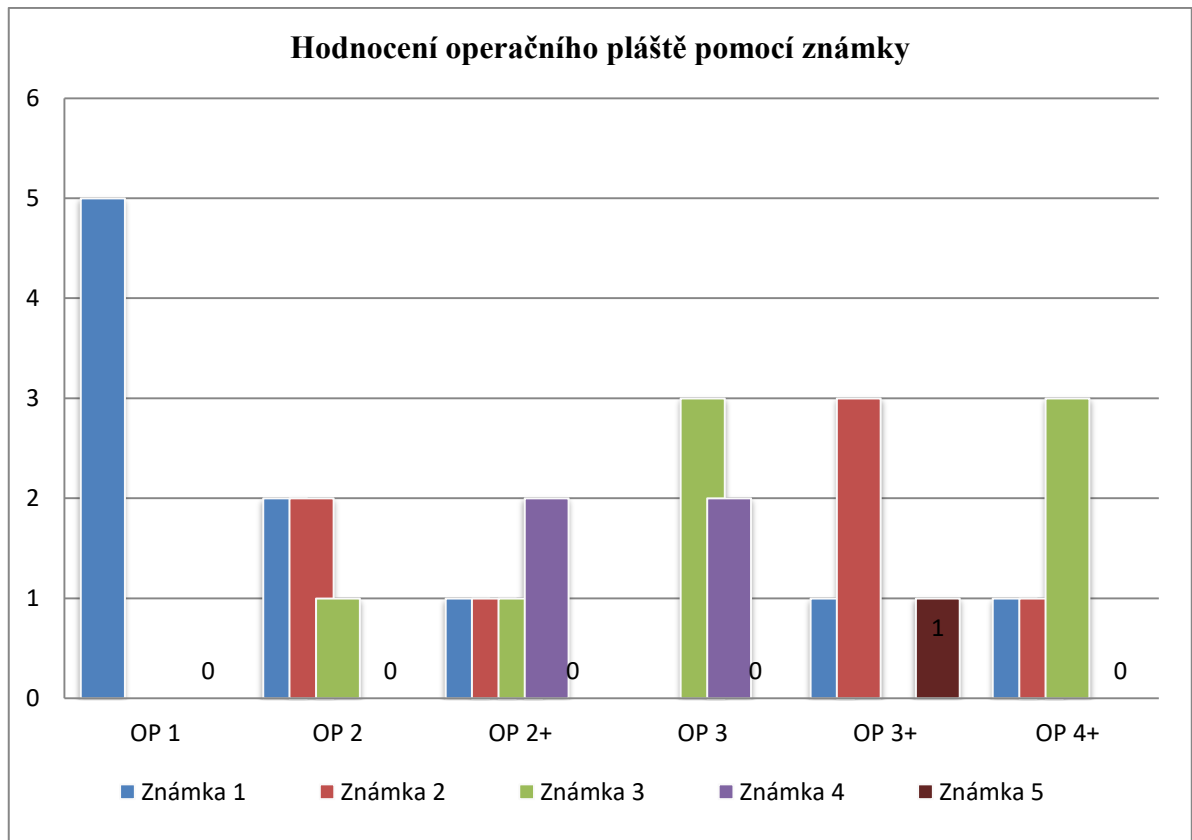
3.7.9 Otázka číslo 9: Nevyhovovalo Vám něco na operačním plášti?



Obrázek 18 – Diskomfort

Z grafu je čitelné, že nejlépe hodnocený vzorek je s č. (1). S 80 % se umístil materiál s č. (2). Podle procentuálního poměru z celku se umístil operační plášť (4+), (2+), kde podle perioperační sester vznikl problém s termofyziologickým, nebo hygienickým aspektem. Operační plášť s č. (3+) získal 20 %. Nejhůře hodnocený operační materiál je s č. (3).

3.7.10 Otázka číslo 10: Jakou známkou ohodnotíte operační plášť při operaci?



Obrázek 19 - Hodnocení operačního pláště pomocí známky

V poslední otázce nás zajímalo, jak perioperační sestry hodnotí operační plášť. Nejlepší známku získal opakovaně použitelný operační plášť (1), který dosáhl 100 %. Materiál s č. (2) získal 40 % u známky „výborně“. Testované vzorky s č. (2+), (3+), (4+) získaly 20 %. Nejhůře hodnocený byl materiál s č. (3), který získal 60 % u známky „dobře“.

4 DISKUZE

V průběhu operačních výkonů je mnoho vnějších faktorů, které mohou ovlivnit výkon operačního týmu. Například to může být nevhodný chirurgický operační plášť (nevhodná velikost, struktura nebo prodyšnost), který může negativně ovlivnit psychický i fyzický stav zdravotníka. Proto je velmi důležité mít příjemný oděv, který neodvádí pozornost od klíčových momentů operace.

Cílem práce bylo pokusit se pro výrobce operačních plášťů definovat doporučené hodnoty charakterizující, jak komfortní bude pro nositele oděv. K porovnání zjištěných dat s výsledky této diplomové práce, byly využity zahraniční a tuzemské zdroje, které jsou popsány níže.

Bogdan, A. a kol. ve své studii uvádí, že výparný odpor u zdravotnických textilií testovaných dle EN ISO 11092 by měl být menší než $17 \text{ m}^2\text{Pa/W}$. Odvolává se přitom na výsledky akreditované německé laboratoře Hohenstein Institute. Dále studie uvádí, že tepelná izolace měřená pomocí figuríny dle EN ISO 15831 by měla být v rozmezí $0,028 - 0,124 \text{ m}^2\text{K/W}$. Výše uvedené hodnoty dle studie charakterizují dobrý termofyziologický komfort (Bogdan, 2011, s. 65 – 69).

Studie Eryuruk, S. H. a kol. se věnovala srovnání komfortu různých druhů netkaných jednorázových operačních plášťů. Výsledky studie přinesly tyto závěry: s rostoucí plošnou hmotností netkaných textilií roste i výparný odpor, zatímco prodyšnost klesá. Vícevrstvé pláště s membránou měly větší výparný odpor než pláště bez membrány. Důvodem zvýšení hodnot byla právě membrána. Závěrem lze tedy konstatovat, že práce přinesla výsledky, že termofyziologický komfort netkaných jednorázových materiálů používaných na výrobu operačních plášťů se snižuje s rostoucí plošnou hmotností a aplikací membrány (Eryuruk, 2018, s. 1 – 6).

Pamuk, O. a kol se ve své práci věnovali problematice termofyziologického komfortu u opakovaně používaných i jednorázových operačních plášťů. Závěr práce uvádí, že pro časově náročné operace je nejlepší zvolit opakovaně používané textilie s materiálovým složením 65% polyester / 35 % bavlna, nebo 100 % bavlna, protože ty mají nejnižší tepelný odpor. Popř. jsou také vhodné materiály typu „Spunlace“ (Pamuk, 2006, s. 236 – 239). Zde je ale nutno dodat, že práce neřeší bezpečnost výrobků, jelikož materiály ze 100 % bavlny nesplňují požadavky ČSN EN 13795. Dobrých výsledků dosáhly i materiály typu SMS a Spunbond z netkaných textilií a z tkanin pak 99 % polyester s 1 % uhlíkového vlákna

(Pamuk¹, 2008, s. 24 – 30). V další studii se Pamuk, O. věnoval konkrétně hodnocení termofyziologického komfortu netkaných textilií pomocí figuríny. Závěry jsou, že pro časově nenáročnou operaci je vhodnější použít materiály typu SMS, protože jsou levnější než Spunlace a dosahují podobných výsledků tepelné izolace (Pamuk², 2008, s. 236 – 239).

Testované operační pláště splňují všechny podmínky pro použití v praxi podle normy ČSN EN 13795.

4.1 Shrnutí výsledků operačních pláštů z TZÚ a dotazníkového šetření

V následujících kapitolách budou srovnány výsledky objektivního laboratorního a subjektivního testování. Je nutné zmínit, že při vyhodnocení je potřeba vzít v úvahu obrovskou variabilitu testovaných vzorků a mnoho různých pohledů na problematiku, které mají zásadní vliv na výsledky. Hodnocení není možno podat jednoznačně, a proto vždy bude komentováno s ohledem na jaké parametry, je hodnocení prezentováno. Jako příklad variability uvedme to, že porovnávány budou opakovaně používané vs. jednorázové operační pláště, zesílené vs. jednoduché operační pláště, dva druhy oděvů do čistých prostor jako spodní vrstva atd. Při porovnání objektivních a subjektivních výsledků je tak nutno brát v úvahu i oděv do čistých prostor (v této práci byl v subjektivním testování použit jednorázový oděv do čistých prostor). Pro výrobce jsou zase důležité jen samotné hodnoty operačních pláštů. Všechny tyto možnosti odráží praktické podmínky na operačních sálech a snahou práce bylo pokrýt celou tuto variabilitu.

4.1.1 Porovnání hodnocení výparného odporu podle normy ČSN EN ISO 11092 s otázkou č. 8

Srovnání výsledků se týkalo měření výparného odporu v laboratořích TZÚ v Brně a odpovědi na otázku, zda se perioperační sestry v operačním plášti potí. Z dotazníkového šetření bylo vyhodnoceno, že operační plášť číslo (1) získal kladné výsledky se 100 % spokojeností (nejlepší hodnocení). Perioperační sestry uvedly, že se v plášti během operačního výkonu nepotí. V objektivním laboratorním hodnocení, ale dosáhl nejvyšších výsledků tepelného odporu ve srovnání jednoduchých operačních pláštů bez výztuže. Naměřená výsledná hodnota popisovaného pláště v kombinaci s jednorázovým oděvem do čistých prostor (vrstva oděvu na kůži) byla $(9,7 \pm 0,6) \text{ m}^2\text{Pa/W}$ samostatně měl tento operační plášť $(6,2 \pm 0,3) \text{ m}^2\text{Pa/W}$. Pro hodnocení platí, že čím vyšší naměřená hodnota výparného odporu R_{et} , tím je materiál méně paropropustnější, a tím více se v operačním plášti perioperační sestry mohou potit. Nízké hodnoty R_{et} značí, že je materiál více paropropustný, pot je tedy odváděn

z povrchu těla pryč do okolí ve formě vodní páry. Operační plášť číslo (2) z dotazníkového šetření získal 60 %, z objektivního průzkumu získal naměřený výsledek $(5,0 \pm 0,3) \text{ m}^2\text{Pa/W}$ (v kombinaci s jednorázovým oděvem do čistých prostor). Objektivní výsledky jsou rovnocenné výsledkům ze subjektivního hodnocení perioperačních sester.

Porovnání získaných výsledků operačních pláště s č. (3) má naopak negativní subjektivní výsledky oproti výsledkům z laboratoří. Naměřená hodnota výparného odporu byla $(5,7 \pm 0,6) \text{ m}^2\text{Pa/W}$ v kombinaci s jednorázovým oděvem do čistých prostor, která je průměrnou hodnotou ze srovnávaných výsledků operačních pláštů bez vyztužení. Z dotazníkového průzkumu byly výsledky negativní ve prospěch operačního pláště, a to až v 80%.

Další zajímavé srovnání výsledků bylo u operačního pláště s č. (2+). Zesílený operační plášť měl naměřenou hodnotu výparného odporu $(296,7 \pm 122,6) \text{ m}^2\text{Pa/W}$ v kombinaci s jednorázovým oděvem do čistých prostor, to je jedna z nejvyšších naměřených hodnot, která udává nízkou paropropustnost operačního pláště, a je tedy předpoklad, že se nemocniční personál bude potit. Z dotazníkového průzkumu, ale bylo vyhodnoceno, že v 60% se sestra nepotí. Testovaný operační plášť s číslem (3+) získal neobvyklý výsledek vzhledem ke koncepci operačního pláště. Naměřený výsledek výparného odporu byl $(40,4 \pm 3,0) \text{ m}^2\text{Pa/W}$ v kombinaci s jednorázovým oděvem do čistých prostor, který je nesrovnatelný oproti jiným testovaným vzorkům s výztuží. V dotazníkovém průzkumu získal negativní hodnocení, a to v 80 % dotazovaných. Vzorek s č. (4+) odpovídá vyhodnocení subjektivního šetření, tak objektivního výzkumu. Naměřená hodnota výparného odporu byla $(269,3 \pm 32,6) \text{ m}^2\text{Pa/W}$ (v kombinaci s jednorázovým oděvem do čistých prostor), a kladné hodnocení v 40 % dotazovaných.

Hodnota výparného odporu u 100 % bavlny je $(3,7 \pm 0,3) \text{ m}^2\text{Pa/W}$. Naměřená hodnota u jednorázového oblečení do čistých prostor je $(3,5 \pm 0,9) \text{ m}^2\text{Pa/W}$. Ze získaných naměřených hodnot vyplývá, že oba druhy oděvů do čistých prostor jsou v rámci nejistoty měření srovnatelné. Z naměřených hodnot je zřejmé, že základní vrstva ze 100 % bavlny zvyšuje ve většině případů výsledky výparného odporu (výjimkou je pouze vzorek č. 3+) oproti samostatnému operačnímu plášti a hodnoty jsou i vyšší než při použití jednorázového oděvu do čistých prostor.

4.1.2 Porovnání hodnocení prodyšnosti podle normy ČSN EN ISO 9237 s otázkou číslo 7

Pro získání celistvých informací o prodyšnosti operačních pláštů jsme srovnali výsledky z normy ČSN EN ISO 9237 s dotazníkovou otázkou číslo 7. Otázka zněla: „ Máte pocit, že je operační plášť prodyšný?“ Pojmy paropropustnost (diskutovaná v předchozím odstavci) a prodyšnost se často zaměňují, připomeňme zde pro upřesnění, že prodyšností rozumíme množství vzduchu procházejícího textilií při daném tlakovém spádu za jednotku času. Při fyzické zátěži lze značnou část tepla odvést z oděvního systému ventilací, pokud je vnější vzduch chladnější a oděv dostatečně propustný pro vzduch, tj. prodyšný (Hlubočková, 2017, s. 87). Výzkumné šetření z laboratoří nekorespondují s výsledky ze subjektivního šetření. Objektivní výsledky z laboratoří hodnotí nejprodyšnější operační plášť s č. (3) s naměřenou hodnotou $(413,7 \pm 21,3)$ mm/s (operační plášť měřen v kombinaci s jednorázovým oděvem do čistých prostor), v dotazníkovém průzkumu získal ale pouze 40%. Testovaný materiál s č. (2) v subjektivním šetření získal také pouze 40 %, a v objektivním průzkumu dosáhl naměřené hodnoty $(357,8 \pm 8,1)$ mm/s. Podle pocitů respondentů, byl nejprodyšnější testovaný vzorek s č. (1). Z výsledků měřených v laboratořích se jedná naopak o nejméně prodyšný operační materiál s hodnotou $(10,4 \pm 0,4)$ mm/s.

Operační pláště s číslem (2+), (3+), (4+) pro svoji zesílenou vrstvu nelze objektivně vyhodnotit z důvodu malé měřitelné plochy přístroje, viz kapitola 3.6 s. 47 - 48.

Hodnota prodyšnosti základní vrstvy ze 100 % bavlny byla $(306,7 \pm 0,01)$ mm/s, u jednorázového oděvu byla naměřena hodnota $(897,5 \pm 0,01)$ mm/s. Z výsledků vyplývá, že jednorázový oděv je výrazně prodyšnější než 100% bavlna. Při testování základní vrstvy a operačního pláště je z výsledků jasné, že prodyšnější je kombinace operačních pláštů s jednorázovým oděvem do čistých prostor. Pouze u operačního pláště s č. (1) jsou naměřené výsledky rovnocenné u obou základních vrstev, důvodem může být, že operační plášť má menší hodnotu prodyšnosti, a proto se rozdíl neprojevil.

4.1.3 Srovnání hodnocení tepelné izolace ČSN EN ISO 15831 s otázkou číslo 9

Srovnání výsledků tepelné izolace podle normy a dotazníkového průzkumu je jednoznačné. Jediný opakovaně použitelný operační plášť (1) nevykazuje v dotazníkovém průzkumu problém s termofyziologickým hlediskem. Výsledky z laboratoří jsou pro všechny operační pláště okolo $0,26 \text{ m}^2\text{K/W}$. Ze strany termofyziologické nespokojenosti z průzkumného šetření

získal 20 % vzorek s č. (2). Materiály s čísly (2+),(3) hodnocení 40 %. Operační plášť s č. (4+) získal 60%. Největší problém s termofyziologickým aspektem podle perioperačních sester byl u vzorku s č. (3+). Naměřené výsledky mají minimální rozdíl jak u jednoduchých vzorků, tak i u materiálů s výztuží.

Výzkumné šetření dokázalo, že základní vrstva oblečení pod operačním pláštěm nemá vliv na tepelnou izolaci při měření dle ČSN EN ISO 15831.

4.1.4 Porovnání hodnocení bariérových vlastností ČSN EN ISO 811 s otázkou č. 5

Pro srovnání bariérových vlastností byla vybrána průzkumná otázka s č. 5, a objektivní výsledky měřené podle normy ČSN EN ISO 811. Otázka hodnotila vlastnosti předloktí testovaných materiálů. Podle výsledků z laboratoře platí, že čím vyšší naměřená hodnota, tím více cm vodního sloupce může na vzorek tlačit, než kapalina projde a tím je vzorek odolnější vodě. Z toho vyplývá, že takový materiál má obvykle lepší membránu a je tedy „více bariérový“, často to ale naopak přináší zhoršený komfort.

Testování bariérových vlastností proběhlo pouze u operačních plášťů bez základních vrstev. Nejdříve popíšeme a srovnáme výsledky u testovaných vzorků s výztuží, až poté srovnáme výsledky u jednoduchých operačních plášťů. Podle objektivního průzkumu bylo zjištěno, že zesílené pláště vykazují podobné bariérové vlastnosti. Vzorek s č. (2+) vykázal hodnotu odolnosti proti pronikání kapalin ($203,7 \pm 14,4$) cm H₂O a u subjektivního hodnocení získal 80% s pocitem suchého předloktí. Jedná se o shodu v obou průzkumech. Vzorek s č. (3+) měl výsledek ($198,0 \pm 1,0$) cm H₂O. Ze subjektivního šetření bylo vyhodnoceno, že perioperační sestry v 80 % měly pocit vlhkého předloktí a ve 20 % propustil kapaliny. Výsledky nejsou rovnocenné a neodpovídají objektivním naměřeným hodnotám. Kvalitní membránu s bariérou měl testovaný materiál s č. (4+) s výsledkem ($186,3 \pm 9,1$) cm H₂O, podle subjektivního šetření získal 60 % s pocitem suchého předloktí. Nejvyšší bariérové vlastnosti z jednoduchých operačních plášťů má vzorek s č. (3), ($189,0 \pm 19,1$) cm H₂O, které se mohou rovnat výsledkům vyztužených materiálů (pozn., pokud je hodnota větší než 100 cm H₂O, pak vzorek splňuje i požadavky na nadstandardní provedení operačních plášťů). Podle subjektivního hodnocení testovaný vzorek získal hodnocení s pocitem vlhkého předloktí i pocitem propustnosti kapalin. Naopak testované vzorky s č. (1), (2) získaly plný počet s pocitem suchého předloktí. Z objektivního průzkumu bylo zjištěno, že vzorek s č. (2) měl výsledek ($88,7 \pm 6,1$) cm H₂O. a vzorek s č. (1) měl ještě nižší bariérové vlastnosti než předešlé testované vzorky. Naměřená hodnota dosahovala ($78,7 \pm 3,2$) cm H₂O.

Bariérové vlastnosti byly měřeny proto, aby bylo vyváženo i hledisko bezpečnosti, nejen komfortu. Samozřejmě, že čím bude materiál prodyšnější a bude mít menší hodnotu výparného odporu, tím se v něm bude personál cítit lépe, ale tyto vlastnosti jdou na úkor bariérových schopností. Proto je nutné hledat kompromis mezi splněním požadavků na všechny zkoušky potvrzující bezpečnost výrobku a komfortními vlastnostmi.

Ze všech naměřených hodnot a s uvážením výsledků výše uvedených citovaných studií lze vyvodit následující doporučené hodnoty pro dobrý termofyziologický komfort operačních oděvů:

- Výparný odpor R_{et} měřený dle normy ČSN EN ISO 11092 by měl být pro testovaný materiál menší nebo roven $6 \text{ m}^2\text{Pa/W}$.
- Tepelná izolace I_{tr} měřená dle ČSN EN ISO 15831 by měla být pro testovaný materiál menší nebo rovna $0,28 \text{ m}^2\text{K/W}$.

U prodyšnosti se výsledky laboratorního měření a porovnání subjektivního a objektivního hodnocení tak velmi rozcházejí, že není možné z dosažených dat stanovit doporučenou hodnotu.

5 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na bariérové vlastnosti a oděvní komfort operačních pláštů, rozdíl mezi jednorázovým operačním pláštěm a opakovaně použitelným. Oděvní textilie sálového oblečení a operačních pláštů se neustále vyvíjí, snaží se modernizovat v materiálovém složení, které zajistí veškeré základní bezpečnostní vlastnosti, ale i zmiňovaný komfort.

Diplomová práce měla stanovené dva hlavní cíle a tři dílčí cíle. První hlavní cíl je splněn v teoretické části diplomové práce, kde jsou popsány základní pojmy, legislativa a zkoušky týkající se testování operačních oděvů. Druhým hlavním cílem bylo hodnocení komfortu s ohledem na bariérové vlastnosti u jednotlivých typů operačního oděvu, a to jak z objektivního, tak ze subjektivního hlediska, které je podrobně popsáno v praktické části diplomové práce.

Za přínos diplomové práce považuji získání nových znalostí v dané problematice, a možnosti testování operačních pláštů z různého materiálového složení během operačních výkonů.

Limity diplomové práce byly v získání testovaného materiálu. Po oslovení 6 dodavatelů na českém trhu se dobrovolně zúčastnili průzkumného šetření pouze 4 dodavatelé. Jeden z hlavních důvodů odmítnutí byla finanční zátěž pro firmu. Maximální limit pro poskytnutí chirurgických operačních pláštů bez finančního zatížení bylo 10 ks., proto nebylo možné navýšit počet respondentů na minimální počet kvantitativního průzkumu. Můžeme konstatovat, že diplomová práce je pouze v základní fázi průzkumného šetření. Bylo by vhodné v průzkumné části pokračovat s rozšířením zkoumaného materiálu, a navýšení respondentů pro získání více relevantních výsledků.

6 POUŽITÁ LITERATURA

ČSN EN 13795+A1,A2. *Operační roušky, pláště a operační oděvy do čistých prostor, používané jako zdravotnické prostředky pro pacienty, nemocniční personál a zařízení – Obecné požadavky na výrobce, zpracovatele a výrobky, metody zkoušení, požadavky na provedení a úroveň provedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019. 33 s. Třídící znak 85 5810.

ČSN EN ISO 11092. *Textilie – Fyziologické účinky – Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek (zkouška pomocí vyhřívané desky simulující efekt pocení)*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015. 20s. Třídící znak 80 0819.

ČSN EN ISO 15831. *Oděvy – Fyziologické účinky – Měření tepelné izolace pomocí tepelné figuríny*. Praha: Český normalizační institut, 2004. 16 s. Třídící znak 82 741.

ČSN EN ISO 811. *Textilie – Stanovení odolnosti proti pronikání vody – Zkouška tlakem vody*. Praha: Český normalizační institut, 2018. 12 s. Třídící znak 80 0818.

ČSN EN ISO 9237. *Textilie – Zajišťování prodyšnosti plošných textilií*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 12s. Třídící znak 80 0817.

HEDVA, a.s. *Návod k použití UNICHORN operační plášť*. Česká republika, Moravská Třebová 2016, s. 5.

HES, Luboš, Petr SLUKA. *Úvod do komfortu textilií*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN: 80-7083-926-0.

KOVAČIČ, Vladimír. *Kapitoly z textilního zkušebnictví*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN: 80-7083-823-X.

PODSTATOVÁ, H. *Základy epidemiologie a hygieny*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-597-0.

RUBINA, Aleš. *Optimalizace distribuce vzduchu v prostorách s vysokými nároky na čistotu prostředí*. Brno: Vutium, 2011. ISBN: 978-80-214-4235-1.

RUBINA, Aleš. *Vzduchotechnické systémy pro čisté prostory operačních sál 2*. Brno: Společnost pro techniku prostředí, 2008. ISBN: 978-80-02-02065-3.

STREITOVÁ, D. et kol. *Pracovní sešit pro školení v rámci adaptačního procesu pro perioperační sestry na Centrálních operačních sálech FNO*. Ostrava: COS Fakultní nemocnice Ostrava, 2017. ISBN 978 – 80 -88159-73- 5.

TNI CEN/TR 16422. *Klasifikace termoregulačních vlastností*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. 30s. Třídící znak 80 0082.

WICHISOVÁ, Jana, Renata POKORNÁ, a kol.: *Sestra a perioperační péče*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2013. ISBN: 978-80-247-3754-6.

AKADEMICKÉ PRÁCE

DOSTÁLOVÁ, Bohumila. *Studie možností využití manekýnů ve fyziologickém experimentu*. Liberec, 2006. 70 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Andrea Halasová, Ph.D.

HLUBUČKOVÁ. Lucie. *Klamné informace o paropropustnosti o polopropustnosti outdoorových výrobků textilního marketingu*. Liberec, 2017. 87 s. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Vedoucí práce prof. Ing. Luboš Hes, DrSc., Dr.h.c.

HRUBÁ, Květa. *Chirurgické oděvy do čistého prostředí*. Liberec, 2009. 179 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Petra Komárková, Ph.D.

ŠTĚCHOVÁ, K. *Nakládání s odpady ve zdravotnictví*. Praha, 2019. 179 s. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Jan Havlík, Ph.D.

ZAKLOVÁ, Ladislava. *Studie funkčnosti bariérových textilií u oděvů pro operační sály a čistá prostředí*. Liberec, 2008. 103 s. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní. Vedoucí práce Ing. Blažena Musilová.

ŽÁKOVÁ, Monika. *Tepelný komfort a jeho stanovení*. Brno, 2015. 93 s. Diplomová práce. Ústav Biomedicínského inženýrství. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Vedoucí práce MUDr. Zuzana Nováková, Ph.D.

INTERNETOVÉ ZDROJE

BOGDAN, Anna. et al. *Assessment of textiles for use in operating theatres with respect to the thermal comfort of surgeons*. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. [online]. 3/2011, p. 65 – 69. [cit.: 2020-05-30]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/235606330_Assessment_of_Textiles_for_Use_in_Operating_Theatres_with_Respect_to_the_Thermal_Comfort_of_Surgeons

ČESKO. *Zákon č. 306 ze dne 24. září 2012 Vyhláška o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče. Příloha č. 5*. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012, částka 109, s. 3984. Dostupný také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-306>

ERYURUK, S.H. et al. *Thermal comfort properties of nonwoven fabrics used in surgical gowns*. IOP Publishing: [online].12/2018, p. 1 – 6. [cit.: 2020-05-30]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/329486039_Thermal_comfort_properties_of_nonwoven_fabrics_used_in_surgical_gowns

KAZIMOUR, Ivan. *Historie ošetrovatelství*. Vydal: Martin Koláček- E- knihy 2017. ISBN: 978-80-7512-758-7

PAMUK¹, Oktay. et al. *The thermal comfort properties of reusable and disposable surgical gown fabrics*. Textile Engineering department, Ege University, Turkey: Research Gate. [online]. 7/2008, p. 24 – 30 [cit.: 2020-05-30]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/289912042_The_thermal_comfort_properties_of_reusable_and_disposable_surgical_gown_fabrics

PAMUK², Oktay. et al. *An investigation on the comfort properties for different disposable surgical gowns by using thermal manikin*. *Tekstil ve Konfeksiyon*: [online]. 3 /2008, p. 236 –239. [cit.: 2020-05-30]. Dostupné z:https://www.researchgate.net/publication/286745344_An_investigation_on_the_comfort_properties_for_different_disposable_surgical_gowns_by_using_thermal_manikin

WANG, Faming, Chuansi GAO. *Protective Clothing managing thermal stress*. Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute. UK of Great Britain, 2014. ISBN 978-1-78242-032-3

7 PŘÍLOHY

Příloha A – <i>Dotazník</i> (Kobzová, 2020).....	82
Příloha B - <i>Výsledky z dotazníkového šetření</i> (Kobzová, 2020).....	84
Příloha C - <i>Výdej tělesného tepla</i> (Žáková, 2015, s. 14).....	87
Příloha D - <i>Teplota těla u neoblečeného člověka</i> (Žáková, 2015, s. 10).....	87
Příloha E - <i>Schématické uspořádání částí těla figuríny</i> (ČSN EN ISO 15831, s. 8).....	88

Dotazník týkající se materiálových a konstrukčních vlastností textilií používaných na operačních sálech a jejich vliv na bariérové vlastnosti a komfort

Dobrý den,

Jmenuji se Petra Kobzová a jsem studentkou 2. ročníku kombinované formy studia navazujícího magisterského studijního programu Specializace ve zdravotnictví, obor Perioperační péče na Fakultě zdravotnických studií univerzity Pardubice. Obracím se na Vás s prosbou o vyplnění dotazníku, zabývající se operačních pláštů a jejich vliv na bariérové vlastnosti a komfort.

Dotazník je dobrovolný a anonymní. Zjištěné informace budou využity pouze za účelem zpracování mé diplomové práce a zpětné odezvy firmám, které poskytly k průzkumu operační pláště zdarma. Prosím zakroužkujte pouze jednu odpověď.

Děkuji za Váš čas,

Bc. Petra Kobzová, Dis.

St57314@student.upce.cz

1. Vyhovuje Vám velikost operačního pláště?
 - b) Ano
 - c) Ne

2. Jak na Vás působí provedení operačního pláště? (zvolený střih, způsob zavazování, délka, hmotnost, operačního pláště)
 - a) Výborný
 - b) Vyhovující
 - c) Dobrý
 - d) Nevyhovující
 - e) Nedostatečný

3. Vyhovuje Vám struktura operačního pláště? (struktura materiálu)
 - a) Vyhovuje
 - b) Nevyhovuje, hrubá struktura pláště
 - c) Nevyhovuje, hladká struktura pláště

4. Jak Vám vyhovují manžety rukávu na operačním plášti?
 - a) Výborný
 - b) Vyhovující
 - c) Nepřízpůsobivý tvar
 - d) Volná manžeta

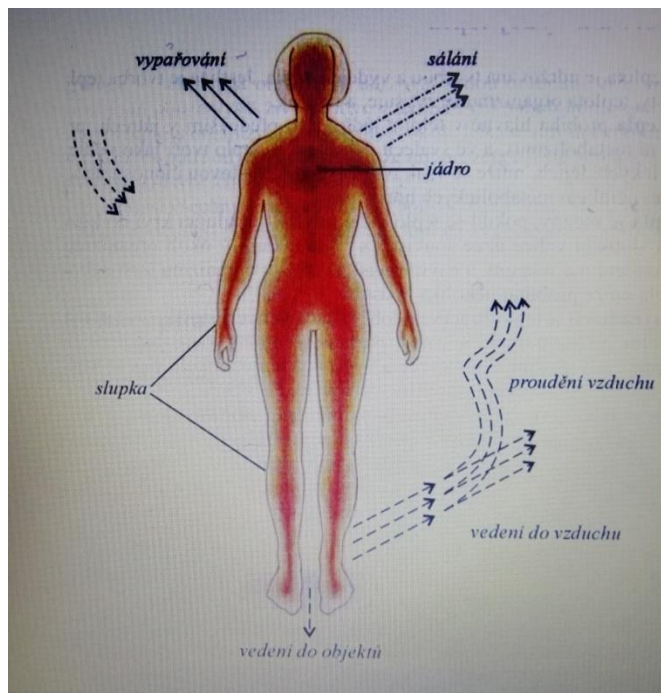
- e) Těsné provedení manžety
 - f) Škrčení
 - g) Jiné
5. Jaký máte pocit z oblasti předloktí operačního pláště během operačního výkonu?
- a) Suché předloktí
 - b) Vlhké předloktí
 - c) Pocit, že operační plášť propustil kapaliny
6. Jaký máte pocit z operačního pláště při styku s pokožkou? Operační plášť je....
- a) Příjemný
 - b) Nepříjemný „dráždivý pocit“
 - c) Nepříjemný „kousavý pocit“
 - d) Nepříjemný „škrábavý pocit“
7. Máte dojem, že je operační plášť prodyšný?
- a) Ano
 - b) Ne
8. Potíte se v operačním plášti?
- a) Ano
 - b) Ne
9. Nevyhovovalo Vám něco na operačním plášti při operaci?
- a) Ne
 - b) Akustický vjem (operační plášť šustil, rušil při pohybu)
 - c) Termofyziologický aspekt (pocit horka, atd..)
 - d) Optický vjem (barva lemu, atd..)
 - e) Hygienický aspekt (pocit, že hygienická bariera byla narušena, vlhkost, atd...)
 - f) Jiné
10. Jakou známkou ohodnotíte operační plášť při operaci? Použijte známkování jako ve škole (1 – výborný, 5 – nedostatečný)
- a) 1
 - b) 2
 - c) 3
 - d) 4
 - e) 5

1. Vyhovuje Vám velikost operačního pláště?						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Ano</i>	5	2	1	2	4	3
<i>Ne</i>	-	3	4	3	1	2
2. Jak na Vás působí provedení operačního pláště? (zvolený střih, způsob zavazování, délka, hmotnost operačního pláště)						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Výborný</i>	3	1	-	-	3	-
<i>Vyhovující</i>	1	3	3	3	1	3
<i>Dobrý</i>	1	1	-	2	1	2
<i>Nevyhovující</i>	-	-	2	-	-	-
<i>Nedostatečný</i>	-	-	-	-	-	-
3. Vyhovuje Vám struktura operačního pláště?						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Vyhovuje</i>	5	5	3	5	4	4
<i>Ne/hrubá</i>	-	-	1	-	1	1
<i>Ne/hladká</i>	-	-	1	-	-	-
4. Jak Vám vyhovují manžety rukávu na operačním plášti?						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Výborný</i>	4	1	1	-	-	1
<i>Vyhovující</i>	1	4	3	4	5	4
<i>Nepřizpůsob.</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Volná manž.</i>	-	-	1	1	-	-

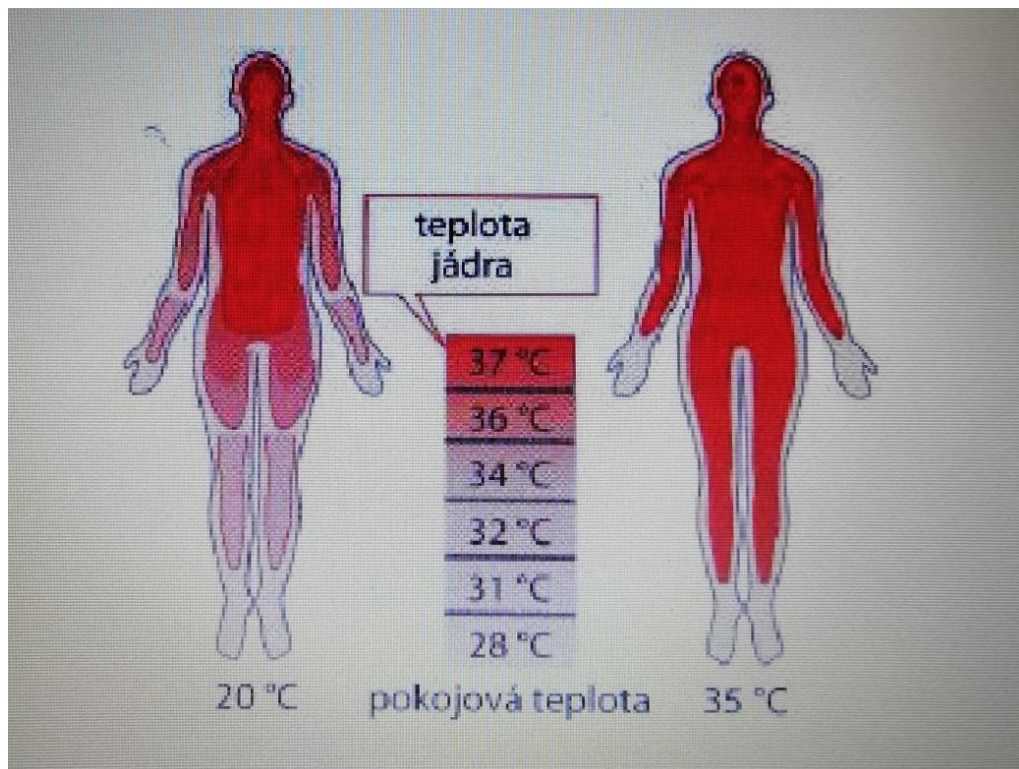
<i>Těsná manž.</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Škrce ní</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Jiné</i>	-	-	-	-	-	-
5. Jaký máte pocit z oblasti předloktí operačního pláště během operačního výkonu?						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Suché před.</i>	5	5	4	1	1	3
<i>Vlhké před.</i>	-	-	-	2	4	2
<i>Propustil kap.</i>	-	-	1	2	-	-
6. Jaký máte pocit z operačního pláště při styku s pokožkou?						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Příjemný</i>	5	4	4	5	4	4
<i>„Dráždivý“</i>	-	-	-	-	-	-
<i>„Kousavý“</i>	-	-	1	-	-	-
<i>„Škrábavý“</i>	-	1	-	-	1	1
7. Máte dojem, že je operační plášť prodyšný?						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Ano</i>	5	4	2	2	2	1
<i>Ne</i>	-	1	3	3	3	4
8. Potíte se v operačním plášti?						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Ano</i>	-	2	3	4	4	3
<i>Ne</i>	5	3	2	1	1	2
9. Nevyhovovalo Vám něco na operačním plášti při operaci?						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+

<i>Ne</i>	5	4	2	-	1	2
<i>Akustický</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Termofyzi.</i>	-	1	2	2	4	3
<i>Optický</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Hygienický</i>	-	-	1	3	-	-
<i>Jiné</i>	-	-	-	-	-	-
10. Jakou známkou hodnotíte operační plášť při operaci? (Použijte známkování jako ve škole 1 – výborný, 5 – nedostatečný).						
Odpovědi	OP 1	OP 2	OP 2+	OP 3	OP 3+	OP 4+
<i>Známka 1</i>	5	2	1	-	1	1
<i>Známka 2</i>	-	2	1	-	3	1
<i>Známka 3</i>	-	1	1	3	-	3
<i>Známka 4</i>	-	-	2	2	-	-
<i>Známka 5</i>	-	-	-	-	1	-

Příloha C – Výdej tělesného tepla (Žáková, 2015, s. 14).



Příloha D – Teplota těla u neoblečeného člověka (Žáková, 2015, s. 10).



Příloha E – Schématické uspořádání částí těla figuríny (ČSN EN ISO 15831, s. 8).

