



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra biomedicínské techniky

Název diplomové práce:

Zhodnocení efektivity sterilizace ventilačních okruhů v nemocnici

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví

Autor diplomové práce: Bc. Lucie Benešová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Silvie Jeřábková, MSc.

Kladno 2016

Zadání práce

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství

Katedra biomedicínské techniky

Akademický rok: 2015/2016

Zadání diplomové práce

Student: **Lucie Benešová**
Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví
Téma: **Zhodnocení efektivity sterilizace ventilačních okruhů v nemocnici**
Téma anglicky: Effectivity Assessment of Breathing Circuits Sterilization in a Hospital

Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce je porovnat nákladovou efektivitu při sterilizaci ventilačních okruhů a při použití jednorázových ventilačních okruhů. Studujte možnost náhrady nejčastěji používaných resterilizovatelných ventilačních okruhů na operačních sálech za jednorázové. Navrhněte úsporná opatření v rámci sterilizace ventilačních okruhů v nemocnici. Vyčíslete náklady na sterilizaci, náklady uvažujte na jeden cyklus sterilizace prostředku a porovnejte s hodnotami u jednorázového. Proveďte analýzu trhu s resterilizovatelnými zdravotnickými prostředky v ČR. Zhodnoťte bezpečnost použití jednorázových prostředků ve srovnání s resterilizovatelnými. Vytvořte model představující efektivní rozvržení jednorázových a resterilizovatelných ventilačních okruhů.

Seznam odborné literatury:

[1] Zlámal, J., Bellová J., *Ekonomika zdravotnictví*, ed. -, -, 2005, ISBN 80-7013-429-1

Vedoucí: Ing. Silvie Jeřábková, MSc.

Zadání platné do: 20.08.2017

.....
vedoucí katedry / pracoviště

.....
děkan

V Kladně dne 12.05.2016

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Zhodnocení efektivity sterilizace ventilačních okruhů v nemocnici“ vypracoval/a samostatně. Veškerou použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Kladně 20.5.2015

.....

Bc. Lucie Benešová

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Silvii Jeřábkové, MSc. za odborné vedení a cenné rady při tvoření této práce. Zároveň bych ráda poděkovala Ing. Jitce Hiršové za pomoc při získávání dat a všem zaměstnancům Nemocnice Jihlava, p.o. za jejich ochotu a vstřícnost, bez které by práce nemohla být realizována.

Název diplomové práce:

Zhodnocení efektivity sterilizace ventilačních okruhů v nemocnici

Abstrakt:

Práce mapuje nákladovou efektivitu sterilizace anesteziologických ventilačních okruhů a porovnává ji s náklady při použití jednorázových. Zjišťuje současný stav sterilizace okruhů v ČR i ve světě, sleduje materiály, ze kterých jsou ventilační okruhy vyrobeny. Dále poukazuje na problematiku výměn těchto okruhů na operačních sálech a s tím související bakteriální kontaminaci okruhů. V praktické části porovnává náklady při sterilizaci okruhů v konkrétní nemocnici a porovnává je s používáním jednorázových. Součástí práce jsou modely představující možnosti rozvržení použití ventilačních okruhů v nemocnici. Jednotlivé varianty a jejich položky jsou pak sledovány na úrovni nákladových účtů anesteziologicko-resuscitačního oddělení. Další součástí práce je dotazník zjišťující zvyky ohledně výměn okruhů v nemocnicích v České republice. Celé zkoumání objevilo několik nedostatků, a to od četností výměn, rizik v dlouhodobém používání okruhů až po nedostatečnou funkci antibakteriálních filtrů.

Klíčová slova:

Ventilační okruh, sterilizace, náklady, efektivita, bakteriální kontaminace

Master's Thesis title:

Effectivity Assessment of Breathing Circuits Sterilization in a Hospital

Abstract:

The thesis maps the effectivity of sterilization of the anaesthesiological breathing circuits. It looks into the current state of sterilization of the breathing circuits in the Czech Republic and in the world. It also examines the materials which the circuits are made of. Furthermore, it points to the problems with changing of these circuits in operating theatres and their bacterial contamination. In practical part, the cost of the sterilization of the breathing circuits in a particular hospital is compared with one-use circuits. The other part of this thesis deals with models introducing various possibilities for organizing the breathing circuits in a hospital. Individual possibilities are monitored through the cost accounts of anaesthesiology and resuscitation department. Next part of the thesis is a questionnaire researching breathing circuits changing habits in hospitals in the Czech Republic. During the research, many demerits were found, such as the frequency of changing the breathing circuits, risks of using breathing circuits for a long time and the insufficient function of the antibacterial filters.

Key words: Breathing circuit, sterilization, costs, effectivity, bacterial contamination

Obsah

Seznam symbolů a zkratk	9
1 Úvod	12
2 Současný stav	13
2.1 Sterilizace a desinfekce	13
2.1.1 Předsterilizační příprava	13
2.1.2 Sterilizační přístroje a média	13
2.1.3 Desinfekce	15
2.2 Anestetický přístroj	15
2.3 Anesteziologický ventilační okruh	16
2.4 Sterilizace ventilačních okruhů v USA	17
2.5 Sterilizace ventilačních okruhů v Evropě	17
2.5.1 Velká Británie	18
2.5.2 Česká republika	18
2.6 Bakteriologická a finanční stránka ventilačních okruhů	19
2.6.1 Kanada	19
2.6.2 Německo	21
2.6.3 Austrálie	22
2.6.4 USA	23
2.7 Materiály pro ventilační okruhy	24
3 Metody	26
3.1 Dotazníkové šetření	26
3.2 Vyčíslení práce na jeden cyklus sterilizace	26
3.3 Vytvoření variant rozvržení okruhů	26
3.4 Komparace nákladových účtů	26
3.5 Analýza nákladové efektivity – cost effectiveness analysis (CEA)	27
4 Výsledky	28
4.1 Výsledky dotazníkového šetření a analýza trhu	28
4.1.1 Otázky 1 – 4	28
4.1.2 Otázka 5	30
4.1.3 Otázka 6	30

4.1.4	Otázka 7.....	31
4.1.5	Otázka 8.....	32
4.1.6	Otázka 9.....	33
4.1.7	Otázka 10.....	34
4.2	Vyjádření nákladů na jeden cyklus sterilizace	34
4.3	Porovnání jednorázového a resterilizovatelného materiálu	36
4.4	Vytvoření jednotlivých modelů.....	39
4.4.1	Varianta 1	40
4.4.2	Varianta 2	41
4.4.3	Varianta 3	41
4.4.4	Varianta 4	42
4.4.5	Varianta 5	43
4.4.6	Varianta 6	43
4.4.7	Varianta 7	44
4.4.8	Varianta 8	45
4.4.9	Varianta 9	45
4.5	Komparace nákladových účtů	46
4.6	Průzkum trhu	49
4.7	Analýza nákladové efektivity.....	49
4.7.1	Kontaminace anesteziologických ventilačních okruhů	50
4.7.2	Provedení analýzy nákladové efektivity	50
5	Diskuse.....	53
6	Závěr.....	57
	Seznam použité literatury	58
	Seznam obrázků	62
	Seznam tabulek	63
	Seznam příloh.....	64

Seznam symbolů a zkratek

AAGBI	Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland
AVO	Anesteziologický ventilační okruh
A.M.I.	Analytical Medical Instruments
ARO	Anesteziologicko-resuscitační oddělení
AS/NZS	Australian/New zealand Standards
ASA	American society of anesthesiologists
AUD	Australský dolar
BD	Bowie-Dick test
CA	Celková anestezie
CEA	Cost Effectiveness analysis/analýza nákladové efektivity
CDC	Centers for disease control and prevention
C₂H₄O₃	Kyselina peroctová
ClO₂	Oxid chloričitý
CO₂	Oxid uhličitý
CS	Centrální sterilizace
CT	Computed Tomography/výpočetní tomografie
COS	Centrální operační sály
ČSARIM	Česká společnost anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie & Intensivmedizin
E	Energie
EO	Etylen oxid
EU	Evropská unie
EPI	Epidemiologický režim
EVA	Etylen vinyl acetát
EVAC	Kopolymerní etylen vinyl acetát
FDA	Food and Drug Administration

FD	Formaldehyd
JVO	Jednorázový ventilační okruh
HDPE	High Density Polyethylene/polyetylen s vysokou hustotou
HME	Heat and Moisture Exchanger
H₂O₂	Peroxid vodíku
ISO	International Organization of Standardization
MHRA	Medicines and healthcare products regulátory agency
MPV	Microbial penetration value
NaOH	Hydroxid sodný
NO	Náklady na odpad
MZČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
ORL	Otorinolaryngologie
PBT	Polybutylen-tereftalát
PE	Polyetylen
PEG	Polyeter-glykol
PHV	Proudící horký vzduch
p.o.	Příspěvková organizace
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinylchlorid
RVO	Resterilizovatelný ventilační okruh
SAK	Spojená akreditační komise
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
SZM	Spotřební zdravotnický materiál
TPCE	Termoplastický kopolyesterní elamstomer
TPE	Termoplastický elastomer
USA	United States of America/Spojené státy
UK	United Kingdom/Spojené království
USD	Americký dolar

VBM	Volker Bertram Medizintechnik
VO	Ventilační okruh
VT	vlhké teplo

1 Úvod

Ventilační okruhy jsou v nemocnici běžně používány na odděleních intenzivní a anesteziologicko-resuscitační péče. Okruhy mohou být děleny podle jednorázového a opakovaného použití. S jednorázovými ventilačními okruhy se v současné době nejčastěji setkáváme na lůžkových intenzivních a resuscitačních odděleních. Jejich užití je z důvodu časté infekčnosti pacientů na zmíněných odděleních. Pro lepší manipulaci s takto infekčním materiálem je vhodnější použití pouze jednorázových. Okruhy, které je možné sterilizovat, se častěji vyskytují na operačních sálech. Zároveň není výjimkou použití jejich jednorázové varianty. Jelikož je cílem porovnání nákladů sterilizace ventilačních okruhů s cenou jednorázových, je tato práce zaměřena pouze na anesteziologické ventilační okruhy. Pro realizaci výpočtů byla navázána spolupráce s Nemocnicí Jihlava p.o..

V nemocnici Jihlava byly do léta roku 2015 používány okruhy na operačních sálech v obou možných variantách. Při sběru dat, který probíhal od května 2015 do prosince 2015, došlo na anesteziologickém oddělení k několika změnám, které vedly ke konečnému rozhodnutí o přechodu pouze na jednorázové anesteziologické ventilační okruhy. Posun byl způsoben ukončením dodávky ventilačních okruhů z materiálu Hytrel dodavatelem. Vzhledem ke špatným zkušenostem anesteziologů se silikonovými okruhy, které byly další variantou pro možnost využití v rámci sterilizace, bylo oddělení nuceno přejít k používání jednorázových ventilačních okruhů z PVC. Tento fakt byl pro vypracování přínosem, neboť nám byla poskytnuta data jak z doby před rokem 2015, kdy byly pro anestezie zařazeny resterilizovatelné okruhy, tak i ze současnosti, kdy v nemocnici používají pro anestezie pouze jednorázové ventilační okruhy.

Sběr dat byl proveden pomocí rozhovorů s vrchní sestrou anesteziologicko-resuscitačního oddělení (ARO), vrchní sestrou centrální sterilizace, technikem nemocnice spravujícím nemocniční sterilizátory, hlavní účetní nemocnice a s ekonomickým náměstkem nemocnice. Pro zmapování procesu sterilizace a možnosti jeho vyčíslení z hlediska nákladů byla domluvena exkurze na oddělení centrální sterilizace. Další sběr dat proběhl pomocí dotazníkového šetření, které zjišťovalo současnou situaci v používání ventilačních okruhů při anestezích v České republice. V práci jsou vytvořeny modely rozvržení použití ventilačních okruhů na operačních sálech v nemocnici a zároveň jsou vyčísleny jejich ceny pro porovnání se současným rozmístěním okruhů. Dále bylo součástí práce z hlediska bezpečnosti okruhů zaměření se na problematiku bakteriální kontaminace ventilačních okruhů po jejich dlouhodobém užívání.

2 Současný stav

2.1 Sterilizace a desinfekce

Sterilizace a desinfekce nástrojů je nedílnou součástí ošetrovatelské a nemocniční péče. Nákladovost sterilizace a desinfekce je vysoká, a proto se vyskytují možnosti a náměty jak tuto cenu snížit. V roce 2011 MHRA ve Velké Británii upozornila na případ pacienta, který zemřel na sepsi způsobenou infikovanou laryngoskopickou lžicí. Tento případ dále poukazuje na závažnost a důležitost kvalitního procesu sterilizace v nemocnicích. Klasifikace rizik vzniku infekce se ve zdravotnických zařízeních rozděluje na tři stupně v závislosti náchylnosti k přenosu infekce [1].

Tato klasifikace ovlivňuje volbu mezi jednorázovým použitím a opakovaným. Dále s tímto rozdělením souvisí i následný postup dekontaminace. Kategorie byly zvoleny podle invazivnosti zdravotnických prostředků při běžném používání.

První kategorií jsou položky s nízkým vznikem rizika. Jedná se o pomůcky, které přijdou do kontaktu s neporušenou kůží. Jako příklad můžeme uvést fonendoskop, či manžetu tonometru. Pro očištění těchto zdravotnických prostředků používáme desinfekci o nízké úrovni, která pro očistu vystačí.

Pomůcky se středně vysokým rizikem jsou prostředky, které přichází do kontaktu se sliznicí nebo porušenou kůží. Do této kategorie spadají zdravotnické prostředky, které mohou být snadno náchylné ke kontaminaci. Po použití se tento typ prostředků čistí a dále desinfikuje vyšším stupněm desinfekce [2].

Jako poslední jsou uváděny kritické položky. Rozumí se tak pomůcky s vysokým rizikem vzniku infekce. Jedná se o potřeby, které pronikají tkání a v době použití musí být sterilní [3].

2.1.1 Předsterilizační příprava

Předsterilizační přípravou se rozumí dekontaminace, ruční nebo strojní mytí zdravotnického prostředku, oplachování, eventuálně čištění ultrazvukem a sušení. Dále je důležitá kontrola nástroje, zda nedošlo k jeho poškození. V závěru předsterilizační přípravy je zdravotnický prostředek zabalen do sterilizačního obalu. Obaly jsou buď jednorázové (papír, folie, tyvek, polyamid, polypropylen), nebo opakovaně užívané (kazety, kontejnery). Takto zabalené prostředky jsou připravené pro samotnou sterilizaci. Pečlivost očištění je v této fázi základem správně provedené sterilizace materiálu [4].

2.1.2 Sterilizační přístroje a média

Techniku užívanou pro sterilizaci je pro její správný chod pravidelně kontrolovat a kalibrovat. Pro předpokládaný úspěch je důležité provádění průběžných servisních kontrol. Sterilizační média můžeme rozdělit do tří skupin, a to sterilizaci vlhkým teplem, nízkoteplotní sterilizaci a sterilizace proudícím horkým vzduchem [4].

2.1.2.1 Sterilizace vlhkým teplem

Sterilizačním médiem je zde vlhká pára, která se používá při sterilizaci materiálů odolných vysokým teplotám. Sterilizaci vlhkým teplem můžeme použít i u nebalených nástrojů. Kvalita procesu je dána jakostí páry. Mokrý pára je směsí páry a kapaliny o stejné teplotě. Směs nemá sterilizační účinek. Nasycená pára je „*pára, jejíž teplota odpovídá při stávajícím tlaku křivce sytosti*“ [4]. Takto připravená pára má sterilizační účinek a vyžaduje zvláštní úpravu vody. Posledním typem páry je přehřátá pára. Jedná se o takovou teplotu páry, která je vyšší než „*teplota odpovídající křivce sytosti*“. Při sterilizaci vlhkým vzduchem je rozmezí teplot mezi 121 – 134 °C [4]. Běžný cyklus zahrnuje expozici materiálu o teplotě 121°C po dobu 15 minut, nebo 134°C na 3 minuty [1].

2.1.2.2 Sterilizace proudícím horkým vzduchem

Sterilizace proudícím horkým vzduchem je vhodná pro materiály ze skla, porcelánu, kovu, keramiky nebo kameniny. Jde o suchou sterilizaci, jejímž médiem je proudící horký vzduch. Tento proces probíhá v zařízeních s funkcí cirkulace vzduchu. Výška teploty vzduchu je závislá na době sterilizačního procesu. Při 160°C je nutná doba sterilizace 60 minut. 170°C vyžaduje 30 minut a při 180°C je sterilizace dosaženo již po 20 minutách. Otevření přístroje je možné až po ochlazení na 80°C [4]. Pro zdravotnický materiál se sterilizace proudícím vzduchem nedoporučuje, neboť je obtížné spolehlivě kontrolovat proces [1].

2.1.2.3 Nízkoteplotní sterilizace

Nízkoteplotní sterilizace je vhodná pro materiály, jejichž struktura může být vysokou teplotou narušena. V závislosti na materiálu volíme rozdílná média. Při sterilizaci plazmou je médiem 58% H₂O₂, ze kterého se při vysokém podtlaku uvolňují volné radikály s jejich sterilizační vlastností. Suchý proces působí povrchově a není vhodný pro celulózní a porézní materiály [4]. Teplota 75 minutového cyklu se pohybuje v rozmezí 34-45°C. Při nízkoteplotní sterilizaci nevznikají toxické emise, ale prostředky takto sterilizované potřebují speciální balení [1].

Dalším médiem nízkoteplotní sterilizace je formaldehyd. Vzhledem k jeho toxicitě je nutná minimálně každoroční kontrola prostředí. Formaldehyd má velice nízký průnik do materiálu, proto se používá především na povrchovou sterilizaci. Jedná se o mokrý proces [4]. Podstatou tohoto postupu je působení vodní páry a formaldehydu při teplotě 60-80°C za nízkého tlaku. Účinkem formaldehydu je interakce s mikroorganismy a jejich redukce způsobená reakcí formaldehydu s bílkovinami a nukleovými kyselinami. V první fázi průběhu cyklu dochází ke snížení tlaku na 20 kPa. Poté následuje vzestup teploty na požadovaných 60 - 80°C. Dalšími fázemi je napouštění formalinu, samotná sterilizace, opakované proplachování párou pro odstranění formaldehydu ze zdravotnického prostředku, sušení a v závěru cyklu opakované čištění vzduchem. Při sterilizaci formaldehydem zůstává na povrchu materiálu reziduum s nízkou toxicitou. Výhodou je okamžitá možnost použití materiálu po sterilizaci. U tohoto typu sterilizace se nevyžaduje odvětrávání materiálu [5].

Posledním typem mokré nízkoteplotní sterilizace je sterilizace ethylenoxidem, nebo etoxenem (kombinace čistého ethylenoxidu a CO₂). Kvůli vysoké toxicitě a pronikání ethylenoxidu je potřebné dlouhé odvětrávání vysterilizovaného prostředku a kontrola pracovního prostředí [4].

2.1.3 Desinfekce

Desinfekce je proces, při kterém se zbavujeme většiny choroboplodných zárodků. Při této technice nemusí dojít ke zničení spór, mykobakterií, kryptosporodií a virů. záleží na výběru postupu. Možností desinfekce je několik [3]. Desinfekce nástrojů užívaných ve zdravotnických zařízeních a ústavech sociální péče je dána národním standardem VARIA/15. Vyhláška MZ ČR č.306/2012 je dokument zabývající se prevencí vzniku a šíření infekčních chorob. Dále jsou v ní uvedeny požadavky na provoz ústavů sociálních zařízení a zařízení poskytující zdravotnické služby [4].

2.1.3.1 Termální desinfekce

Termální desinfekce je kombinací horké vody, mechanického čištění a teplé desinfekce. Principem je propláchnutí studenou vodou a mytí teplou vodou s čisticím prostředkem, po kterém následuje desinfekce horkou vodou. Pro zajištění správné desinfekce je potřeba teplota vody vyšší než 65°C. Mycí cykly se tak musí pohybovat v rozmezí 70°C po dobu 100 minut a 90°C na 1 minutu. Termální desinfekce je vhodná pro materiál, který vydrží vystavení vlhkému teplu. Pro pasterizaci se využívá nasycená pára a atmosférický tlak při teplotě 75°C po dobu 10 až 30 minut. Tento postup je nevhodný pro mastné přípravky [2].

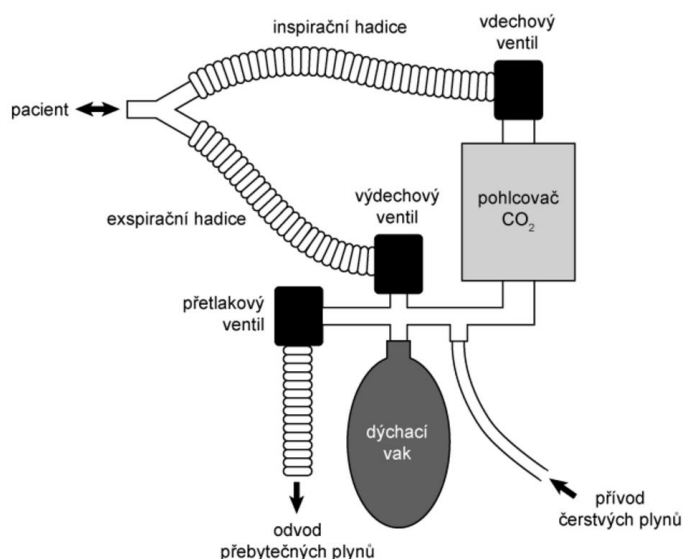
2.1.3.2 Chemická desinfekce

Chemická desinfekce je alternativním způsobem dekontaminace zařízení citlivého na teplo. Její nevýhodou je potenciální toxicita, žíravost, nebo hořlavost. Chemickou desinfekci můžeme rozdělit na desinfekci nízké a vysoké úrovně podle použitých desinfekčních prostředků. Prostředky nízko-úrovňové desinfekce jsou 70% alkohol, chlorhexidin, jodofor a chlornan sodný. Uvedené látky umí zničit bakterie a obalené viry, ale mykobakterie, endospory a neobalené viry jsou vůči ní odolné. Přípravky pro vysoko-úrovňovou desinfekci jsou aldehydy, peroxid vodíku, kyselina peroctová ($C_2H_4O_3$), oxid chloričitý (ClO_2). Pomocí této techniky dochází ke zničení bakterií, virů a hub. Delší expozice vede ke zničení bakteriálních spor, proto může být použita i pro sterilizaci [2].

2.2 Anestetický přístroj

Anestetický přístroj je používán v nemocnicích pro podávání inhalačních anestetik a obsahuje několik částí. Těmi jsou zdroj medicínálních plynů, dávkovače plynů, odpařovače, směšovače a další přídatná zařízení. Přístroj je s dýchacími cestami pacienta spojen dýchacím systémem. Tento systém může být dělen podle několika konstrukčních variant a podle proudícího směru plynů. Dále ho můžeme rozlišovat podle zpětného vdechování. To umožňuje opětovné vdechnutí vydechnuté směsi pacientem, což má za následek zvyšování CO_2 v inspirační směsi. Na základě úrovně zpětného vdechování, umístění zásobního vaku a pohlčovače dělíme dýchací systémy na otevřené, polootevřené, polozavřené a zavřené. Dýchací systémy jsou děleny podle zpětného vdechování na systémy bez zpětného vdechování, s částečným zpětným vdechováním a s úplným zpětným vdechováním. Pokud ventilujeme pacienta systémem zpětného vdechování, musí být součástí soustavy pohlčovač CO_2 . Jedná se o nádobu ve tvaru válce, která je vyplněna vápennou směsí. Při průchodu CO_2 pohlčovačem

dojde k jeho rozpuštění ve vodě a vzniku kyseliny uhličité, po jejíž reakci s vápennou směsí vznikne teplo a voda [33].



Obrázek 1: Stručné schéma anesteziologického přístroje [34]

2.3 Anesteziologický ventilační okruh

Anesteziologický ventilační okruh (AVO) je systém hadic propojených do pomyslného „kruhu“. Okruh rozdělujeme na inspirační a expirační části, které jsou od sebe odděleny jednocestnými ventily. Toto rozdělení umožňuje částečné nebo úplné zpětné vdechování vydechovaného vzduchu, čímž se snižuje spotřeba anestetik a udržuje se teplota a vlhkost vzduchu [3,6]. Dýchací okruh je požíván při anesteziích dospělých a dětských pacientů od 20 kg. V současné době jsou modifikace okruhů, které je možné použít i u dětí menších.

Okruhy dělíme podle četnosti použití na jednorázové, nebo na okruhy pro více použití, které je možné sterilizovat. Součástí AVO je kondenzační nádoba, která je umístěna na expirační části. Jejím úkolem je zachytávat zkondenzovanou kapalinu, která v okruhu vzniká v kombinaci zvlhčovaného vzduchu a studených stěn okruhu. Tato tekutina může být možným zdrojem infekce z důvodu hromadění a množení bakterií. Pokud je okruh používán u více pacientů, prevence je na místě. Prevencí je odstraňování této nakondenzované tekutiny během i po výkonu, aby nezatekla do endotracheální kanyly. Možným opatřením jejího vzniku je využití vyhřívaných okruhů nebo zavedení dvojité stěny hadic ventilačního okruhu. [3,6,7].

V Evropě je standartním postupem použití antibakteriálního filtru a jeho umístění mezi pacienta a ventilační systém pro prevenci přenosu infekce z pacienta na pacienta. Filtr je možné použít pouze pro každý případ zvlášť. Pokud po operaci následuje další pacient je nutné filtr vyměnit za nový, ale ventilační okruh může být i nadále použit. Cílem tohoto postupu je minimalizace nákladů na užívání ventilačních okruhů a snížení zatížení životního prostředí [8].

2.4 Sterilizace ventilačních okruhů v USA

Ve Spojených státech Amerických je dle guidelines, vydávaných CDC (Centers for disease control and prevention) nutné před použitím mezi jednotlivými pacienty, vyměnit resterilizovatelné součástky ventilačního systému, a okruhu složeného z inspirační a expirační ventilační části, Y-spojky, vzduchového rezervoáru a zvlhčovače vzduchu. Každému pacientovi jsou v USA poskytnuty nepoužité sterilní komponenty okruhu. Použité součástky jsou sterilizovány, nebo desinfikovány vysoko-úrovňovou chemickou desinfekcí, či pasterizovány v souladu s pokyny výrobce pro jejich opakované začlenění. Dále jsou sledovány instrukce ohledně údržby uvedené výrobcem. I když k výměně ventilačních okruhů dochází před každým pacientem, CDC v guidelines nezmiňují nutnost začlenění bakteriálního filtru mezi patientský okruh a ventilátor. Ve výše zmíněných pokynech je tento postup popsán za nedořešenou záležitost [8]. Přitom je možné použití antibakteriálního filtru a tím i snížení nákladů na jednorázové použití ventilačního okruhu [9]. Důvodem jednorázového používání anesteziologických okruhů v USA je The American Society of Anesthesiologists, která přístup opakovaného užití nedoporučuje. Vytvoření studie výměn filtrů bez výměny okruhů z důvodu snížení nákladů je podle americké společnosti neetické [10]. Dalším důvodem proč američtí anesteziologové nechtějí používat antibakteriální filtry při jednorázovém používání ventilačních okruhů je možnost poškození pacienta. Podle Lawese zde hrozí riziko vzniku barotraumaty, nebo pneumothoraxu způsobeném obstrukcí filtru. Jako další příčinu uvádí špatnou ventilaci pacienta a možnost rozpojení ventilačního systému [11].

2.5 Sterilizace ventilačních okruhů v Evropě

Ventilační okruhy je možné sterilizovat několika způsoby. Volba přístupu závisí na materiálu. Hytrel, je termoplastický kopolyester elastomer (TPCE, TPE). Tento materiál je odolný široké teplotní škále, má vysokou odolnost vůči abrazivitě, vysokou tažnost, stlačitelnost, při změnách teplot neztrácí svou pružnost, je rezistentní vůči plísním. Kromě termoplastického elastomeru značeného firmou DuPont jako Hytrel, se na trhu objevují materiály se stejným složením pod názvem Riteflex, Ecdel nebo Arnitel. Všechny uvedené obchodní značky jsou odolné vůči vysokým teplotám při sterilizaci autoklávem, gama zářením a etylen oxidem [12].

Pokud je sterilizaci vystaven nevhodný materiál, může dojít k jeho poškození. Jestliže je prováděna formaldehydem, vzniká tak riziko rezidua sterilizační látky na materiálu. Příkladem může být studie z roku 2004, ve které se japonští vědci zabývali množstvím reziduálního formaldehydu na plastických materiálech používaných při výrobě zdravotnických prostředků. Jako konkrétní zdravotnický prostředek byly vybrány anesteziologický ventilační okruh, dýchací trubice a pinzety. Anesteziologický ventilační okruh byl vyroben z materiálu EVAC (ethylene vinyl acetate copolymer). Po jeho sterilizaci, která byla prováděna za nízké teploty a párou s formaldehydem, zůstalo na povrchu okruhu 240 μm rezidua. Evropský standard EN 14180 zabývající se formaldehydovou sterilizací udává normu pro reziduum do 200 μm . Množství zbytkového formaledehydu lze snížit zvýšením počtu vakuových a parních, nebo vzduchových pulzů při procesu sterilizace [13].

2.5.1 Velká Británie

Ve Velké Británii bylo do roku 2001 v některých zdravotnických zařízeních opakovaně používání ventilačních okruhů bez antibakteriálních filtrů běžné a to i u materiálu označeného jako jednorázový [10,14]. Od roku 2006 se ve Velké Británii začala dodržovat doporučení ohledně dodržování výrobcem nastavené četnosti používání materiálu. V závislosti na výrobci mohou zdravotnická oddělení používat okruhy i na 7 dní, pokud je na Y -spojce umístěn antibakteriální filtr po každém pacientovi[14]. Ventilační okruhy se tak mění po viditelném ušpinění při výkonu, nebo po použití vysoce infekčním pacientem. Ve srovnání s ostatními evropskými zeměmi je v tomto Velká Británie jedinečná. Ve Francii nebo ve Španělsku není nijak legislativně ošetřeno používání jednorázových ventilačních okruhů [10].

2.5.2 Česká republika

V ČR je podle předpisu: „306/2012 Sb. vyhlášky o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče“[15] prováděna sterilizace podle pokynů výrobce. Vyhláška obsahuje závazné pokyny k průběhu sterilizace a všech jejích částí. Zároveň definuje pojem sterilizace a další nutné pojmy.

Sterilizace anesteziologických ventilačních okruhů z materiálu Hytrel je prováděna formaldehydem na základě normy ČSN EN 14180: „sterilizátory pro zdravotnické účely – Sterilizátory s nízkoteplotní směsí páry a formaldehydu“, platné od roku 2009. Formaldehydová sterilizace se používá pro citlivé zdravotnické materiály, které by se mohly jiným způsobem sterilizace poškodit [16]. Další používanou normou pro materiál Hytrel je ČSN EN ISO 17665-1: „Sterilizace výrobků pro zdravotní péči – Sterilizace vlhkým teplem“, která je platná v případě sterilizace vlhkým teplem a vysokým tlakem při dekontaminaci okruhů např. ze silikonu. V závislosti na materiálu se mění i přístup k jeho čištění a k odpovídající normě [17].

Tabulka 1: Způsoby sterilizace a guidelines v různých zemích

Autor	Rok	Země	Způsob sterilizace	Norma pro sterilizaci	Guidelines pro užívání ventilačních okruhů
8	2003	USA	Vysoko-úrovňová desinfekce	FDA	CDC (Center for disease Control and prevention)
9	2015	USA			ASA
1	2013	USA			Pasterizace 65-77°C
14	2005	UK		Obdoby normy EN 14180 pro	AAGBI (Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland)
20	2010	Německo		EU	DGAI (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie & Intensivmedizin)

Autor	Rok	Země	Způsob sterilizace	Norma pro sterilizaci	Guidelines pro užívání ventilačních okruhů
23	2003	Austrálie	termální desinfekce	AS/NZS-4187	Australian/New zealand Standards
16	2015	ČR	formaldehyd	ČSN EN 14180	
17	2007	ČR	vlhké teplo	ČSN EN ISO 17665-1	
15	2012			Vyhláška 306/2012 Sb.	

V tabulce je znázorněn způsob sterilizace ventilačních okruhů v USA, Austrálii a České republice. V USA je prováděna vysoko-úrovňová desinfekce, při které dochází ke zneškodnění všech choroboplodných zárodků kromě bakteriálních spor. Jako další možnost je udávána pasterizace. Nařízení ohledně standardů sterilizace vydává v USA Food and Drug Administration. Guidelins pro zacházení s ventilačními okruhy určuje CDC. V Evropě jsou nastaveny evropské normy, kterými se každý člen EU musí řídit. Každý stát má však své specifické číslo a znění normy. Ohledně používání formaldehydu je pro všechny evropské země stanovena norma EN 14180. Každý stát má její specifický tvar. Např. v ČR je tato norma označena ČSN EN 14180. V České republice je závazná vyhláška 306/2012, která specifikuje průběh sterilizace, úroveň vzdělání pracovníků na centrální sterilizaci a definuje jednotlivé typy desinfekce a sterilizace. Austrálie a Nový Zéland mají společnou normu pro termální desinfekci AS/NZS – 4187. Guidelines pro používání ventilačních okruhů v anestezii pro Velkou Británii vydává AAGBI (Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland). V Německu je touto funkcí pověřena DGAI (Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie & Intensivmedizin).

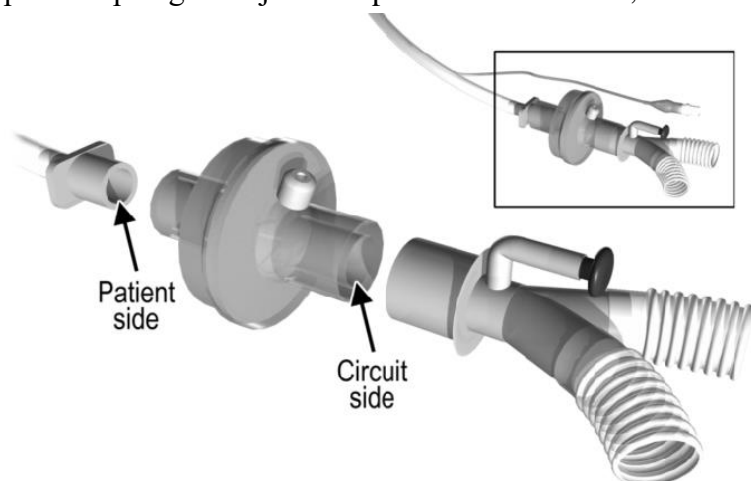
2.6 Bakteriologická a finanční stránka ventilačních okruhů

Používáním anesteziologických ventilačních okruhů mezi pacienty může vzniknout riziko přenosu infekce mezi pacienty. Například v roce 1993 byl v Austrálii zaznamenán případ přenosu hepatitidy C na pět pacientů, kteří byli ventilováni stejným okruhem jako pacient s touto nemocí. Od té doby jsou okruhy značeny jako jednorázové. Při použití nového bakteriálního filtru pro každého pacienta, za předpokladu, že okruh je používán při anestezii u zdravých pacientů, můžeme používat jednorázový okruh vícekrát. Pokud dojde k ventilaci pacienta s infekčním onemocněním, musí se tento okruh vyměnit [18].

2.6.1 Kanada

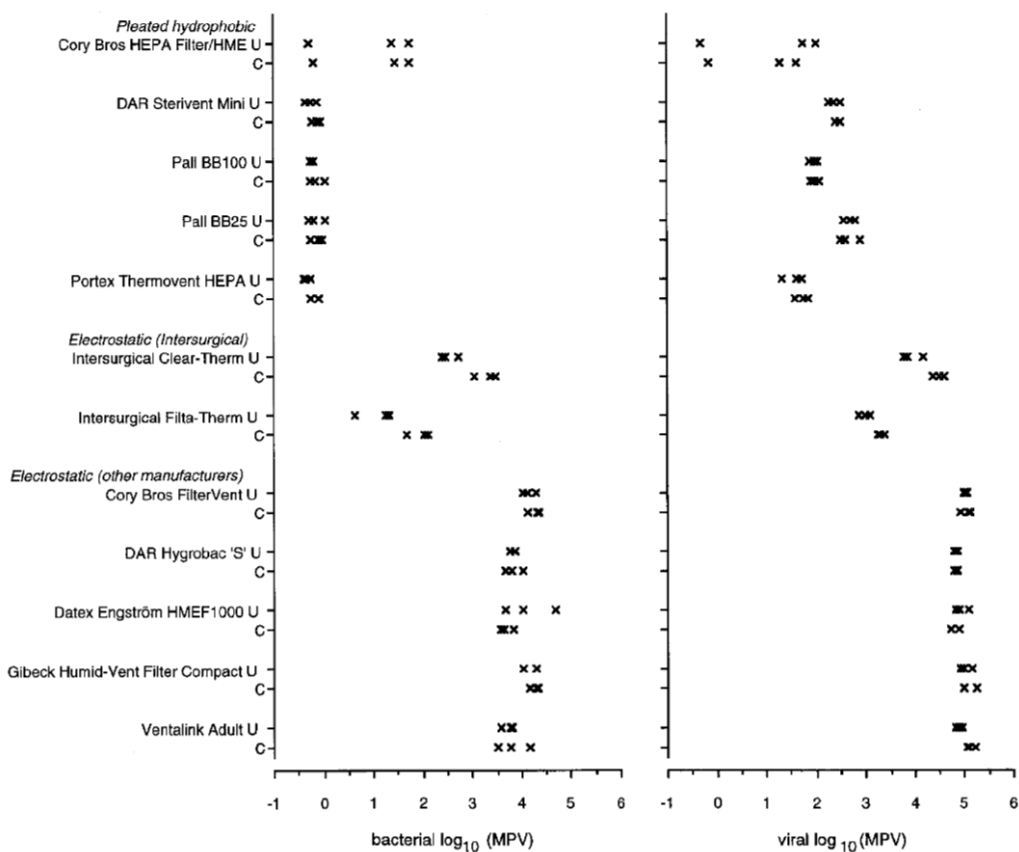
V roce 2001 byla v časopise Canadian Journal of Anaesthesia zveřejněna studie zabývající se kvalitou bakteriálních filtrů při opakovaném použití stejného ventilačního okruhu. Filtr byl vložen mezi Y-spojku, následný ventilační okruh, a umělé zajištění dýchacích cest. Účel studie bylo zhodnotit efektivitu bakteriálního filtru při běžné anestezii. Na konci anestezie

byly konektory endotracheální kanyly a ventilačního okruhu odděleny a vloženy do kultivačního média. Zde byly nechány na 48 hodin. Poté proběhla bakteriální identifikace podle standardních postupů. V 1842 ze 2001 zkoumaných kusů nebyly nalezeny žádné bakteriální kultury na straně filtru. Pozitivní nález byl na membráně ze strany pacienta ve 104 případech. Ve dvou z těchto případů byly nalezeny bakterie na obou stranách membrán filtru. Tedy i na straně ventilačního okruhu. Podle výsledků této studie je používání sterilního filtru pro každého pacienta při opakovaném používání ventilačního okruhu možným zdrojem přenosu patogenů z jednoho pacienta na druhého, a to v méně než 250 případech [19].



Obrázek 2: Popis umístění filtru [19]

V roce 2000 byla ve Velké Británii provedena studie zabývající se kvalitou antibakteriálních filtrů, a to především jejich propustnosti. Pro výzkum byly vybrány dva typy filtrů – HME filtry se silným zvlhčujícím účinkem a běžné elektrostatické. Simulace během, které byly filtry používány probíhala 24 hodin a byly nastaveny standardní hodnoty pro ventilaci. Jako modelová bakterie byl použit *Bacillus subtilis* (bacil senný), který není patogenní a snese prostředí zatížené aerosoly. *Bacillus subtilis* velikostí odpovídá patogenickým bakteriím. Jako zástupce virů byl vybrán MS-2 kolifág, který je velikostí menší než většina lidských virů. Během studie bylo předpokládáno, že vzhledem k velikosti vybraného viru, bude jeho prostupnost rychlejší. Ve studii byly porovnávány antibakteriální a virové dýchací filtry od několika výrobců. Studií bylo zjištěno, že hydrofobní filtry mají větší schopnost filtrace bakterií a virů než elektrostatické filtry. Dále bylo zjištěno, že se jednotlivé filtry liší kvalitou i v závislosti na výrobci [32].



Obrázek 3: Propustnost filtrů [32]

Graf zobrazuje bakteriální a virovou propustnost přes testované filtry. MPV (microbial penetration value) je počet mikrobů procházejících přes filtr ventilačního systému vydělený počtem mikrobů v testu vynásobený hodnotou 10^7 . Písmenem U jsou označeny filtry, které byly vyloučeny z testování. Písmeno C představuje filtry testované po dobu 24 hodin. Z grafu je patrné, že hydrofobní filtry propustily maximálně $\log_{10}2$ bakterií přes filtr, zatímco elektrostatické měly propustnost až $\log_{10}4,5$. Virová propustnost byla hydrofobními filtry do $\log_{10}3$, ale elektrostatické až do $\log_{10}5,5$ [32].

2.6.2 Německo

Roku 2010 německá interdisciplinární skupina složená z členů Deutsche Gesellschaft für Kankenhaushygiene a Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin vypracovala doporučení pro prevenci vzniku infekce během anestezie používáním bakteriálních filtrů. Na základě těchto doporučení je nutné měnit filtr po každém pacientovi. Anesteziologický ventilační okruh, může být používán po dobu sedmi dnů za předpokladu, že funkční požadavky stanoveny výrobcem zůstanou stejné. Ventilační systém musí být vyměněn neprodleně, a to pokud dojde k ventilaci infekčního pacienta a vznikne tak hrozba možného přenosu infekce na dalšího pacienta. V případě viditelné kontaminace například krví, nebo při poškození, je příkázána výměna ventilačního systému. Systém vedoucí anesteziologické plyny musí být zpracován podle nastavených hygienických standardů [20].

V roce 2008 Hartmann et al. provedli výzkum bakteriální osídlenosti ventilačních okruhů používaných na operačních sálech. Zabývali se osídleností po 24,48 a 72 hodinách používání.

Vzorky byly brány ze 112 použitých ventilačních okruhů, a to z inspirační i z expirační větve. Pro studii byly použity resterilizovatelné okruhy. Ventilovaní pacienti neměli infekční onemocnění. Vzorky byly získávány za aseptických podmínek, kdy do každé větve okruhu byl aplikován Ringerův roztok. Během studie trvající 42 dnů, bylo ventilováno 550 pacientů. Všechny 224 vzorků bylo kontaminováno. Z okruhů, které byly vyměněny po 24 hodinách došlo ke kontaminaci ve 3,33%, což odpovídá 1 okruhu ze 30 použitých. Poměr kontaminace u výměn za 48 a 72 hodin byl 4,35% a 5,56%. Jinými slovy při výměně po 48 hodinách došlo ke kontaminaci 2 okruhů ze 44 a při výměně po 72 hodinách byly též kontaminovány 2 okruhy. Použito jich bylo v tomto případě 34. Výsledkem této studie bylo demonstrování nízkého rizika kontaminace pacienta jiným pacientem za předpokladu používání jednorázových antibakteriálních filtrů. Používání filtrů pro každého pacienta a snížení četnosti výměn anesteziologických ventilačních okruhů může tak pomoci snížit náklady na oddělení [21].

Studie provedená v roce 2011 v Německu se zabývala bakteriálním osídlením anesteziologických ventilačních okruhů během 24 hodin, 48 hodin, 5 a 7 dnů. Zároveň počítala náklady na den při této četnosti používání okruhů. Každému pacientovi byl poskytnut vždy nový antibakteriální HME (Heat and Moisture Exchanger) filtr. Celkem bylo do studie zahrnuto 378 pacientů. 110 pacientů bylo ventilováno okruhy používanými 24 hodin. V 75 případech anestézie byly měněny okruhy po 48 hodinách. U 138 pacientů probíhaly výměny okruhů po 5 dnech. Výměny po 7 dnech proběhly u 55 pacientů. Z výzkumu byli vyloučeni pacienti s kategorií ASA \geq IV, pacienti s infekčním nebo krvácivým onemocněním dýchacích cest a s imunosupresivní léčbou. Dále byly vyřazeny ventilační okruhy, které se během výkonu viditelně ušpinily. Vzorky byly sebrány z nakondenzované kapaliny v okruzích vždy na konci sledovaného intervalu. Výsledky výzkumu udávají 0% kontaminaci okruhů po 24 hodinách. Dále byla změřena 4% kontaminace okruhů používaných 48 hodin. Okruhy, které byly používány 120 hodin, měly 11,1% nárůst kontaminace z používaného množství. Z celkového množství okruhů, sledovaných 168 hodin byly kontaminovány pouze 2%. Pro srovnání byly ve studii spočítány náklady při používání jednorázových okruhů pro každého pacienta. Při tomto postupu činí materiální, časové a personální náklady na jednoho pacienta 7,68€. Při výměně okruhů každých 24 hodin jsou tyto náklady na pacienta 4,60 €. Výměny po 48 hodinách snížily náklady na 3,73€/pacient a přechod na 7 denní výměnu vyšel nemocnici pouze na 3,12€/pacient [22].

2.6.3 Austrálie

Roku 2013 provedl McGain et al. kalkulaci nákladů na mytí anesteziologických ventilačních okruhů v Melbourne. Studie byla provedena v závislosti se souhlasem The Western Hospital Low Risk Ethic Committee a v souladu s aktuálními guidelines. Pro každého pacienta byl použit nový bakteriální filtr. Dekontaminace okruhů byla provedena na základě stanovených Australských a Novozélandských standardů AS/NZS-4187. Dle místních standardů anesteziologické okruhy nevyžadují sterilizaci, ale termální dezinfekci. Oddělení centrální sterilizace umísťuje anesteziologické ventilační okruhy do myčky při teplotě mytí 80°C na 10 minut s přítomností příslušného čisticího prostředku. Pro provedení výzkumu byly použity okruhy, jejichž využití v provozu bylo 24 hodin, 48 hodin a 7 dní. Výsledky studie ukázaly, že zásadní

rozdíl v kontaminaci okruhů se vyskytuje v rozmezí 48 hodin až 7 dní. Mezi používáním okruhů v rozmezí 24 a 48 hodin se výrazná rozdílnost v osídlení bakteriemi nevyskytuje. Ve studii byly vyčísleny náklady na sterilizaci okruhů používaných 24 hodin a 7 dní. Náklady zahrnovaly množství použitých okruhů, cenu okruhů, náklady na energii, vodu, mycí přípravky a další. Celková částka pro dekontaminaci okruhů měněných každých 24 hodin činila \$ 8008 AU (5606 €). Částka pro čištění okruhů měněných každých sedm dní byla vyčíslena na \$ 2789 AU (1952 €). Doba sběru dat trvala od 1. září 2011 do 22. prosince 2012. Náklady byly vyčísleny na šest operačních sálů. Přejít z výměny ventilačních okruhů po 24 hodinách na výměnu každých 7 dní, umožnil nemocnici ušetřit \$ 5210 AU (3654 €) [23].

2.6.4 USA

Další studií provedenou na toto téma byl výzkum z roku 1999. Výzkum se zaměřoval na možnost úspory nákladů při opakovaném používání anesteziologických ventilačních okruhů a zároveň zohledňoval bakteriální rizika. Každý den byl použit nový ventilační okruh. U každého pacienta byl měněn filtr, maska a kolínko. Na začátku a na konci operačního dne byly odebrány bakteriologické vzorky ze třech různých míst a to v místě y-spojky umístěné proximálně od filtru a na inspiračním a expiračním portu umístěném proximálně od anesteziologického přístroje. Pro anestezii 52 pacientů bylo použito 21 okruhů. Jedenáct ventilačních okruhů bylo použito dvakrát, dalších sedm třikrát a dva ventilační okruhy čtyřikrát. Po ventilaci byl u 52 endotracheálních kanyl pozitivní bakteriologický nález. Mezi filtrem a y-spojku byl nález ve všech případech po 48 hodinách negativní. Při výzkumu bylo použito celkem 24 okruhů denně a zároveň bylo počítáno s 250 operačními dny za rok. Při připočtení ceny za likvidaci okruhů a jejich hmotnosti, došlo k úsporám \$1818 USD za rok na nákladech za odpad. Dalšími úsporami na opětovném použití okruhů (24 za den) je částka \$78960 USD. Při dalším započtení bakteriálních filtrů pro každého pacienta, kolínka a masky, vychází celkové úspory na \$50 778 USD ročně. Tato studie ukázala, že je možné snižovat náklady nemocnice pomocí opakovaného použití ventilačního okruhu, aniž by došlo k poškození pacienta vlivem kontaminace okruhu. Nutností je však použití bakteriálního filtru pro každého pacienta [7].

V roce 2007 byla v časopise *Journal of Clinical Anesthesia* zveřejněna studie, která porovnávala náklady mezi běžným používáním jednorázového ventilačního okruhu, a opakovaným použitím za předpokladu vložení antibakteriálního filtru mezi okruh a pacienta. Nákupní cena za jednorázově používané okruhy činila za rok 2005 \$152 186 USD. Opakovaně použité ventilační okruhy byly na konci každého operačního dne vyřazeny. 10% zařazených okruhů bylo po použití jedním pacientem vyřazeno z důvodu viditelné kontaminace při výkonu, nebo z důvodu ventilace vysoce infekčního pacienta. Pro výzkum bylo třeba 9 568 okruhů, kdy jejich pořizovací cena činila \$68 890 USD. Nákupní cena antibakteriálních filtrů činila \$52 843 USD, což odpovídalo 21 137 kusům filtrů. Celkové pořizovací náklady při zohlednění možnosti opakovaného využití ventilačních okruhů, za předpokladu jednorázového využívání filtrů, ve výsledku činily \$121 733. Nemocnice tímto ušetřila \$30 453 USD. Částka je však závislá na dodavateli a kvalitě filtrů [10].

Tabulka 2: Úspory materiálu

Autor	Rok	Země	Počet ventilací za rok	Přepočítaná původní cena	Přepočítaná výsledná cena	Celkové úspory
9	2007	USA	21137	\$7,2 USD	\$5,76 USD	\$30 453 USD
7	1999	USA	6000	\$13,16 USD	\$8,46 USD	\$50 778 USD
23	2014	Austrálie	13368	-	\$14,38 AU	\$5 210 UAD

Tabulka 2 ukazuje změnu ceny okruhu při přepočtu množství ventilací za rok a nákladů na nákup okruhů. V první a druhé studii, byla uvedena cena okruhů při jejich jednorázovém použití a současně cena po výměně za 24 hodin. V první studii cena klesla o 1,44 dolarů, což ročně vedlo k úsporám 30 453 dolarů. Ve druhé, starší studii takovéto snížení četnosti používaných okruhů vedlo k úspoře 50 778 dolarů. Poslední studie se zabývala porovnáním přechodu ze 24 hodinové lhůty na 7 denní. Výměna ventilačních okruhů po sedmi dnech umožnila nemocnici ušetřit 5 210 australských dolarů.

2.7 Materiály pro ventilační okruhy

Materiálů, ze kterých se okruhy vyrábějí, je celá řada. Způsob jejich sterilizace, či desinfekce uvádí výrobce v pokynech k používání výrobku. Nejčastěji uváděnými jsou silikonové hadice, které se podle doporučení výrobce VBM Medizintechnik autoklavují [24]. Teplota pro jejich sterilizaci je 134°C [25]. Jiní výrobci nabízí hadice okruhů z HDPE (high density polyethylen) sterilizovatelné studeným způsobem, a to do 60°C. Dostupné jsou i hadice z PVC (polyvinylchlorid) nebo PE (polyethylen) [26]. Podle materiálu rozlišujeme přístup k jeho čištění. Další možností je materiál Hytrel. Hytrel je patentovaná značka firmy DuPont. Jedná se o blokový kopolymer složený z PBT (polybutylen-tereftalát), jež tvoří jeho pevnou část a z elastické části na bázi PEG (polyeterglykolů). Z tohoto složení vyplývají jeho typické vlastnosti, jako jsou odolnost vůči chemikáliím, vysokým teplotám, zachování pružnosti i při nízkých teplotách, odolnost vůči lomu způsobeném únavou materiálu a další [27]. Anesteziologické okruhy z tohoto materiálu je možné autoklavovat do 134°C [28].

Používání materiálů z PVC z důvodu úspory financí je dnes běžnou záležitostí. Kromě vaků na krevní deriváty, roztoky, katetry a další se PVC používá i na výrobu ventilačních okruhů používaných při anestezii. Protože tyto okruhy lze sterilizovat, vzniklo několik otázek, zda nehrozí riziko poškození pacienta jejich opětovnou sterilizací. Během ní může dojít k poškození okruhu, jeho netěsnosti, možnosti toxicity při použití formaldehydu pro sterilizaci, riziku infekce při nedostatečné sterilizaci a dalším. Špatný způsob čištění samozřejmě rizikovitost zvyšuje. Pro PVC materiály se používá čištění pomocí ethylenoxidu při nízkém tlaku, nebo párou formaldehydu. Ethylenoxid používáme na materiál, který nemůže být sterilizován vysokými teplotami nebo zářením. Metoda vysokoenergetického záření není pro tento materiál vhodná, neboť by mohlo dojít k degradaci polymeru

fotoionizací. V roce 2009 byl proveden výzkum, zabývající se vlivem sterilizace formaldehydem a ethylenoxidem na PVC materiály. Výsledkem byla změna struktury PVC materiálu po třech cyklech sterilizace. Vzhledem k nízké změně v molekulární struktuře, která nevedla k vytvoření puchýřů, trhlin, či dalšího poškození je na základě této studie možné používat EO nebo formaldehyd pro sterilizaci okruhů aniž by vzniklo jejich vážné poškození [29].

Tabulka 3: Materiály a způsob sterilizace

Zdroj	materiál	způsob sterilizace
29	PVC	Ethylenoxid
		Formaldehyd
25	Silikon	autoklav <134°C
	PE	
28	Hytrel	autoklav <134°C, formaldehyd
25	HDPE	studená cesta <60°C

V této tabulce je zachycen nejčastěji používaný materiál pro výrobu ventilačních okruhů. Doporučený způsob sterilizace je vždy uvedený na pomůcce výrobcem.

Tabulka 4: Doba expirace

Obal	Způsob sterilizace				Expirace	
	VT	PHV	FD	EO	volně uložený	chráněný
Papír+folie	ano	-	ano	ano	6 dnů	12 týdnů
Tyvek	-	-	ano	ano	6 dnů	12 týdnů
kontejner	ano	ano	-	-	6 dnů	12 týdnů
dóza	-	ano	-	-	24 hodin	48 hodin
kazeta	-	ano	-	-	24 hodin	48 hodin
Zdroj: 15						

Tabulka číslo 4 zobrazuje dobu expirace materiálu po uložení do obalu. Jsou zde zahrnuty způsoby sterilizace vlhkým teplem (VT), proudícím horkým vzduchem (PHV), formaldehydem (FD) a ethylenoxidem (EO). Standardním obalem pro uložení ventilačních okruhů z materiálu Hytrel je papír s folií. Materiál Hytrel se sterilizuje formaldehydem, nebo vlhkým teplem. Vysterilizovaný a uložený okruh vydrží 6 dní. Pokud okruh uložíme do sterilní kazety, je možné jeho životnost prodloužit na 12 týdnů.

3 Metody

3.1 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření bude probíhat pomocí online dotazníku. Otázky budou rozeslány do všech velkých a středně velkých nemocnic v České republice. Dotazník bude sestaven z 10 otázek zaměřených na četnost výměn anesteziologických ventilačních okruhů, pro děti i dospělé, materiál, ze kterého jsou okruhy vytvořeny, četnost sterilizací anesteziologických ventilačních okruhů, preferovaní dodavatelé jednotlivých nemocnic a další. Dotazníky budou rozeslány vrchním sestřám z anesteziologicko-resuscitačních oddělení a náměstkům ošetrovatelské péče z daného zdravotnického zařízení.

3.2 Vyčíslení práce na jeden cyklus sterilizace

Pro určení nákladů sterilizace anesteziologických ventilačních okruhů bude vyčísleno množství práce na jeden cyklus. Hodnoty budou získány pomocí komunikace s vrchní sestrou z anesteziologicko-resuscitačního oddělení a s vrchní sestrou z centrální sterilizace nemocnice Jihlava. Pomocí sběru dat při exkurzi na centrální sterilizaci, bude zmapován proces práce sester a sanitářů účastnících se procesu sterilizace. Současně bude pomocí dotazování zjištěn potřebný materiál pro celkovou sterilizaci anesteziologických ventilačních okruhů. Na základě komunikace s technikem spravujícím sterilizátory v nemocnici, bude vytvořena cena spotřeby energií a vody při sterilizace.

3.3 Vytvoření variant rozvržení okruhů

Z poskytnutých dat a vyčíslených nákladů na sterilizaci budou sestaveny varianty možného rozvržení ventilačních okruhů na operačních sálech. Toto rozvržení bude postaveno na základě dotazníkového šetření zabývající se trendy ve výměnách anesteziologických ventilačních okruhů v nemocnicích v České republice. Tyto modely budou uvažovat možnosti využití kombinace jednorázových i resterilizovatelných anesteziologických ventilačních okruhů. Dále bude brán v potaz nastavený standard v používání anesteziologických ventilačních okruhů pro děti. Ten je v nemocnici Jihlava dán poskytnutím okruhu pro každého dětského pacienta zvlášť. Zároveň bude dodržován celoevropský standard poskytnutí nového antibakteriálního filtru každému pacientovi.

3.4 Komparace nákladových účtů

Provedení komparace nákladových účtů bude pomocí dat, poskytnutých komunikací s hlavní účetní z nemocnice Jihlava. Z těchto všech účtů budou vysledovány takové, na něž mají přímý vliv nákup a používání jednorázových, či resterilizovatelných ventilačních okruhů v nemocnici. Pomocí sestavených modelů a separací jednotlivých položek důležitých nákladových a vnitropodnikových účtů, budou sledovány bilance v těchto výkazech pomocí aplikace jednotlivých stanovených variant do těchto vyčleněných účtů. Díky sledovanému pohybu na účtech bude možné určit odraz variant v celkových nákladech oddělení za rok.

3.5 Analýza nákladové efektivity – cost effectiveness analysis (CEA)

Důvodem k použití této metody je možnost ocenění efektů, které je těžké vyjádřit v peněžních jednotkách. Výstupem je pak ohodnocení užítku pomocí naturálních jednotek. Hodnocení metody CEA je dáno pořadím stanovených alternativ. V rámci této práce bude výstupem stanovení efektivity na jednotku nákladů. Pro použití analýzy nákladové efektivity musí být splněny zásadní požadavky, bez kterých se při výpočtu této metody neobejdeme. Jedná se především o finanční, či jinak číselné vyjádření vstupů. Výstupem jsou stejnorodá, či hmotná data [31].

$$\frac{E_A}{C_A} > \frac{E_B}{C_B}$$

E_A – efekt projektu A

E_B – efekt projektu B

C_A – náklady na projekt A

C_B – náklady na projekt B

Výsledkem CEA je ohodnocení přínosů, které nejsou finančně vyjádřitelné, jako je například zvýšení kvality péče ve vybrané nemocnici.

Při tvoření CEA sledujeme čtyři základní kroky. V první fázi je stanovení výstupů a hodnot, které chceme sledovat. V tomto případě se bude jednat o outcomes v podobě zvýšení kvality péče v nemocnici. Dalším krokem je stanovení nákladů vzniklých při implementaci sledovaného efektu. Jde především o celkové náklady spojené se zavedením nového postupu. Třetí fází je stanovení efektů, které budeme vkládat do vzorce. V našem případě se jedná o výstupy klinických studií, zabývajících se problematikou kontaminace ventilačních okruhů. Konečnou fází CEA je interpretace dat v podobě velikosti výsledného outcomes [30].

Při výpočtu budeme porovnávat dvě varianty, kdy výstupem jedné z nich je zvýšení kvality péče na úkor zvýšení nákladů. Výstupem z druhého výpočtu bude snížení nákladů na úkor kvality

4 Výsledky

Pro získání dat byla oslovena krajská nemocnice Jihlava, p.o.. Nemocnice disponuje šesti centrálními operačními sály, dvěma chirurgickými sály pro jednodenní výkony, sálem pro gynekologické oddělení, specializovaným sálem pro CT, ORL a gastro-enterologické oddělení. Data byla poskytnuta z období let 2014 a 2015. V průběhu sběru dat došlo k postupnému přechodu z resterilizovatelných ventilačních okruhů na jednorázové. Změna se týkala centrálních operačních sálů. Přechod byl dán ukončením zásobování okruhů z materiálu Hytel dodavatelem. Vzhledem ke špatným zkušenostem anesteziologů s jiným sterilizovatelným materiálem jako je na příklad silikon, bylo oddělení donuceno k přechodu k jednorázovým okruhům z PVC. V roce 2015 bylo v dané nemocnici provedeno celkem 6887 anestezií. Z tohoto množství odpovídá 5543 celkovým anesteziím a 856 celkovým anesteziím dětí. Ve třetím a čtvrtém kvartálu tohoto roku byly používány již pouze jednorázové ventilační kruhy. Pro eliminaci rizika přenosu bakterií mezi pacienty jsou při anesteziích používány elektrostatické antibakteriální filtry, které jsou měněny po každé ventilaci pacienta.

Provoz všech 6 centrálních operačních sálů je nepřetržitý. V rozmezí pracovních dnů je denně průměrně prováděno přibližně 21 anestezií. O víkendech je přibližně 6 neplánovaných operačních výkonů. Epidemiologický režim prováděný na operačních sálech po ventilaci infekčního pacienta je přibližně osm krát za měsíc.

4.1 Výsledky dotazníkového šetření a analýza trhu

Pro účely dotazníkového šetření bylo osloveno 49 velkých a středně velkých nemocnic v ČR, z nichž odpovědělo celkem 21 respondentů. Celkový počet otázek v dotazníku činil 10. Výzkum byl zaměřen na typy používaných anesteziologických ventilačních okruhů v nemocnicích v ČR, používané materiály, ze kterých jsou okruhy vyrobeny, četnost sterilizačních procesů za týden a dodavatele anesteziologických okruhů v nemocnicích. Jako doplňující otázky byly položeny množství centrálních operačních sálů v oslovených nemocnicích, počet dní v týdnu, kdy jsou COS v provozu a průměrný počet anestezií na jednom z těchto operačních sálů. Jednotlivé odpovědi všech respondentů jsou uvedeny v příloze 1.

4.1.1 Otázky 1 – 4

Otázka 1: *Uveďte název nemocnice, ve které pracujete:*

Otázka 2: *Uveďte počet centrálních operačních sálů ve Vaší nemocnici:*

Otázka 3: *Uveďte počet dní v týdnu, během kterých jsou centrální operační sály v provozu:*

Otázka 4: *Uveďte průměrný počet anestezií týdně pro jeden z centrálních operačních sálů:*

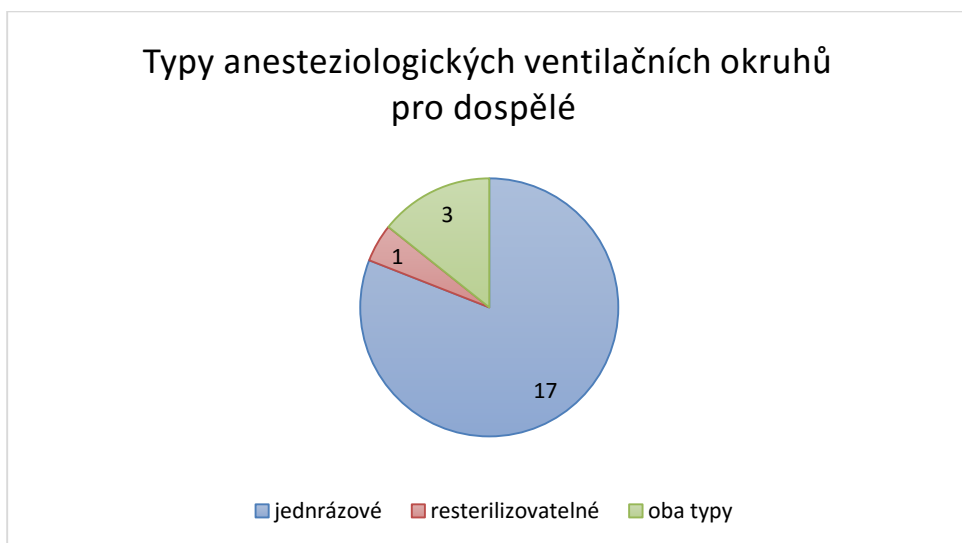
Tabulka 5: Výsledky výzkumného šetření – doplňující otázky

1	2	3	4
Nemocnice	Počet CS	počet dní v týdnu provozu CS	Průměrný počet anestézií (1sál/týden)
Nemocnice Na Bulovce	4	7	50
Thomayerova nemocnice	8	7	70
ON Kladno a.s.	8	5	20
FN Ostrava	18	7	50
ON Trutnov a.s.	5	5	15
Nemocnice Písek a.s.	5	5	30
Nemocnice Č. Budějovice a.s.	25	7	6
Nemocnice Jihlava, p.o.	6	7	32
Nemocnice Č. Krumlov a.s.	5	5	20
Krajská nemocnice Liberec a.s.	14	7	20
KZ, a.s. Nemocnice Chomutov, o.z.	7	7	12
Nemocnice ve Frýdku-Místku p.o.	5	5	5
Domažlická nemocnice, a.s.	4	7	21
FN Plzeň - Borská část	4	5	30
Nemocnice Břeclav p.o.	6	5	6
Nemocnice Teplice, o.z.	10	5	40
Nemocnice s poliklinikou Havířov p.o.	7	5	12
Klatovská nemocnice, a.s.	10	7	8
KKN a.s. nemocnice v Chebu	7	4	5
Uherskohradištská nemocnice a.s.	8	5	30
Název neuveden	5	7	32

Ve výše uvedené tabulce je výčet všech nemocnic, které se zúčastnily dotazníkového šetření. Dále je zde zachyceno množství centrálních operačních sálů v nemocnicích a jejich průměrná týdenní vytíženost. Ze získaných dat je patrné, že průměrný počet anestézií na jednom operačním sále koresponduje s jejich celkovým počtem. Výjimkou je odpověď z Českobudějovické nemocnice, kdy při celkovém počtu 25 centrálních operačních sálů bylo uvedeno průměrně pouze 5 anestézií za týden na každém z nich. Dále můžeme z počtu anestézií pozorovat i orientační velikost nemocnice. Největší počty anestézií uvedly fakultní a krajské nemocnice, což jsme během výzkumného šetření předpokládali.

4.1.2 Otázka 5

Jaký typ anesteziologických ventilačních okruhů na anesteziologických operačních sálech používáte?

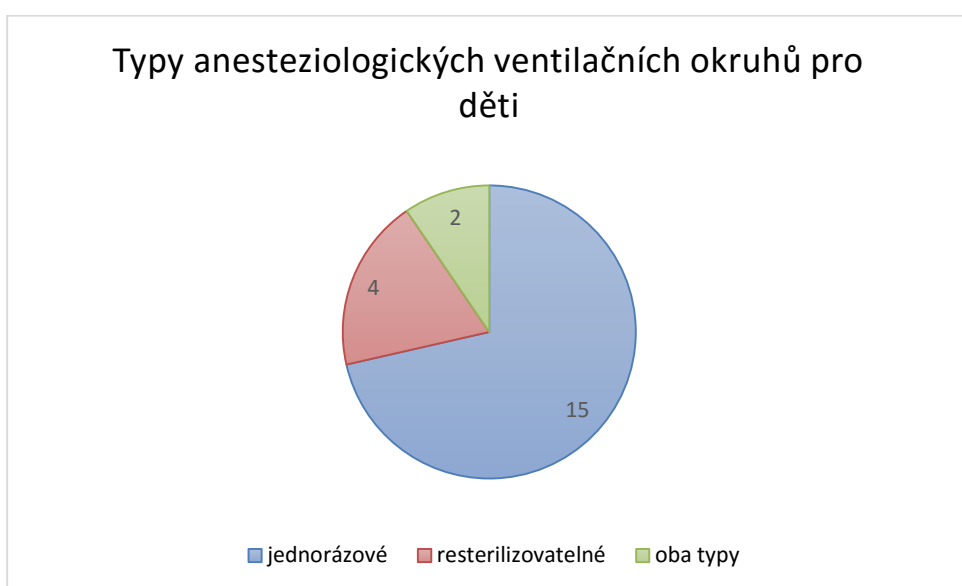


Obrázek 4: Anesteziologické okruhy – dospělí

V grafu 1 jsou uvedeny preference jednotlivých nemocnic v používání ventilačních okruhů pro dospělé pacienty. 17 respondentů upřednostňuje jednorázové ventilační okruhy. Další 3 dotazovaní používají pouze resterilizovatelné ventilační okruhy a zbylý 1 uvedl kombinaci obou typů.

4.1.3 Otázka 6

Jaké anesteziologické ventilační okruhy používáte pro anestezie dětí?

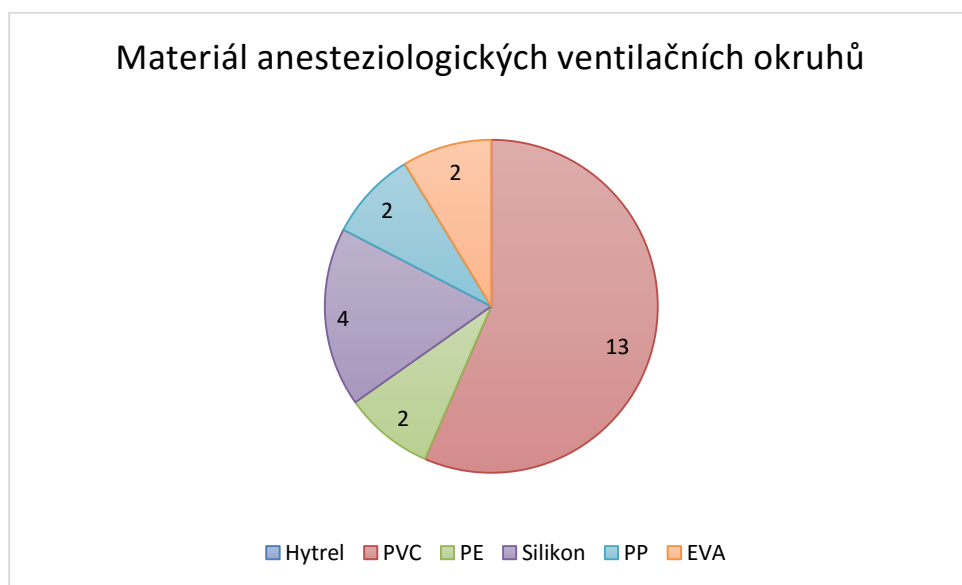


Obrázek 5: anesteziologické okruhy – děti

Otázka 6 byla zaměřena na výběr ventilačních okruhů pro anestezie dětí. Stejně jako v předešlé otázce i v této nejpočetnější skupinu tvořily jednorázové ventilační okruhy s celkovým počtem 15 respondentů. Celkem 4 nemocnice odpověděly, že pro ventilaci dětí používají resterilizovatelné okruhy a zbylé 2 nemocnice preferují oba typy. Bohužel v těchto dvou případech nebyl v dotazníku vysvětlen systém výběru a aplikace okruhů.

4.1.4 Otázka 7

Z jakého materiálu jsou Vámi používané anesteziologické ventilační okruhy vyrobeny?

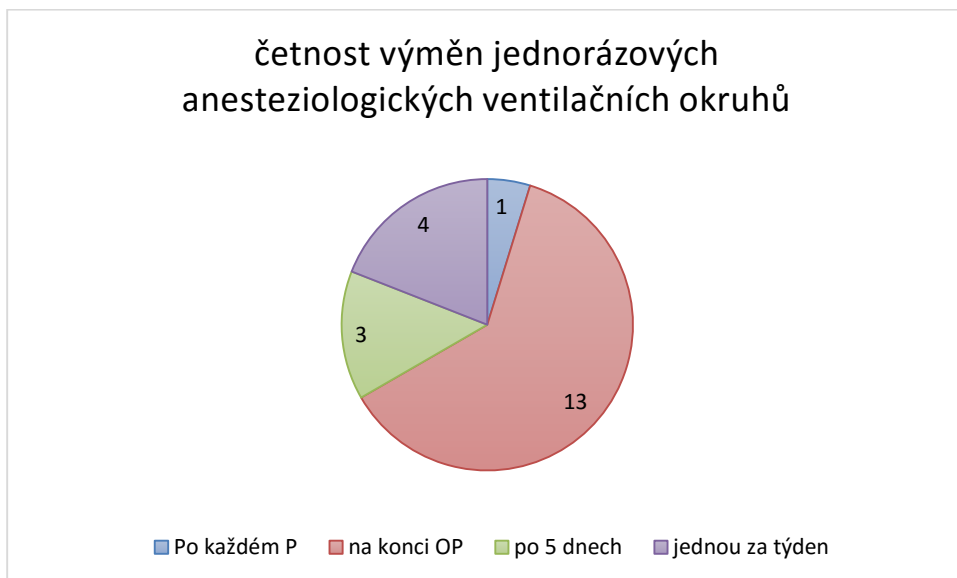


Obrázek 6: Materiál

Další otázka se zabývala materiály, ze kterých jsou jednotlivé ventilační okruhy vyrobeny. Vzhledem k převaze jednorázových ventilačních okruhů, je největším zástupcem používaného materiálu polyvinylchlorid. Anesteziologické ventilační okruhy z této látky používá celkem 13 z dotazovaných nemocnic. Druhou nejpočetnější skupinou byl silikon, ze kterého jsou vyráběny resterilizovatelné ventilační okruhy. Ty používají celkem 4 nemocnice. Rovnoměrné zastoupení bylo u materiálu polyetylen, polypropylen a etylen vinyl acetát, z nichž jsou vyráběny jednorázové ventilační okruhy. Materiál Hytrel, který byl dříve používán v nemocnici Jihlava, nezmínila ani jedna z oslovených organizací. Všechny z uvedených nemocnic používají pouze jeden typ materiálu kromě Krajské nemocnice Liberec a.s. a nemocnice s poliklinikou Havířov p.o., které uvedly současné odebírání okruhů z materiálu PP a EVA.

4.1.5 Otázka 8

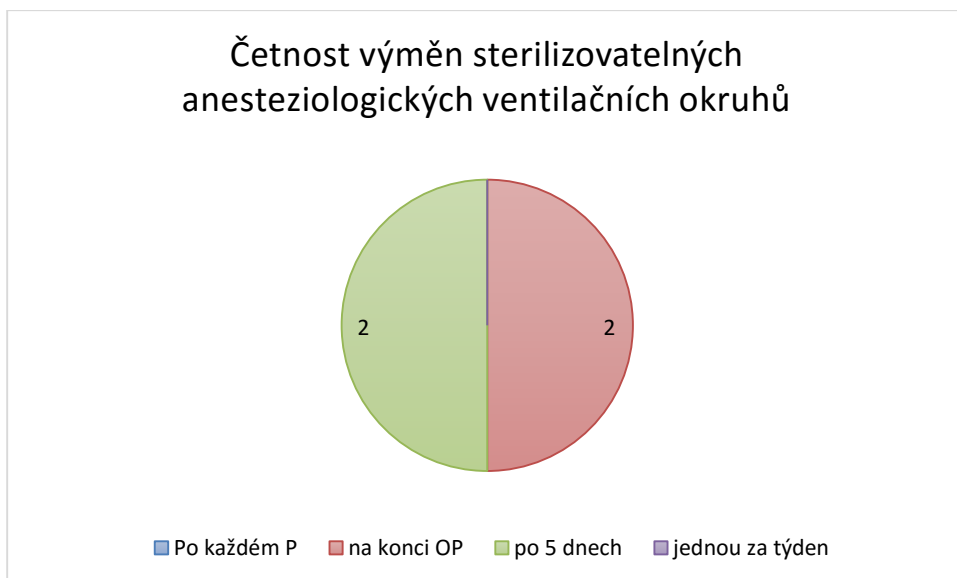
Jak často vyměňujete na centrálních operačních sálech anesteziologické ventilační okruhy? (za předpokladu, že nedojde k ušpinění okruhu během výkonu, nebo ventilaci infekčního pacienta)



Obrázek 7: Četnost výměn JVO

Otázka 8 zjišťovala četnost výměn anesteziologických ventilačních okruhů. Pro přehlednost byly odpovědi rozděleny do dvou grafů, a to na základě typů používaných ventilačních okruhů.

Nejčastější odpovědí u jednorázových okruhů byla výměna na konci operačního programu, což odpovídá 13 respondentům. Jako další nejvíce uvedenou odpovědí byly možnosti jednou za pět dní a jednou za týden. Takto odpovědělo celkem sedm respondentů. Výměny okruhů po každém pacientovi a po osmy hodinách byly uvedeny pouze od dvou dotazovaných.

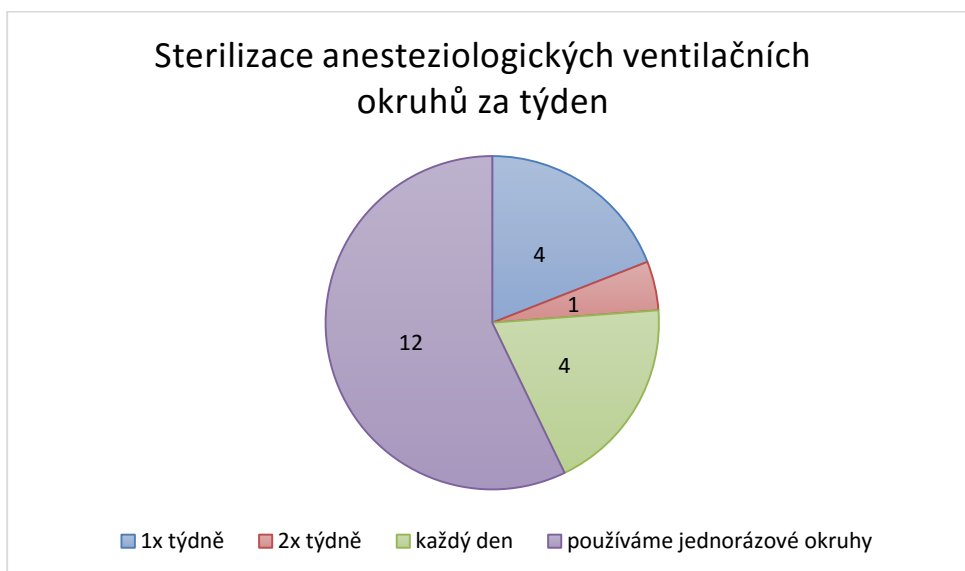


Obrázek 8: Četnost výměn RVO

Resterilizovatelné ventilační okruhy používají pouze čtyři z dotazovaných nemocnic. 2 Z nich uvedly výměny okruhů po 5 dnech. Zbylé nemocnice je vyměňují na konci operačního programu. Z výsledků otázky osm vyplývá, že doba výměn není závislá na označení jednorázový, nebo sterilizovatelný ventilační okruh.

4.1.6 Otázka 9

Jak často odesíláte anesteziologické resterilizovatelné ventilační okruhy na sterilizaci?



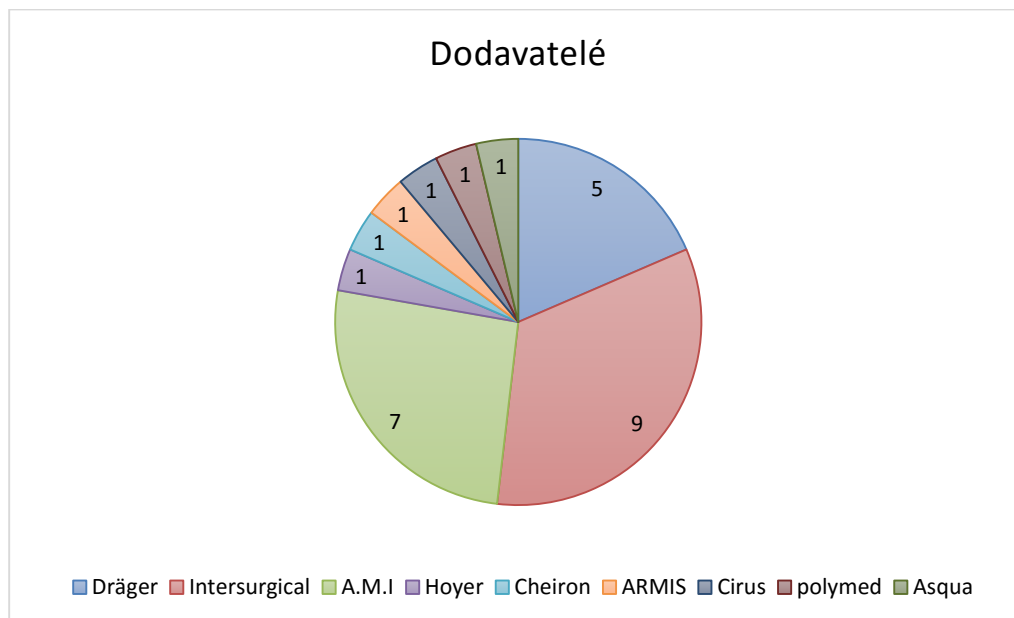
Obrázek 9: Sterilizace ventilačních okruhů

Předposlední otázka zjišťovala počet dní v týdnu, kdy jsou anesteziologické ventilační okruhy odesílány ke sterilizaci. Většinová část respondentů, kteří odpověděli, používá jednorázové ventilační okruhy. Čtyři dotazovaní odesílají anesteziologické ventilační kruhy jednou týdně

ke sterilizaci. Další čtyři nemocnice sterilizují okruhy každý den. Jedna z nemocnic sterilizuje ventilační okruhy dvakrát týdně.

4.1.7 Otázka 10

Od koho anesteziologické ventilační okruhy objednáváte? (resterilizovatelné i jednorázové)



Obrázek 10: Preference dodavatelů ventilačních okruhů

Poslední otázka byla zaměřena na trh s anesteziologickými zdravotnickými prostředky, a to především na ventilační okruhy. Záměrem tohoto bodu bylo zaměřit se na nejčastější dodavatele ventilačních okruhů v nemocnicích v České republice. Devět z dotazovaných nemocnic upřednostňuje okruhy od společnosti Intersurgical s.r.o.. Druhým nejpreferovanějším dodavatelem tohoto spotřebního materiálu byla v sedmi případech uvedena firma A.M.I – analytical medical instruments s.r.o. Ventilační okruhy od této firmy jsou používány i ve vybrané nemocnici Jihlava. Jako třetí nejčastější dodavatel byla čtyřikrát zmíněna firma Dräger Medical s.r.o. Dále z výzkumného šetření vyplynulo, že nemocnice mívají více dodavatelů anesteziologického spotřebního materiálu než pouze jednoho.

4.2 Vyjádření nákladů na jeden cyklus sterilizace

Pro vyjádření množství práce na jeden cyklus sterilizace byla použita data poskytnutá z oddělení centrální sterilizace. V nemocnici byly používány ventilační okruhy z materiálu Hytrel, které byly sterilizovány pomocí směsi vodní páry a formaldehydu. Veškeré výpočty jsou přizpůsobeny tomuto postupu.

Tabulka 6: materiální a pracovní náklady na jeden proces sterilizace

materiál		množství	cena
láhev formaldehydu		1	111 Kč
dutinkový test		1	17,5 Kč
multiparamestr. test		1	4,52 Kč
BD test		28	99,62 Kč
obalový materiál		27	66,96 Kč
spotřeba E			11,88 Kč
spotřeba vody			18,95 Kč
personální náklady			
Výkon	osoba	čas	cena
ruční mytí	sanitář	30 minut	58 Kč
Balení	sanitář		
sterilizace	sestra	4 hodiny	700 Kč
ukládání do boxů	sestra		
Suma			1 089 Kč

Tato tabulka popisuje materiální a personální zatížení při jednom cyklu sterilizace formaldehydovým sterilizátorem typu Getinge GE 2612. Při jednom procesu je možné vysterilizovat přibližně 27 ventilačních okruhů. V tabulce je uvedena cena a patřičné množství materiálu pro jeden sterilizační cyklus s 27 okruhy. Bowie-Dick testů je 28, neboť je tento test vkládán vždy do každého sterilizovaného balíčku, ale i do sterilizační komory. Každý z ventilačních okruhů je po manuálním očištění sanitářem umístěn do obalového materiálu, ve kterém je zdravotnický prostředek následně vysterilizován. Personální náklady byly počítány z množství odvedené práce na jednom sterilizačním cyklu. V závislosti na kvalifikaci pracovníka byla jeho měsíční průměrná mzda přepočítána na dobu strávenou na jednom procesu. Částka je vypočítána ze super hrubé mzdy. Celková cena jednoho procesu sterilizace, při kterém je možné vysterilizovat 27 ventilačních okruhů, činí 1 089 Kč. V ceně není zahrnut odpis sterilizátory, který byl již odepsán.

Tabulka 7: Výpočet spotřeby energie

výpočet ENERGIE	
průměrná cena E	3,71 Kč/kWh
příkon	0,8 kW
doba provozu	4h/cyklus
spotřeba za hodinu	2,97 Kč
spotřeba/cyklus	11,88 Kč

Výpočet spotřeby energie byl stanoven na základě průměrné ceny v ČR. Příkon byl zjištěn pomocí komunikace s technikem spravujícím sterilizační zařízení v nemocnici. Vzhledem

k průměrné době jednoho cyklu, který trvá 4 hodiny, byla pomocí online kalkulátoru [35] stanovena spotřeba energie na cyklus 11,88 Kč. Všechny získané parametry odpovídají používanému formaldehydovému sterilizátoru Getinge GE 2612.

Tabulka 8: Výpočet spotřeby páry

Výpočet PÁRA	
průměrná cen vody (vodné + stočné)	87,71 Kč/m ³
Množství páry/cyklus	38 kg
spotřeba/cyklus	3,3 Kč

Výpočet spotřeby páry byl stanoven pomocí průměrné ceny vodného a stočného v Jihlavě. Při komunikaci s technikem spravujícím sterilizátory firmy Getinge GE 2612 bylo zjištěno, že hmotnost 1 kg páry odpovídá 1 litru vody. Vzhledem ke spotřebě páry 38kg při jednom sterilizačním cyklu, byla cena stanovena na 3,3 Kč/cyklus. Cena likvidace kontaminované vody nebyla započítána, neboť nebyla nemocnicí poskytnuta.

4.3 Porovnání jednorázového a resterilizovatelného materiálu

Pro správné porovnání bylo nutné zmapovat ceny materiálu použitého při sterilizaci a zároveň i ceny jednotlivých typů ventilačních okruhů. Ceny jednorázových a resterilizovatelných okruhů jsou uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9: Ceny jednotlivých typů anesteziologických ventilačních okruhů

Materiál	cena za kus
Resterilizovatelný ventilační okruh z materiálu Hytrel 1,8m (A.M.I)	400 Kč
Kolínko	20 Kč
Y-spojka	45 Kč
Jednorázový ventilační okruh pro dospělé (A.M.I) 1,8m	84 Kč
Jednorázový ventilační okruh pro děti (A.M.I) 1,3m	122 Kč

V této tabulce jsou uvedeny ceny hadic a dílů nutných k sestavení okruhu u resterilizovatelného materiálu. Jelikož jsme nezískali doporučení výrobce k četnosti sterilizací u materiálu Hytrel, počítáme na základě zkušeností sester z centrální sterilizace s dobou 10 dní. Pro sestavení ventilačního okruhu ze dvou resterilizovatelných hadic je nutné použít Y-spojku a kolínko pro napojení pacientova filtru a jeho zajištění dýchacích cest. Kolínka a y-spojky byly v nemocnici používány jako jednorázové a vždy se na konci operačního programu vyřadily z provozu

Pro výpočet nákladů spojených s používáním jednorázových nebo resterilizovatelných ventilačních okruhů, bylo třeba stanovit jejich množství, které se během roku spotřebuje.

Tabulka 10: Množství potřebných okruhů na centrálních operačních sálech

Množství nutných okruhů na COS	měsíc	Rok
jednorázové	168	2016
resterilizovatelné	17	202
dětské okruhy - jednorázové	85	856
rezerva na odd. JVO- dospělí pacienti EPI režim	8	96
rezerva na odd. RVO- dospělí pacienti EPI režim	2	19
rezerva na oddělení - děti	20	240

V této tabulce jsou znázorněny jednotlivé možnosti ventilačních okruhů, které v práci uvažujeme. Za předpokladu, že je v nemocnici 6 centrálních operačních sálů, které jsou v provozu sedm dní v týdnu a dochází v nich k výměnám ventilačních okruhů vždy na konci operačního programu, bylo vypočítáno 42 jednorázových ventilačních okruhů týdně. Ročně pak 2016. Jelikož jsme nezískali doporučení od dodavatele na četnost povolených sterilizací u resterilizovatelného ventilačního okruhu z materiálu Hytel, uvažovali jsme, že materiál je odolný minimálně 10 sterilizacím formaldehydem. Proto u RVO jsme nutné množství okruhů snížili desetkrát. Dětské pacienty nemocnice ventiluje vždy jednorázovými okruhy a zároveň použije na každé dítě vždy nový okruh. Z dat získaných z nemocnice bylo zjištěno, že během roku 2015 bylo operováno pod celkovou anestezií 856 dětí. Dále byl zjištěn průměrný měsíční epidemiologický režim na operačních sálech, ke kterému dochází při ventilaci infekčního pacienta a ventilační okruh se po jeho anestezii musí celý vyměnit. Pokud se jedná o plánované operace infekčních pacientů, jsou tyto výkony přesouvány na konec operačního programu. V jiných případech je činnost konkrétního operačního sálu pozastavena a je provedena dekontaminace sálu v závislosti na infekci a vnitřních postupech. Průměrné množství epidemiologických režimů je ve vybrané nemocnici přibližně 8 za měsíc. Proto je s tímto množstvím počítáno při stanovení rezervy ventilačních okruhů ve výši 480 okruhů za měsíc. Rezerva dětských jednorázových ventilačních okruhů byla stanovena na 200 za rok.

Tabulka 11: Provoz na ostatních operačních sálech

Množství okruhů na ostatních sálech	počet sálů	provoz	výměna okruhů
chir. Jednodenní výkony	2	2x/týden	po op. programu
gynekologie	1	3x/týden	po op. programu
oční	1	podle akutnosti	po výkonu
Gastro-enterologie	1	2x/týden	po výkonu
CT - ablace (plánované)	1	3x/měsíc	po výkonu

V zobrazené tabulce je zachycen přehled jednotlivých operačních sálů, které jsou v provozu v závislosti na množství naplánovaných operací a zároveň i podle odborností. Na chirurgických jednodenních operačních sálech a sálech pro gynekologii probíhá provoz

dvakrát a třikrát týdně v závislosti na provozu a vytíženosti COS. Sály pro oční výkony, gastroenterologii a CT ablace jsou v provozu podle uvedené tabulky. Výměna ventilačních okruhů je na těchto sálech vždy po výkonu.

Tabulka 12: Množství použitých okruhů na ostatních operačních sálech

Operační sál	Množství/rok
chirurgické jednodenní	192
gynekologie	144
oční	23
Gastro-enterologie	124
CT-ablace	16
množství celkem	499

Ve vybrané nemocnici jsou mimo centrální operační sály využívány i další operační sály, kde jsou prováděny výkony podle různých odborností. Vzhledem k jejich týdenní a měsíční vytíženosti bylo stanoveno množství jednorázových ventilačních okruhů za rok. Celkem se na těchto sálech ročně spotřebuje 499 ventilačních okruhů. Na chirurgických jednodenních operačních sálech a gynekologii jsou okruhy vyměňovány na konci operačního programu. Po očních a gastro-entologických výkonech a CT-ablacích se okruhy vyměňují ihned po výkonu a každému pacientovi je připraven nový ventilační okruh.

Tabulka 13: Výpočet nákladů při používání jednorázových ventilačních okruhů na COS

použité okruhy/rok	množství	cena
okruhy pro dospělé/rok	2016	169 344 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní)/rok	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	185	15 540 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29 280 Kč
Nebezpečný odpad		49 788 Kč
suma/rok		368 384 Kč

Tabulka 8 popisuje množství jednorázových anesteziologických ventilačních okruhů a náklady na jejich použití na centrálních operačních sálech. Výpočet nutného minimálního množství byl sestaven z předpokladu každodenního provozu COS a výměny okruhů po ukončení operačního programu. Rezerva na oddělení byla stanovena na základě rozhovoru s vrchní sestrou z oddělení ARO a s přihlédnutím měsíčního průměru epidemiologického režimu na operačních sálech. Ten činí průměrně osm pacientů za měsíc. Počet dětských ventilačních okruhů byl stanoven na základě množství celkových anestezií dětí v roce 2015. Kolínka a y-spojky jsou již součástí jednorázových ventilačních okruhů, a proto se nemusí dokupovat zvlášť na rozdíl od resterilizovatelných anesteziologických ventilačních okruhů. Náklady na zpracování nebezpečného odpadu byly vypočteny z celkových nákladů oddělení na odpady, z nichž hmotnostně tvoří ventilační okruhy přibližně 70%. Podílem této částky

a množstvím použitých okruhů byla vypočítána přibližná částka na zpracování jednoho ventilačního okruhu. Přesnou částku nebylo možné určit, neboť nemocnice nevede evidenci hmotnosti odpadu, ale vede pouze vyfakturované částky. I když jsme měli k dispozici náklady na odpady za celý rok 2015, byly pro výpočet použity hodnoty od července 2015, kdy nemocnice přešla na jednorázové ventilační okruhy. Náklady na zpracování byly vyčísleny na 15 Kč za jeden okruh.

Tabulka 14: Výpočet nákladů při používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na COS

Použité okruhy/rok	množství	cena
okruhy pro dospělé/rok	201,6	80 640 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní JVO)	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	19	7 400Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29 280 Kč
Spojky	2201	99 045Kč
kolínka	2201	44 020 Kč
náklady na zprac. Odpadu		19 875 Kč
Sterilizace/rok		111 611Kč
suma/rok		496 303 Kč

Při stanovení množství používaných okruhů vycházíme z dat poskytnutých nemocnicí, kde ročně objednávají průměrně 2700 okruhů pro potřebu všech operačních sálů. Jelikož RVO je možné sterilizovat až desetkrát, je původní množství o tento násobek poníženo. Vysoké množství spojek a kolínek je dáno jejich jednorázovým použitím. Po součtu všech materiálních nákladů a ceny sterilizace je při porovnání s tabulkou 8 patrné, že používání RVO je dražší než JVO. Výše této částky není dána pouze samotnou sterilizací, ale i nákupem jednorázových spojek a kolínek, které náklady silně zvyšují. Pokud by nemocnice tyto součástky sterilizovala, byly by náklady mnohonásobně nižší. Cena sterilizace byla počítána z nutnosti sterilizačních cyklů, které by probíhaly pouze dvakrát týdně. Řešení bylo převzato z jiných nemocnic, které v rámci úspor sterilizují okruhy pouze jeden den v týdnu, aby byl sterilizátor co nejvíce naplněn.

4.4 Vytvoření jednotlivých modelů

V této kapitole budou uvedeny jednotlivé varianty v používání ventilačních okruhů při anesteziologických výkonech. Varianty byly zvoleny na základě dotazníků mapujících přístupy k této problematice jednotlivých nemocnic v ČR. Všechny varianty zahrnují předpoklad použití nového antibakteriálního filtru pro každého operovaného pacienta. S cenou filtrů za rok nepočítáme, protože vzhledem k poskytování antibakteriálních filtrů každému pacientovi, by byla tato částka ve všech možných variantách stejná. Dále by došlo k navýšení o fixní sumu, kterou bychom pro lepší přehlednost nákladovosti jednotlivých variant museli odečítat.

V nemocnici Jihlava jsou v současné době používány na centrálních operačních sálech a dalších specializovaných sálech jednorázové ventilační okruhy. Výměny okruhů jsou na COS prováděny vždy na konci operačního programu. Na specializovaných sálech je četnost výměn zaznamenána v tabulce výše. Četnost výměn ventilačních okruhů v následujících modelech byla uvažována za předpokladu ventilace neinfekčního pacienta. Pro ventilaci infekčního pacienta, či vznik nečekaného ušpinění okruhu během ventilace bylo vytvořeno rezervní množství ventilačních okruhů. Tato rezerva byla sestavena na základě poskytnutých dat o průměrných epidemiologických režimech na centrálních operačních sálech za měsíc. Dále byly ve všech modelech použity jednorázové dětské ventilační okruhy, a to i v případě, kdy se jednalo o model zahrnující pouze resterilizovatelné. Toto rozhodnutí bylo stanoveno na základě preferencí JVO u dětí v nemocnici Jihlava. Jejich cena byla podle nasmlouvané ceny nemocnice se společností A.M.I. Všechny uvedené varianty jsou založeny na výsledcích dotazníkového šetření a uzpůsobeny na potřeby a podmínky nemocnice Jihlava.

4.4.1 Varianta 1

Tabulka 15: Náklady při používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na všech operačních sálech

Použité RVO/rok na COS	množství	cena
okruhy pro dospělé/rok	202	80 640 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní)	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	19	7 400 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29 280 Kč
Y-spojky	2201	99 045 Kč
Kolínka	2201	44 020 Kč
náklady na zprac. Odpadu		19 874 Kč
Použité RVO/rok na specializovaných op. sálech		
okruhy pro dospělé/rok	50	27951Kč
Y-spojky	500	22 500 Kč
Kolínka	500	10 000 Kč
náklady na zprac. Odpadu		754 Kč
Sterilizace/rok		111 611 Kč
Suma/rok		557 507 Kč

V této tabulce vidíme náklady, které by vznikly, kdyby nemocnice používala resterilizovatelné ventilační okruhy na všech operačních sálech. Výměna okruhů by probíhala na COS po ukončení operačního programu. Na specializovaných sálech bude výměna po ukončení operačního programu a zároveň po ventilaci každého pacienta, v závislosti na prováděném výkonu a odbornosti oddělení. Cena sterilizace byla vypočítána na základě množství ventilačních okruhů za rok, které bylo vyděleno počtem okruhů možných vysterilizovat během jednoho cyklu. Toto množství bylo dále vynásobeno počtem nutných sterilizací za rok. Při tomto množství okruhů vychází jejich sterilizace na dva sterilizační cykly týdně.

4.4.2 Varianta 2

Tabulka 16: Náklady při používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na centrálních operačních sálech a jejich výměna po 5 dnech, na ostatních operačních sálech výměna RVO na konci operačního programu

Výpočet - resterilizovatelné okruhy	množství	Cena
okruhy pro dospělé/rok	40	16 128 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní JVO)	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	4	1 480 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29 280 Kč
Výpočet - resterilizovatelné okruhy	množství	Cena
y-spojka	440	19 809 Kč
kolínka	440	8 804 Kč
náklady na zprac. Odpadu		17 215 Kč
Použité RVO/rok na specializovaných op. Sálech		
okruhy pro dospělé/rok	50	22 929 Kč
Y-spojky	500	22 500 Kč
Kolínka	500	10 000 Kč
náklady na zprac. Odpadu		754 Kč
Sterilizace/rok		55 805Kč
Suma/rok		309 137 Kč

V této tabulce jsou zachyceny náklady spojené s používáním resterilizovatelných ventilačních okruhů na centrálních operačních sálech a dalších operačních pracovištích. Nízké náklady jsou dány snížením četností výměn okruhů na 5 dnů. Tato varianta byla zvolena na základě obdobného přístupu některých nemocnic v ČR. Vzhledem k jednorázovému použití kolínek a Y-spojky je jejich množství mnohonásobně zvýšeno z důvodu počtu sterilizací ventilačních okruhů. Okruhy použité na operačních sálech mimo centrální sály, jsou měněny podle zvyklosti oddělení. Množství sterilizačních cyklů za týden bylo stanoveno obdobně jako v předešlém případě. V této variantě bude stačit jeden sterilizační cyklus týdně

4.4.3 Varianta 3

Tabulka 17: Náklady při používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na centrálních operačních sálech a jejich výměna po 5 dnech. Na ostatních sálech – JVO a výměna na konci operačního programu

Výpočet - resterilizovatelné okruhy	množství	cena
okruhy pro dospělé/rok	40	16 128 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní JVO)	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	4	1 480 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29 280 Kč
rezerva na ostatních sálech JVO	90	7 560 Kč
y-spojka	440	19 809 Kč
kolínka	440	8 804 Kč
náklady na zprac. Odpadu		17 215 Kč

Výpočet - resterilizovatelné okruhy	množství	cena
Sterilizace/rok		55 805 Kč
Použití JVO na ostatních sálech		
okruhy pro dospělé/rok	499	41 916 Kč
náklady na zprac. Odpadu		7535
Suma/rok		309 965 Kč

V této tabulce je uvedena suma, kterou by oddělení zaplatilo při přechodu na strategii výměn resterilizovatelných ventilačních okruhů jednou za 5 dní. Standard výměn okruhů na vysunutých odborných pracovištích by byl zachován podle původního vzoru nemocnice Jihlava. Snížení četnosti výměn silně snižuje náklady, které jsou dány sníženým množstvím užívání spotřebního materiálu, který celkově náklady v jiných případech navyšuje. Jedná se především o užívání jednorázových kolínek a y-spojky, jejichž cena a velká spotřeba má silný vliv na konečné náklady. Při výpočtu bylo počítáno s rezervou jednorázových ventilačních okruhů na ostatních operačních sálech. Velikost rezervy byla stanovena na 90 okruhů za rok. Toto množství bylo určeno na základě měsíční objednávky JVO v nemocnici Jihlava.

4.4.4 Varianta 4

Tabulka 18: jednorázové ventilační okruhy na všech operačních sálech, výměna po každé ventilaci pacienta

Výpočet - JVO na COS	množství	cena
anestezie na COS - dospělí	3616	303 744 Kč
anestezie na COS - děti	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	185	15 540 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29 280 Kč
náklady na odpad		73 950 Kč
Použití JVO na ostatních sálech		
chirurgické jednodenní	908	76 272 Kč
gynekologie		
oční	23	1 932 Kč
gastro	124	10 416 Kč
CT	16	1 344 Kč
náklady na odpad	1071	16 173 Kč
cena celkem		633 083 Kč

Množství použitých ventilačních okruhů bylo přepočítáno z počtu celkových anestezií za rok. V roce 2015 bylo v nemocnici provedeno 5543 CA. Z průměrného počtu 21 celkových anestezií na centrálních operačních sálech za den a průměrných 6 za víkend bylo spočítáno 4687 CA pacientů na COS. Z tohoto čísla bylo odpočítáno 856 anestezií dětí. Dále ze zbylých 3616 anestezií byly odečteny známé počty CA z ostatních sálů, kde byly prováděny výkony pro specializace oční, gastro-enterologie a CT-ablace. Zbylých 908 anestezií odpovídá gynekologickým a chirurgickým výkonům, které nebyly provedeny na centrálních operačních

sálech. Celkové náklady při výměně ventilačních okruhů po každém pacientovi se vyšplhali na 633 083 Kč/rok.

4.4.5 Varianta 5

Tabulka 19: používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na COS a jejich výměna na konci operačního programu. Na ostatních sálech JVO a výměna po každé ventilace pacienta.

Použité RVO/rok na COS	množství	cena
okruhy pro dospělé/rok	202	80 640 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní)	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	19	7 400 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	122 Kč
Rezerva na ostatních sálech JVO	180	15 120 Kč
Y-spojky	2201	99 045 Kč
Kolínka	2201	44 020 Kč
náklady na zprac. Odpadu	1316	19 874 Kč
Sterilizace/rok		111 611 Kč
Použití JVO na ostatních sálech		
chirurgické jednodenní	908	76 272 Kč
gynekologie		
oční	23	1 932 Kč
gastro	124	84 Kč
CT	16	1 344 Kč
náklady na odpad	1071	16 173 Kč
cena celkem		578 070 Kč

Celkové náklady při kombinaci resterilizovatelných a jednorázových ventilačních okruhů a jejich výměna na konci operačního programu na centrálních sálech a výměna po každém pacientovi na ostatních sálech je druhou nejdražší variantou. Její výše je dána četností výměn jednorázových ventilačních okruhů po každé ventilaci pacienta. Dále je cena ovlivněna množstvím nutného nákupu y-spojek, neboť ty společně s kolínky nejsou součástí balení resterilizovatelných ventilačních okruhů. Celkové náklady zpracování nebezpečného odpadu jsou 36 048 Kč. Konečná výše této varianty je 578 070 Kč.

4.4.6 Varianta 6

Tabulka 20: Používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na COS a jejich výměna po 5 dnech. Na ostatních sálech RVO pro každého pacienta nový

Výpočet - resterilizovatelné okruhy	množství	cena
okruhy pro dospělé/rok	40	16 128 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní JVO)	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	4	1 480 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29 280 Kč
rezerva na ostatních sálech RVO	9	7 560 Kč
y-spojka	440	19 809 Kč
kolínka	440	8 804 Kč
náklady na zprac. Odpadu		17 215 Kč

Použití RVO na ostatních sálech	množství	cena
chirurgické jednodenní	91	36 320 Kč
gynekologie		
oční	2	920 Kč
gastro	12	4 960 Kč
CT	2	640 Kč
y-spojka	1071	48 195 Kč
kolínka	1071	21 420 Kč
Sterilizace/rok		55 805 Kč
náklady na odpad		1 617 Kč
cena celkem		374 586 Kč

Jednou z levnějších variant je používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na všech operačních sálech v nemocnici, a to s výměnou okruhů po 5 dnech na centrálních operačních sálech a výměnou RVO na ostatních sálech po každém pacientovi. Při této variantě jsou celkové náklady 374 586 Kč. Přibližné náklady na zpracování nebezpečného odpadu činí 18 833 Kč. Nejnákladnější položkou jsou zde ventilační okruhy pro děti, které jsou používány jako jednorázové. Další vysoce nákladnou položkou jsou již výše zmíněné y-spojky. Sterilizace v tomto případě vyjde na 55 805 Kč.

4.4.7 Varianta 7

Tabulka 21: Současné používání ventilačních okruhů v nemocnici Jihlava

použité okruhy/rok na COS	množství	cena
okruhy pro dospělé/rok	2016	169 344 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní)/rok	856	104 432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	185	15 540 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29 280 Kč
náklady na odpady		49 788 Kč
použité okruhy/rok na specializovaných op. sálech		
chirurgické jednodenní	192	16 128 Kč
gynekologie	144	12 096 Kč
oční	23	1 932 Kč
gastro	124	10 416 Kč
CT	16	1 344 Kč
náklady na odpady		7 535 Kč
Suma/rok		417 835 Kč

Tato tabulka znázorňuje náklady, spojené s aktuálním přístupem k používáním jednorázových anesteziologických ventilačních okruhů v nemocnici Jihlava. Celkové náklady při ročním použití 3796 okruhů činí 417 835 Kč. Nejnákladnější položkou je, kromě nákupu JVO, zpracování nebezpečného odpadu, které tvoří 57 323 Kč z celkové částky. Vzhledem k počtu operací je provoz z pohledu spotřeby ventilačních okruhů na centrálních operačních sálech nákladnější než na specializovaných sálech.

Následující varianty jsou modifikované pro potřeby nemocnice a zahrnují jednotlivé možnosti a přístupy v používání anesteziologických ventilačních okruhů na operačních sálech. Modely vychází z různých kombinací využití okruhů v jiných nemocnicích v ČR. Zmapování přístupů dalších nemocnic bylo provedeno pomocí dotazníku uvedeného v příloze

4.4.8 Varianta 8

Tabulka 22: Výměna ventilačních okruhů před změnou v nemocnici Jihlava

Použité ROV/rok na COS	množství	cena
okruhy pro dospělé/rok	202	80640 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní)	856	104432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	19	7400 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29280 Kč
Rezerva na ostatních sálech JVO	90	7560 Kč
Y-spojky	2201	99045 Kč
Kolínka	2201	44020 Kč
náklady na zprac. Odpadu		21234 Kč
Sterilizace/rok		111 611 Kč
použité okruhy/rok na specializovaných op. sálech		
chirurgické jednodenní	192	16128 Kč
gynekologie	144	12096 Kč
oční	23	1932 Kč
gastro	124	10416 Kč
CT	16	1344 Kč
náklady na odpady		7535 Kč
Suma/rok		554 673Kč

Tato tabulka zachycuje náklady, které nemocnice vynakládala před změnou přístupu k resterilizovatelným ventilačním okruhům, které z důvodu zastavení dodávky musela přestat odebírat. Jedná se o variantu, která zahrnuje rozmístění RVO na centrálních operačních sálech a JVO na ostatních sálech, kde je nastavený standard podle výkonů. Na chirurgických a gynekologických sálech jsou výměny JVO po ukončení operačního programu a na operačních sálech pro gastroenterologii, oční a CT jsou okruhy měněny po každém výkonu. Je to dáno častou infekčností pacientů vyskytujících se na těchto sálech a zároveň malým množstvím výkonů. Celkové náklady byly stanoveny na 554 673 Kč.

4.4.9 Varianta 9

Tabulka 23: Výměna jednorázových ventilačních okruhů po 48 hodinách

použité okruhy/rok na COS	množství	Cena
okruhy pro dospělé/rok	1008	84672 Kč
okruhy pro děti (každé má svůj vlastní)/rok	856	104432 Kč
rezerva na odd.- dospělí pacienti EPI režim	92,5	7770 Kč
rezerva na oddělení - děti/rok	240	29280 Kč

náklady na odpady	2196,5	33169 Kč
použité okruhy/rok na specializovaných op. sálech	množství	Cena
chirurgické jednodenní	192	16128 Kč
gynekologie	144	12096 Kč
oční	23	1932 Kč
gastro	124	10416 Kč
CT	16	1344 Kč
náklady na odpady	499	7535 Kč
Suma/rok		308 775 Kč

Tato poslední varianta byla stanovena na základě výsledků studií uvádějících bakteriální osídlení anesteziologických ventilačních okruhů po 48 hodinách. Na centrálních operačních sálech budou okruhy měněny jednou za 48 hodin. Na ostatních operačních sálech bude zachován standard jako v předešlé tabulce. Stejně tak zůstal i přístup výměn okruhů pro dětské pacienty. Celkové náklady při této variantě by nemocnici vyšly na 308 775Kč.

4.5 Komparace nákladových účtů

Další částí práce je komparace nákladových účtů. Data pro toto srovnání byla získána komunikací s hlavní účetní Nemocnice Jihlava, která nám poskytla rozpisy jednotlivých nákladových účtů za všechny čtyři kvartály roku 2014 a 2015. Pro porovnávání bylo použito poslední čtvrtletí. V něm byly sledovány nákladové účty: 501041000 – ostatní spotřební zdravotnický materiál, 518081000 – nebezpečné odpady a vnitropodnikový nákladový účet 7000500 – Centrální sterilizace.

Tabulka 24: Vybrané účty

období	Číslo účtu	Název účtu	počáteční stav	koncový stav	změna stavu	náklady celkem
4.q 2014	501041000	Ostatní SZM neuvedený	803 209 Kč	1 125 658 Kč	14 116 253 Kč	52 928 754 Kč
	7000500	Centrální sterilizace	475 900 Kč	605 586 Kč		
	518081000	nebezpečné odpady	117 796 Kč	135 356 Kč		
1.q 2015	501041000	Ostatní SZM neuvedený	0 Kč	368 431 Kč	13 626 373 Kč	13 626 373 Kč
	7000500	Centrální sterilizace	0 Kč	163 790 Kč		
	518081000	nebezpečné odpady	0 Kč	18 119 Kč		
2.q 2015	501041000	Ostatní SZM neuvedený	368 431 Kč	683 472 Kč	13 550 902 Kč	27 177 276 Kč
	7000500	Centrální sterilizace	163 790 Kč	413 937 Kč		
	518081000	nebezpečné odpady	18 119 Kč	39 333 Kč		
3.q 2015	501041000	Ostatní SZM neuvedený	683 472 Kč	943 322 Kč	13 914 256 Kč	41 091 531 Kč
	7000500	Centrální sterilizace	413 937 Kč	560 508 Kč		
	518081000	nebezpečné odpady	683 472 Kč	943 322 Kč		
4.q 2015	501041000	Ostatní SZM neuvedený	943 322 Kč	1 314 345 Kč	14108 871 Kč	55 200 402 Kč
	7000500	Centrální sterilizace	56 123 Kč	77 900 Kč		
	518081000	nebezpečné odpady	560 508 Kč	719 802 Kč		

V uvedené tabulce jsou zobrazeny účty, jejichž změny byly sledovány v hodnocení efektivnosti jednotlivých modelů. Všech osm variant bylo porovnáváno s posledním kvartálem. Dále byly sledovány náklady na celé oddělení za rok, které jsou též zachyceny v posledním čtvrtletí. Sloupec změna stavu, je pro přehlednost peněžního toku oddělením během všech čtvrtletí. Do účtu 501041000 – ostatní SZM neuvedený je zařazen nákup jednorázových, nebo resterilizovatelných ventilačních okruhů. Na účtu centrální sterilizace jsou pouze režijní náklady vzniklé při sterilizaci materiálu pro dané oddělení. Ostatní náklady vzniklé sterilizací jsou v nákladových účtech centrální sterilizace. Účet nebezpečné odpady byl sledován z důvodu zařazení použitých anesteziologických ventilačních okruhů do nebezpečného odpadu.

Následující tabulka zobrazuje přehled a nákladovost jednotlivých variant pro lepší orientaci v jejich následném zpracování.

Tabulka 25: Přehled variant a jejich cen

1	RVO na všech sálech (COS+ostatní), výměna na konci OP	557 507 Kč
2	RVO na COS výměna po 5 dnech, ostatní na konci OP	309 139 Kč
3	RVO na COS po 5 dnech, ostatní JVO a výměna na konci OP	309 965 Kč
4	JVO na všech sálech (COS + ostatní) ,výměna po každé ventilaci pacienta	633 083 Kč
5	RVO na COS - výměna na konci OP, na ostatních JVO - po každé ventilaci nový	578 070 Kč
6	RVO na COS-výměna po 5 dnech, ostatní pro každého RVO nový	374 58 Kč
7	nemocnice Jihlava na COS a ostatních - JVO, výměna na konci OP	417 835 Kč
8	RVO na COS a JVO na ostatních (dříve - Jihlava)	554 673 Kč
9	JVO – Výměna na COS po 48 hodinách	308 775 Kč

Čísla ve výše uvedené tabulce zobrazují přehled nákladovosti jednotlivých variant. Hodnoty zvýrazněné červeně jsou varianty přesahující současnou nákladovost anesteziologicko-resuscitačního oddělení při používání jednorázových ventilačních okruhů. Zelená čísla jsou variantami, které by za předpokladu zavedení v nemocnici byly pro oddělení úspornější. Jde však většinou o úspory na úkor kvality poskytované péče, neboť z uvedených studií byla dokázána rostoucí bakteriální kontaminace ventilačních okruhů po 24 - 48 hodinách jeho používání. Varianta 7 je v současnosti v nemocnici zavedena a varianta 8 je přístup oddělení k používání ventilačních okruhů před rokem. Z těchto dvou hodnot můžeme vyčíst, že i když bylo oddělení nuceno přejít k používání jednorázových anesteziologických ventilačních okruhů z důvodu ukončení dodávek RVO firmou A.M.I., je výsledkem tohoto přechodu finanční úspora.

Tabulka 26: Přehled jednotlivých variant

Název účtu	1		2		3	
	částka	koncový stav	částka	koncový stav	částka	koncový stav
Ostatní SZM	425 646 Kč	1 379 479 Kč	235 362 Kč	1 189 196 Kč	187 493 Kč	1 141 326 Kč
CS	31 158 Kč	109 058 Kč	15 579 Kč	93 479 Kč	15 579 Kč	93 479 Kč
NO	20 628 Kč	523 812 Kč	17 969 Kč	521 153 Kč	24 751 Kč	527 935 Kč
Náklady celkem	477 432 Kč	55 259 998 Kč	268 911 Kč	55 051 477 Kč	227 823 Kč	55 010 389 Kč

4		5		6	
částka	koncový stav	částka	koncový stav	částka	koncový stav
542 960 Kč	1 496 793 Kč	430 411 Kč	1 384 244 Kč	299 948 Kč	1 253 781 Kč
0 Kč	77 900 Kč	31 158 Kč	109 058 Kč	15 579 Kč	93 479 Kč
90 123 Kč	593 307 Kč	36 048 Kč	539 232 Kč	18 833 Kč	522 017 Kč
633 083 Kč	55 415 649 Kč	497 617 Kč	55 280 183 Kč	334 360 Kč	55 116 926 Kč

7 Jihlava - nyní		8 Jihlava - před rokem		9	
částka	koncový stav	částka	koncový stav	částka	koncový stav
360 512 Kč	1 314 345 Kč	414 293 Kč	1 368 126 Kč	268 070 Kč	1 221 903 Kč
0 Kč	77 900 Kč	31 158 Kč	109 058 Kč	0 Kč	77 900 Kč
57 323 Kč	560 508 Kč	28 769 Kč	531 953 Kč	40 705 Kč	543 889 Kč
417 835 Kč	55 200 402 Kč	474 220 Kč	55 256 787 Kč	308 775 Kč	55 091 341 Kč

Ve výše uvedených tabulkách můžeme vidět pohyb nákladů na jednotlivých účtech. Jedná se o názvy účtů: ostatní spotřební materiál, centrální sterilizace a nebezpečné odpady. Uvedená čísla v nadpisech jednotlivých tabulek 1-9, zastupují názvy jednotlivých variant. Barevně zvýrazněné hodnoty jsou stejně jako hodnoty uvedené v textu výše, označeny na základě porovnání se stávajícími hodnotami nákladovosti používání jednorázových anesteziologických ventilačních okruhů v nemocnici Jihlava. Výpočty byly provedeny odečtem koncového stavu jednotlivých účtů uvedených ve variantě 7 „Jihlava – nyní“ a přičtením na stejnou pozici nákladů vzniklých v další konkrétní variantě. Stejným způsobem byly přepočítány i náklady na oddělení za rok. Nejnákladnější variantou je číslo 4, jehož roční rozdíl v celkových nákladech je přibližně 215 247 Kč ve srovnání se současným stavem na oddělení. Varianta 8 zahrnuje používání resterilizovatelných ventilačních okruhů, které byly na oddělení před necelým rokem nahrazeny jednorázovými. Tato částka se od nejdražší varianty číslo 4 liší o 158 862 Kč. Devátou variantou je výměna anesteziologických ventilačních okruhů po 48 hodinách. Ta je o 109 060 Kč levnější, než stávající varianta.

4.6 Průzkum trhu

Pro nalezení nového dodavatele ventilačních okruhů z materiálu Hytrel pro nemocnici, byl proveden průzkum nabízených zdravotnických prostředků na trhu. Zvolení dodavatelů bylo na základě výsledků dotazníkového šetření. Vyhledávání dodavatelů bylo zaměřeno na nabízené ventilační okruhy na webových stránkách a v katalozích jednotlivých firem.

Tabulka 27: Průzkum trhu dodavatelů

Dodavatel/výrobce	Nabízí VO z materiálu Hytrel
Intersurgical	ano
A.M.I	ne
medisap	ano
LamiPromed	ne
Anres	ne
Polymed	ne
Dräger	ano
Cheiron	ne
Hoyer	ne

Z devíti nejčastějších dodavatelů ventilačních okruhů je v nabídce pouze u třech ventilační okruh z látky Hytrel. V sortimentu ostatních firem převládá mezi resterilizovatelnými okruhy materiál silikon. Současný trend přechodu na jednorázový spotřební materiál se odráží i v malém počtu zastoupení ventilačních okruhů z Hytrelu.

4.7 Analýza nákladové efektivity

Z literární rešerše vyplývá, že při používání antibakteriálních filtrů pro každého pacienta, dochází k výraznému snížení bakteriologického osídlení ventilačních okruhů. Dále bylo zjištěno, že kontaminace okruhů po 24 hodinách a 48 hodinách se od sebe nijak zásadně neliší. S tímto faktem dále bude počítáno v analýze nákladové efektivity, ve které bude uvedena úspora při výměně jednorázových ventilačních okruhů po 48 hodinách na centrálních operačních sálech, za předpokladu ponechání zavedeného standardu použití ventilačních okruhů pro děti (pro každého dětského pacienta nový) a poskytnutí nového antibakteriálního filtru pro každého pacienta.

Pro vytvoření analýzy nákladové efektivity budeme uvažovat dvě možné varianty, které mohou být v nemocnici zavedeny. Jedná se o možnost výměny anesteziologických ventilačních okruhů po 48 hodinách na COS, které povede k úsporám. Druhá varianta je ukázka možnosti zvyšování úrovně kvality poskytované péče, a to výměnou anesteziologických ventilačních okruhů po každém pacientovi. Obě možnosti budou porovnány s výměnou ventilačních okruhů po 24 hodinách.

4.7.1 Kontaminace anesteziologických ventilačních okruhů

Tabulka 28: Kontaminace okruhů po 24 a 48 hodinách

Doba	24 hodin		48 hodin	
	celkové množství okruhů	z toho kontaminovaných	celkové množství okruhů	z toho kontaminovaných
20	30	1	44	2
21	110	0	75	3
22	105	28	100	25
suma	245	29	219	30
procento		12%		14%
průměrná kontaminace		8		7

Podle použitých studií, dochází ke kontaminaci anesteziologických okruhů již po 24 hodinách. Bakteriální kontaminace odpovídá 12% z použitých anesteziologických ventilačních okruhů po uplynutí 24 hodinového intervalu. Toto procento odpovídá průměrné kontaminaci každého osmého ventilačního okruhu. Po 48 hodinách je možné nalézt bakteriální kontaminaci již u 14% použitých anesteziologických ventilačních okruhů. Kontaminaci je již po uplynutí této doby možné nalézt v každém sedmém ventilačním okruhu. Z těchto hodnot můžeme vyčíst, že s rostoucím intervalem používání ventilačních okruhů, narůstá i procento jejich kontaminace. A možné riziko nákazy pacienta.

4.7.2 Provedení analýzy nákladové efektivity

Pro provedení CEA byly stanoveny dvě možné varianty, který byly porovnány se současným stavem výměn anesteziologických ventilačních okruhů v nemocnici. Tyto možnosti ukazují, jaký přístup z hlediska zvýšení kvality péče by byl pro nemocnici nepřínosnější. Ve všech variantách uvažujeme pouze jednorázové anesteziologické ventilační okruhy. Sledovaným efektem je maximalizace kvality péče daná poměrem kontaminovaných anesteziologických ventilačních okruhů za stanovenou dobu a náklady spojenými s jejich pořizovací cenou a likvidací.

Varianta A uvažuje výměnu okruhů po 24 hodinách. Jedná se o variantu, kterou budeme srovnávat s ostatními dvěma, neboť je tento postup v současné době nastaven ve vybrané nemocnici.

Tabulka 29: CEA – varianta A

počet operačních sálů	6
počet JVO	6
cena za JVO	504 Kč
náklady na odpad	91 Kč
cena celkem	595 Kč
efekt	5,28
náklad	595 Kč

Při výměně jednorázových anesteziologických okruhů po 24 hodinách, je celkem spotřebováno 6 okruhů, neboť je celkem 6 centrálních operačních sálů. Ostatní operační sály do výpočtu neuvažujeme z důvodu jejich malého vytížení a nevelkého počtu výkonů za rok. Cena okruhů je stanovena násobkem počtu okruhů a jejich cenou placenou kupující. Náklady na odpad byly počítány stejně jako v kapitolách výše. Celkové náklady byly tak stanoveny na 595 Kč. Efekt byl vypočítán na základě 12% kontaminace okruhů použitých za 24 hodin, a to odečtem od celkově nekontaminovaných. Efektem je tedy číslo vyjadřující množství okruhů vynásobené 88% bezpečných okruhů.

Tabulka 30: CEA - varianta B

počet operačních sálů	6
počet operací za den	12
počet JVO	12
cena za JVO	1008 Kč
náklady na odpad	181 Kč
cena celkem	1 189 Kč
efekt	12
náklad	1 189 Kč

Varianta B je zaměřena na výměnu anesteziologických ventilačních okruhů po každém pacientovi. Průměrný počet operací za den byl stanoven, na základě množství celkových anestezií za rok 2015, na 12. Cena těchto okruhů a náklady na jejich likvidaci byly stanoveny stejně jako ve variantě A. Efekt je 12, jelikož výměnou okruhů po každém pacientovi můžeme sledovat 100% nekontaminovaných okruhů.

Tabulka 31: CEA – varianta C

počet operačních sálů	6
počet JVO	6
cena za JVO	252 Kč
náklady na odpad	45,5 Kč
cena celkem	298 Kč
efekt	5,16
náklad	298 Kč

Třetí variantou je stanovení efektu, tedy maximalizace kvality péče při výměně anesteziologických ventilačních okruhů po 48 hodinách. Náklady na zpracování okruhů a jejich cena byly stanoveny stejně jako v předešlých případech. Efekt je vypočítán odečtem 14% kontaminovaných okruhů ze 100% nekontaminovaných.

Výpočet:

$$\frac{E_A}{C_A} = \frac{6 * 0,88}{595} = 8,87 * 10^{-3} \Rightarrow 8,87 * 10^{-3} * 10^3 = 8,87$$

$$\frac{E_B}{C_B} = \frac{12 * 1}{1189} = 0,01 \Rightarrow 0,01 * 10^3 = 10$$

$$\frac{E_C}{C_C} = \frac{6 * 0,86}{298} = 0,017 \Rightarrow 0,017 * 10^3 = 17$$

Výsledky výpočtů jsou vynásobeny 10^3 pro jejich lepší čitelnost.

Nejlepší variantou z hlediska efektu na jednotku nákladu je varianta C. Tudiž při výměnách ventilačních okruhů po 48 hodinách je vzhledem k velikosti nákladů dosaženo největšího efektu. Tento výsledek vyplývá i při prostém porovnání kontaminace a nákladů při výměnách okruhů po 24 a 48 hodinách, kdy nárůst kontaminace je ve druhém případě podle studií větší o jedno procento. Z hlediska kontaminace okruhů je nejlepší varianta B, u které je minimální riziko vzniku kontaminace a následného přenosu choroboplodných zárodků na jiného pacienta. Toto zjištění je dáno malým rozdílem mezi kontaminacemi okruhů po 24 hodinách a po 48 hodinách.

5 Diskuse

Proces sterilizace je spojen s mnoha náklady a personálním zatížením. V rámci Evropské unie, ale i světa jsou místně nastaveny sterilizační standardy zdravotnických prostředků. Anesteziologické ventilační okruhy patří mezi zdravotnický materiál, se kterým se setkáváme ve zdravotnických zařízeních jak v jednorázové, tak v resterilizovatelné podobě. V USA je na základě guidelines stanovených CDC nařízena výměna všech resterilizovatelných částí ventilačního okruhu po každém pacientovi [11]. Ve Velké Británii je možné užívat ventilační okruh, za předpokladu vložení čistého antibakteriálního filtru mezi zajištění dýchacích cest a okruh, po dobu 7 dnů [14]. V České republice se doba, po kterou je okruh používán se diametrálně v jednotlivých zdravotnických zařízeních odlišuje. V rámci zkoumání bylo zjištěno, že v současné době se výměny anesteziologických ventilačních okruhů pohybují v rozmezí jednoho až sedmi dnů. Současně existují zdravotnická zařízení, která jsou schopna poskytovat každému pacientovi zvláště jeho vlastní ventilační okruh. Různorodost přístupů českých zdravotnických zařízení může být dána nedostatečnou informovaností zdravotnického personálu o tomto riziku. Dalším důvodem, proč jsou výměny těchto okruhů tak odlišné je nenastavený standard z hlediska hygienických požadavků na jejich užívání. Zároveň je i možnou motivací snaha ušetřit. Při tvorbě práce došlo ke snaze kontaktování Ministerstva zdravotnictví České republiky, Spojené akreditační komise (SAK), České společnosti anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (ČSARIM) z důvodu objasnění, zda je dán standard ohledně výměn anesteziologických ventilačních okruhů. Všechny z uvedených institucí na položený dotaz neodpověděly. Dále bylo zjištěno, že nemocnice, které provádí výměny okruhů po 5-7 dnech, kdy je jejich kontaminace již značná [23] prošly akreditací spojené akreditační komise. Tento fakt poukazuje na nedostatečnost akreditačního systému z hlediska prevence nozokomiálních nákaz.

Dotazníkového šetření se zúčastnilo celkem 21 nemocnic. Jedna z nich chtěla zůstat v anonymitě, a tak v otázce jedna nebyl uveden její název. Odpovědi u otázky 4 se u nemocnice v Českých Budějovicích, Frýdku-Místku, Břeclavi a Chebu silně vymykaly průměrným hodnotám. Z uvedených dat ostatních nemocnic je průměrné množství anestezií na jednom z centrálních operačních sálů za týden cca 30. Výše zmíněné nemocnice však uvedly pouze pět nebo šest operací za týden. Zkreslenost odpovědí může být způsobena špatným přečtením otázky, neboť takto malé množství anestezií odpovídá jednomu dnu. Dále pak v případě Česko Budějovické nemocnice při provozu 25 centrálních sálů, by byl takto malý počet operací za týden na jednom ze sálů ztrátovým. Většina nemocnic uvedla používání jednorázových ventilačních okruhů jak pro dospělé, tak i pro děti, a to z materiálu PVC. Nemocnice preferující sterilizaci používají ventilační okruhy ze silikonu. Sedm z celkového počtu nemocnic uvedlo výměnu okruhů po 5 a více dnech. Ostatní vyměňují okruhy na konci operačního programu. Nemocnice v Klatovech provádí výměnu po každém pacientovi. Zvláštností byly odpovědi na devátou otázku. Bod devět zjišťoval, jak často nemocnice sterilizují ventilační okruhy. Na výběr bylo z možností od „každý den“ po „1x týdně“ a zároveň byla nabídnuta i varianta „Ventilační okruhy nesterilizujeme (máme pouze jednorázové)“. Thomayerova nemocnice a nemocnice v Kladně a v Ostravě v otázkách 5 a 6 uvedly, používání jednorázových ventilačních okruhů. Zároveň ale v otázce 9 uvedly, že sterilizují okruhy každý den, kromě nemocnice v Kladně, která podle odpovědi provádí

sterilizaci jednou týdně. Důvodů této nesrovnalosti může být několik. Za prvé je možné, že vrchní sestry při vyplňování dotazníku zaškrtnuly místo odpovědi: „*Ventilační okruhy nesterilizujeme (máme pouze jednorázové)*“, z nepozornosti jinou z uvedených variant. Druhou možností je, že jsou v nemocnici používány i resterilizovatelné okruhy v menší míře než jednorázové, a proto nebyly uvedeny v předešlých otázkách. Poslední možnou variantou je sterilizace jednorázových ventilačních okruhů. Pokud v těchto nemocnicích probíhá sterilizace jednorázových materiálů, které jsou podle výsledků z dotazníkového šetření z PVC, dochází v souvislosti se sterilizací k degradaci povrchu okruhu a výskytu rezidua etylenoxidu nebo formaldehydu, který zůstává v materiálu. PVC není teplotně odolný materiál, a proto v jeho případě není možná sterilizace za vysokých teplot [29]. Poslední otázka v dotazníku mapovala preferenci v dodavatelích ventilačních okruhů. Primární postavení zaujímá firma Intersurgical, na druhém místě je A.M.I a na třetím jako nečastější dodavatel ventilačních kruhů byla uvedena společnost Dräger. Dále z dotazníku vyplynulo, že některé nemocnice mají více než jednoho dodavatele okruhů.

Pro výpočet porovnání efektivity použití jednorázových a resterilizovatelných ventilačních okruhů byla získána data z nemocnice Jihlava. Při výpočtu nákladů na sterilizaci ventilačních okruhů došlo k obtížně řešitelné situaci, a to vyjádření množství sterilizace, které je výrobce schopný garantovat jako únosné materiálem. Pro lepší informovanost o doporučeních výrobcem k použití tohoto zdravotnického prostředku, bylo kontaktováno několik firem, které byly v dotazníku uvedeny jako nejčastější dodavatelé. Naše žádost se týkala poskytnutí doporučení výrobce k resterilizovatelným ventilačním okruhům. Výsledkem byla nulová reakce. Na základě zákona o zdravotnických prostředcích by výrobci měli být schopni veřejně poskytnout informace, či návod k použití zdravotnického prostředku. Problémem je, že vzhledem k zařazení anesteziologických ventilačních okruhů do spotřebního materiálu třídy I, nejsou tak veřejně dohledatelné pokyny výrobce k tomuto prostředku. Ani po přímém kontaktování Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL) jsme nezískali doporučení výrobce. Proto pro účely práce byla stanovena odhadem personálu z centrální sterilizace a anesteziologicko-resuscitačního oddělení nemocnice Jihlava hodnota minimálních deseti sterilizací, které by měl být anesteziologický ventilační okruh z materiálu Hytrel schopen vydržet.

Výsledkem kalkulací nákladů, při použití jednorázových a resterilizovatelných ventilačních okruhů, byla úspora financí po zavedení jednorázových. Velká nákladnost okruhů určených ke sterilizaci je ve výpočtech dána cenou kolínek a y-spojek, bez kterých se sestavení ventilačního okruhu neobejde. Bohužel tyto součástky nejsou určené ke sterilizaci, a proto se musí k uzavření okruhu používat vždy nové. Tímto rapidně narůstají náklady při možnosti sterilizace okruhů. Řešením této skutečnosti by byla koupě takových součástí okruhu, které by bylo možné sterilizovat. U jednorázových ventilačních okruhů tyto díly jsou již implementovány v balení, a proto jejich nákupu není nutný.

Pro optimální rozvržení anesteziologických ventilačních okruhů v nemocnici Jihlava byly vytvořeny jednotlivé varianty výměn okruhů. Modely vycházely z výsledků dotazníků a byly upraveny pro podmínky nemocnice. Celkem bylo vytvořeno devět variant. Při jejich tvorbě jsme byli limitováni pouze podmínkou dětských pacientů, kteří mají vždy jednorázové

okruhy, které jsou poskytnuty vždy pouze jednomu dítěti. Ve výpočtech byly uvedeny ceny, za které reálně nemocnice nakupuje materiál. Varianta 4 byla ze všech nejdražší, protože uvažovala výměnu jednorázových ventilačních okruhů po každém pacientovi. Varianty 1 a 5 byly též dražší, protože obě obsahovaly sterilizaci ventilačních okruhů, která je nákladnější než jednorázové okruhy. Varianty 2,3 a 6 též počítaly se sterilizací okruhů, ale jelikož byla jejich výměna na centrálních operačních sálech nastavena po pěti dnech, byly náklady nižší. Všechny tři varianty se lišily v rozvržení okruhů na ostatních operačních sálech. Současné nastavení výměn jednorázových okruhů v nemocnici se v porovnání s ostatními variantami jeví z hlediska nákladovosti jako neoptimálnější. Pokud by oddělení chtělo ušetřit, muselo by přestoupit na variantu 2,3,6 nebo přejít na výměnu okruhů po více než 24 hodinách na centrálních operačních sálech a zachovat současný stav výměn na ostatních sálech. Jestli-že by nejvyšším záměrem bylo zvyšování úrovně péče, mohlo by oddělení přestoupit na variantu 4, která zahrnuje používání jednorázových ventilačních okruhů a jejich výměnu po každém pacientovi. Tato možnost je však o 215 248 Kč/rok dražší než současný stav. Dále byl proveden výpočet pro porovnání současného přístupu nemocnice k výměně ventilačních okruhů s dřívějším. Dříve nemocnice z důvodu předpokládaných úspor používala resterilizovatelné ventilační okruhy. Z výpočtu však vyplynulo, že tento minulý přístup byl o 138 462 Kč za rok dražší než současný.

Z důvodu lepší pozorovatelnosti toku nákladů a vlivu variant, byla provedena komparace nákladových účtů při aplikaci jednotlivých možností přístupů k výměnám okruhů. Změnou ve výsledných hodnotách variant bylo odečtení všech nákladů na sterilizaci a ponechání pouze režijních nákladů. Ty jsou v nemocnici účtovány konkrétnímu oddělení, pro které sterilizace pracuje. Ostatní náklady vzniklé při sterilizaci jsou v účtech centrální sterilizace. I přes ponechání pouze režijních nákladů nedošlo ke změně dražších variant na levnější. Je to z důvodu vysoké částky spotřebního materiálu, kterou u variant 1 a 5 silně navyšují jednorázová kolínka a y-spojky potřebné k resterilizovatelným ventilačním okruhům. U varianty 4 je její vysoká cena dána značnou spotřebou ventilačních okruhů, neboť uvažuje možnost výměn po každém pacientovi.

Z hlediska vyšší nákladové efektivity sterilizace okruhů bylo ve všech variantách počítáno s odesláním ventilačních okruhů ke sterilizaci jednou týdně. Pokud je nemocnice bude sterilizovat každý den, dojde k naplnění sterilizátoru téměř z jedné pětiny. Do přístroje můžeme vložit maximálně 27 okruhů, avšak po každém dni jich je po výměně na konci operačního programu pouze 6. Takto bude sterilizátor spouštěn pětkrát týdně. Pokud by probíhala sterilizace pouze jeden den v týdnu, mohl by být spuštěn pouze dvakrát a obsahovat při každém procesu 21 okruhů. Jeden cyklus sterilizátoru trvá 4 hodiny, proto by byl tento přístup z hlediska nákladů, ale i času efektivnější.

Při průzkumu trhu bylo zjištěno, že jen malý počet firem je schopen dodávat ventilační okruhy z materiálu Hytrel. Tento nedostatek může být dán současným trendem přechodu na jednorázové ventilační okruhy, který se projevil i ve výsledcích dotazníku. Pravděpodobně je tento posun dán nižší nákladovostí při používání jednorázových ventilačních okruhů a snadnější manipulací s infekčním materiálem, která je při sterilizaci mnohem náročnější než jednoduché vyhození okruhu do nebezpečného odpadu.

Pomocí analýzy nákladové efektivity bylo zjištěno, že výměny ventilačních okruhů po každém pacientovi jsou z hlediska bakteriální kontaminace nejlepší, avšak při přepočtu velikosti efektu na jednotku nákladu je nejpřínosnější varianta výměn okruhů po 48 hodinách. Je to z důvodu malého rozdílu kontaminace okruhů po 24 a 48 hodinách, který se liší 2 procentní body. Pokud tento efekt vydělíme nízkými náklady, je výsledkem nejvyšší efektivita. Výstupní hodnota této analýzy může být zkreslena malým množstvím dat získaných rešerší literatury. Dalším možným zkreslením je použití HME filtru ve dvou z uvedených studií, kdy tak bylo dosaženo nižší propustnosti bakterií, než ve třetím případě, kdy byl pro výzkum aplikován elektrostatický filtr, který již z dřívějších zkoumání vyšel jako méně efektivní [21,22,23]. Výstup z této analýzy by měl sloužit nemocnici jako ukázka možnosti úspor, při které ještě nedochází k významnému zhoršení kvality péče, ale zároveň je volbou nemocnice, jakou variantu přijme, či zda zůstane u současné výměny okruhů po ukončení operačního programu.

Dále byla uvedena studie zabývající se kvalitou elektrostatických a hydrofobních antibakteriálních filtrů. Filtr má pacient před výkonem vždy nový. Bylo zjištěno, že elektrostatické filtry mají vyšší propustnost bakterií než HME filtry. Vzhledem k velkému rozdílu cen mezi typy filtrů je v rámci úspor levnější používat elektrostatický filtr. Pokud tedy nemocnice vyměňují anesteziologický okruh po více dnech, riziko vzniku infekce u pacienta z tohoto důvodu narůstá. Ve studii bylo také poukázáno na rozdílnou kvalitu výrobců. Například filtry Fita-therm a Clear-therm jsou elektrostatickými filtry vyráběnými firmou Intersurgical. Avšak filtr Fita-therm obstál ve zkoušce mnohem lépe než Clear-therm [32].

Z hlediska bezpečnosti sterilizace ventilačních okruhů je vzhledem ke kvalitě materiálu Hytrel vhodné zvolit jinou než formaldehydovou sterilizaci. Rizikem rezidua této látky, které po procesu zůstává na materiálu, je jeho mírná toxicita [5]. Působení ethylen oxidu nemá na strukturu okruhů z materiálu Hytrel vliv, ale je zde podobné riziko jeho použití jako u předešlého média. Navíc je po použití ethylen oxidu nutné odvětrávání materiálu. Nejvhodnějším způsobem sterilizace je v tomto případě sterilizace suchým teplem nebo gama zářením. Obě možnosti nemají na termoplastický kopolyesterelastomer, ze kterého je Hytrel složen, vliv [12]. Současně tak nedochází k zatížení materiálu toxickými látkami.

6 Závěr

Cílem této práce bylo porovnat nákladovou efektivitu při sterilizaci ventilačních okruhů s jednorázovými. Pro účely práce byla navázána komunikace s nemocnicí Jihlava, p.o.. V nemocnici byly dříve používány resterilizovatelné ventilační okruhy z materiálu Hytrel. Díky dřívějším zkušenostem nemocnice se sterilizací okruhů, nám byla poskytnuta data a ceny materiálu z doby sterilizace i ze současnosti, kdy jsou na centrálních operačních sálech používány pouze jednorázové okruhy. Veškeré výpočty a aplikace modelů rozvržení okruhů, byly nastaveny na potřeby této konkrétní nemocnice.

Ze zkoumání bylo zjištěno, že sterilizace je nákladově méně efektivní v porovnání s používáním jednorázových okruhů. Dále z hlediska efektivity sterilizace ventilačních okruhů v nemocnici byl navržen systém sterilizace okruhů probíhající jeden den v týdnu místo každého dne, z důvodu efektivního využití sterilizátoru. Zároveň jsou jednorázové okruhy z pohledu bezpečnosti přijatelnější, neboť při formaldehydové sterilizaci okruhů z látky Hytrel zůstává na povrchu materiálu reziduální formalín. Ten je ve vyšší míře pro ventilovaného pacienta toxický.

Dotazníkovým šetřením byl zmapován přístup českých nemocnic k používání jednorázových nebo sterilizovatelných anesteziologických ventilačních okruhů. Bylo zjištěno, že většina z dotázaných nemocnic používá jednorázové okruhy. Pomocí dotazníku byly také zjišťovány četnosti výměn těchto okruhů, které se liší od výměny po každém pacientovi po dobu sedmi dnů. Zároveň rešerše studií ukázala, že s rostoucí dobou napojení okruhů na ventilátor roste jejich bakteriální kontaminace. Antibakteriální filtry aplikované před každou ventilací pacienta tak nejsou dostatečně účinné a hrozí riziko vzniku nozokomiálních nákaz.

Práce odhalila nenastavený standard výměn anesteziologických ventilačních okruhů, které mohou být tak zdrojem nozokomiálních nákaz. Výměny okruhů po týdnu byly zaznamenány i u akreditovaných nemocnic společností SAK. Dále bylo poukázáno na nemožnost zjišťování informací o zdravotnickém prostředku třídy I. Návod k použití a doporučení výrobce by měli být veřejně dostupné, ale nejsou.

Výměny jednorázových anesteziologických ventilačních okruhů v nemocnici Jihlava probíhají v současné době po ukončení operačního programu. Toto řešení bylo v dotazníkovém průzkumu nejčastější. Pokud by oddělení chtělo ušetřit náklady, má možnost vybrat si z některých uvedených variant, které byly vytvořeny na základě dat z dotazníkového zkoumání. Dále je uvedena možnost výměn ventilačních okruhů po každém pacientovi, která se jeví jako vysoce efektivní při zvyšování kvality péče, avšak z hlediska poměru bakteriální kontaminace a nákladovosti, ve srovnání s výměnou po 24 hodinách, není významněji efektivnější.

Seznam použité literatury

- [1] WILSON, Anthony J. a Sandeep NAYAK. Disinfection, sterilization and disposables. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine* [online]. 2013, roč. 14, č. 10, s. 423–427. ISSN 14720299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2013.07.004
- [2] VEERABADRAN, Sethu a Ian M. PARKINSON. Cleaning, disinfection and sterilization of equipment. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine* [online]. 2010, roč. 11, č. 11, s. 451–454. ISSN 14720299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2010.08.005
- [3] MÁLEK, J a A DVOŘÁK. Charakteristika anestetických systémů. *Základy anesteziologie*. 2009. Dostupné také z: <http://www2.lf3.cuni.cz/opencms/export/sites/www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/anesteziologie/journal/galerie-download/zaklady-anesteziologie.pdf>
- [4] KAREŠ, Ivan. Sterilizace zdravotnických prostředků. *Nové vademecum: Sterilizace*. 2010, 6(1): 42-45. ISSN 1802-0542.
- [5] MELICHERČÍKOVÁ, Věra. *Sterilizace a dezinfekce*. 2., doplň. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2015, 174 s. ISBN 9788074921391.
- [6] DOSTÁL, Pavel. *Základy umělé plicní ventilace*. 2., rozš. vyd. Praha: Maxdorf, c2005, 292 s. Jessenius. ISBN 80-7345-059-3.
- [7] DAGGAN, Ralph, Andreas ZEFEIRIDIS, Dean STEINBERG, Ghassem LARIJANI, Irwin GRATZ a Michael E. GOLDBERG. High-quality filtration allows reuse of anesthesia breathing circuits resulting in cost savings and reduced medical waste. *Journal of Clinical Anesthesia* [online]. 1999, roč. 11, č. 7, s. 536–539. ISSN 09528180. Dostupné z: doi:10.1016/S0952-8180(99)00083-5
- [8] TABLAN, Ofelia C, Larry J ANDERSON, Richard BESSER, Carolyn BRIDGES a Rana HAJJEH. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003: recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. *MMWR. Recommendations and reports : Morbidity and mortality weekly report. Recommendations and reports / Centers for Disease Control* [online]. 2004, roč. 53, č. RR-3, s. 1–36. ISSN 0149-2195. Dostupné z: doi:rr5303a1 [pii]
- [9] Q & A [online]. [vid. 23. duben 2015]. Dostupné z: http://apsf.org/newsletters/html/2009/spring/07_QA.htm
- [10] HALBEIS, C. B E, Alex MACARIO a John G. BROCK-UTNE. The reuse of anesthesia breathing systems: another difference of opinion and practice between the United States and Europe. *Journal of Clinical Anesthesia* [online]. 2008, roč. 20, č. 2, s. 81–83. ISSN 09528180. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclinane.2007.10.006
- [11] Lawes EG. Hidden hazards and dangers associated with the use of HME/filters in breathing circuits. Their effect on toxic metabolite production, pulse oximetry and airway resistance. *Br J Anaesth*. 2003;91:249–64.

- [12] MCKEEN, Laurence W. a Liesl K. MASSEY. *The effect of sterilization on plastics and elastomers*. 3rd ed. Waltham, Mass.: William Andrew, 2012. PDL handbook series. ISBN 1455725986.
- [13] KANEMITSU, K., H. KUNISHIMA, T. SAGA, H. HARIGAE, T. IMASAKA, Y. HIRAYAMA a M. KAKU. Residual formaldehyde on plastic materials and medical equipment following low-temperature steam and formaldehyde sterilization. *Journal of Hospital Infection* [online]. 2005, roč. 59, č. 4, s. 361–364. ISSN 01956701. Dostupné z: doi:10.1016/j.jhin.2004.09.039
- [14] VONBERG, R-P a P GASTMEIER. Infection control measures in anaesthesia. *Anesthesiologie, Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie : AINS*. 2005, roč. 40, č. 8, s. 453–458.
- [15] *Předpis č. 306/2012 Sb. - Vyhláška o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích... - Aktuální znění* [online]. [vid. 10. květen 2015]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-306>
- [16] *ČSN EN 14180 Sterilizátory pro zdravotnické účely - Sterilizátory s nízkoteplotní směsí páry a formaldehydu - Požadavky a zkoušení* [online]. [vid. 24. duben 2015]. Dostupné z: <http://www.csnormy.cz/norma/59520>.
- [17] *ČSN EN ISO 17665 1 - náhled normy* [online]. [vid. 10. květen 2015]. Dostupné z: http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=855251-csn-en-iso-17665-1&kat=78282.
- [18] DINGWALL, Robert a Emma ROWLEY. 2007. The university of Nottingham. *Patient safety: The reuse of single use devices* [online]. (2) [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.birmingham.ac.uk/Documents/college-mds/haps/projects/cfhep/psrp/finalreports/PS022FinalReportDingwall.pdf>
- [19] VÉZINA, D P, C a TRÉPANIER, M R LESSARD, M GOURDEAU a C TREMBLAY. Anesthesia breathing circuits protected by the DAR Barrierbac S breathing filter have a low bacterial contamination rate. *Canadian journal of anaesthesia = Journal canadien d'anesthésie*. 2001, roč. 48, č. 8, s. 748–754. ISSN 0832610X.
- [20] KRAMER, Axel, Rainer KRANABETTER, Jörg RATHGEBER, Klaus ZÜCHNER, Ojan ASSADIAN, Georg DAESCHLEIN, Nils-Olaf HÜBNER, Edeltrut DIETLEIN, Martin EXNER, Matthias GRÜNDLING, Christian LEHMANN, Michael WENDT, Bernhard Martin GRAF, Dietmar HOLST, Lutz JATZWALK, Birgit PUHLMANN, Thomas WELTE a Antony R WILKES. Infection prevention during anaesthesia ventilation by the use of breathing system filters (BSF): Joint recommendation by German Society of Hospital Hygiene (DGKH) and German Society for Anaesthesiology and Intensive Care (DGAI). *GMS Krankenhaushygiene interdisziplinär* [online]. 2010, roč. 5, č. 2, s. 1–19. ISSN 1863-5245. Dostupné z: doi:10.3205/dgkh000156
- [21] HARTMANN, D., M. JUNG, T. R. NEUBERT, C. SUSIN, C. NONNENMACHER a R. MUTTERS. Microbiological risk of anaesthetic breathing circuits after extended

- use. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica* [online]. 2008, roč. 52, č. 3, s. 432–436. ISSN 00015172. Dostupné z: doi:10.1111/j.1399-6576.2007.01529.x
- [22] HÜBNER, Nils-Olaf, Georg DAESCHLEIN, Christian LEHMANN, Sergei MUSATKIN, Ute KOHLHEIM, Andreas GIBB, Ojan ASSADIAN a Hiroyoshi KOBAYASHI. Microbiological safety and cost-effectiveness of weekly breathing circuit changes in combination with heat moisture exchange filters: a prospective longitudinal clinical study. *GMS Krankenhaushygiene interdisziplinär* [online]. 2011, roč. 6, č. 1, s. Doc15. ISSN 1863-5245. Dostupné z: doi:10.3205/dgkh000172
- [23] MCGAIN, F., C. M. ALGIE, J. O'TOOLE, T. F. LIM, M. MOHEBBI, D. a. STORY a K. LEDER. The microbiological and sustainability effects of washing anaesthesia breathing circuits less frequently. *Anaesthesia* [online]. 2014, roč. 69, č. 4, s. 337–342. ISSN 13652044. Dostupné z: doi:10.1111/anae.12563
- [24] *Katalog výrobku pro ANESTÉZII & INTENZIVNÍ PÉČI* [online]. [vid. 1. květen 2015]. Dostupné z: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:89TU4zgtVQQJ:files.vbm.cz/20000020847c6848c0b/Anest%25C3%25A9zie%25202014.pdf+%&cd=11&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>.
- [25] *Hadice silikonová Spirasil dospělí* [online]. [vid. 1. květen 2015]. Dostupné z: http://www.anres.cz/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=103&category_id=31&option=com_virtuemart&Itemid=53
- [26] Katalog vybraných skladových produktů. 2014. *MSA-medical* [online]. [cit. 2015-05-13]. Dostupné z: <http://www.msa-medical.cz/photo/home/docs/anestezie.pdf>
- [27] *Hytrel® - elastomer, TEEE, TPE, TPC-ET, termoplast, konstrukční plast, semikrystalické plasty* [online]. [vid. 3. květen 2015]. Dostupné z: http://www2.dupont.com/Czech_Republic_Country_Site/cs_CZ/Products_and_Services/Products/hytrel.html#9. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2013.07.004
- [28] *MEDUTEK Handelsgesellschaft für Medizintechnik mbH: Product - Respiratory tubing HYTREL with silicone cuffs* [online]. [vid. 3. květen 2015]. Dostupné z: <http://www.medutek.com/search.php?id=78&lang=en>
- [29] BURGOS, Nuria a Alfonso JIMÉNEZ. Degradation of poly(vinyl chloride) plasticized with non-phthalate plasticizers under sterilization conditions. *Polymer Degradation and Stability* [online]. 2009, roč. 94, č. 9, s. 1473–1478. ISSN 01413910. Dostupné z: doi:10.1016/j.polyimdegradstab.2009.05.004
- [30] MVCR. *Evaluace socioekonomického rozvoje – doplňující texty k Metodické příručce. Příloha F01 Analýza nákladů a výnosů, Sourcebook II: Metody a techniky.* [online] Praha: MVCR, 2009. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/soubor/analyza-nakladu-a-vynosu-cba-pdf.aspx>
- [31] ROGALEWICZ, Vladimír a Ivana JUŘÍČKOVÁ. Hodnocení zdravotnických technologií. *Metodická Příručka*. 2014, s. 1–100.

- [32] WILKES, A, J BENBOUGH, S SPEIGHT a M HARMER. The bacterial and viral filtration performance of breathing system filters. *Anaesthesia*. 2000, **5**(55), 458-65. ISSN 0003-2409. Dostupné také z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10792138>
- [33] PACHL, Jan. *Základy anesteziologie a resuscitační péče* [online]. Dostupné z: <http://old.lf3.cuni.cz/studium/materialy/anesteziologie/anesteziologie.htm>
- [34] Anestetický přístroj. In: *WikSkripta* [online]. 2015 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Anestetick%C3%BD_p%C5%99%C3%ADstroj
- [35] Vypočítej to [online]. Adam Kašpárek [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.vypocitejto.cz/energie/spotreba-elektriny.html>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Stručné schéma anesteziologického přístroje [34]	16
Obrázek 2: Popis umístění filtru [19]	20
Obrázek 3: Propustnost filtrů [32].....	21
Obrázek 4: Anesteziologické okruhy – dospělí.....	30
Obrázek 5: anesteziologické okruhy – děti	30
Obrázek 6: Materiál.....	31
Obrázek 7: Četnost výměn JVO	32
Obrázek 8: Četnost výměn RVO.....	33
Obrázek 9: Sterilizace ventilačních okruhů	33
Obrázek 10: Preference dodavatelů ventilačních okruhů.....	34

Seznam tabulek

Tabulka 1: Způsoby sterilizace a guidelines v různých zemích.....	18
Tabulka 2: Úspory materiálu.....	24
Tabulka 3: Materiály a způsob sterilizace.....	25
Tabulka 4: Doba expirace	25
Tabulka 5: Výsledky výzkumného šetření – doplňující otázky	29
Tabulka 6: materiální a pracovní náklady na jeden proces sterilizace	35
Tabulka 7: Výpočet spotřeby energie.....	35
Tabulka 8: Výpočet spotřeby páry	36
Tabulka 9: Ceny jednotlivých typů anesteziologických ventilačních okruhů.....	36
Tabulka 10: Množství potřebných okruhů na centrálních operačních sálech	37
Tabulka 11: Provoz na ostatních operačních sálech.....	37
Tabulka 12: Množství použitých okruhů na ostatních operačních sálech.....	38
Tabulka 13: Výpočet nákladů při používání jednorázových ventilačních okruhů na COS	38
Tabulka 14: Výpočet nákladů při používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na COS	39
Tabulka 15: Náklady při používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na všech operačních sálech	40
Tabulka 16: Náklady při používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na centrálních operačních sálech a jejich výměna po 5 dnech, na ostatních operačních sálech výměna RVO na konci operačního programu	41
Tabulka 17: Náklady při používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na centrálních operačních sálech a jejich výměna po 5 dnech. Na ostatních sálech – JVO a výměna na konci operačního programu.....	41
Tabulka 18: jednorázové ventilační okruhy na všech operačních sálech, výměna po každé ventilaci pacienta.....	42
Tabulka 19: používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na COS a jejich výměna na konci operačního programu. Na ostatních sálech JVO a výměna po každé ventilace pacienta.	43
Tabulka 20: Používání resterilizovatelných ventilačních okruhů na COS a jejich výměna po 5 dnech. Na ostatních sálech RVO pro každého pacienta nový.....	43
Tabulka 21: Současné používání ventilačních okruhů v nemocnici Jihlava.....	44
Tabulka 22: Výměna ventilačních okruhů před změnou v nemocnici Jihlava	45
Tabulka 23: Výměna jednorázových ventilačních okruhů po 48 hodinách	45
Tabulka 24: Vybrané účty	46
Tabulka 25: Přehled variant a jejich cen	47
Tabulka 26: Přehled jednotlivých variant	48
Tabulka 27: Průzkum trhu dodavatelů	49
Tabulka 28: Kontaminace okruhů po 24 a 48 hodinách.....	50
Tabulka 29: CEA – varianta A	50
Tabulka 30: CEA - varianta B.....	51
Tabulka 31: CEA – varianta C	51

Seznam příloh

Příloha 1: Dotazník.....	65
Příloha 2: Výsledky dotazníků	67
Příloha 3: ARO Jihlava – anesteziologické výkon za rok 2015	68

Příloha 1: Dotazník

Otázky a možnosti odpovědí v dotazníku

Otázka 1: *Uveďte název nemocnice, ve které pracujete:*

Otázka 2: *Uveďte počet centrálních operačních sálů ve Vaší nemocnici:*

Otázka 3: *Uveďte počet dní v týdnu, během kterých jsou centrální operační sály v provozu:*

Otázka 4: *Uveďte průměrný počet anestezií týdně pro jeden z centrálních operačních sálů.*

Otázka 5: *Jaký typ anesteziologických ventilačních okruhů na centrálních operačních sálech používáte?*

- Jednorázové
- Resterilizovatelné
- Oba uvedené typy

Otázka 6: *Jaké anesteziologické ventilační okruhy používáte pro anestezie dětí?*

- Jednorázové
- Resterilizovatelné
- Oba uvedené typy

Otázka 7: *Z jakého materiálu jsou Vámi používané anesteziologické ventilační okruhy vyrobeny?*

- Hytrel
- PVC
- PE
- Silikon
- Jiné (uveďte)

Otázka 8: *Jak často vyměňujete na centrálních operačních sálech anesteziologické ventilační okruhy? (za předpokladu, že nedojde k ušpinění okruhu během výkonu, nebo ventilaci infekčního pacienta)*

- Po každém pacientovi
- Na konci operačního programu
- Jednou za 2 dny
- Jednou za 3 dny
- Jednou za 4 dny
- Jednou za 5 dní
- Jednou za 6 dní
- Jednou za týden
- Jiná možnost (uveďte)

Otázka 9: *Jak často odesíláte anesteziologické resterilizovatelné ventilační okruhy na sterilizaci?*

- 1x týdně
- 2x týdně
- 3x týdně
- 4x týdně
- 5x týdně
- 6x týdně
- Každý den
- Ventilační okruhy nesterilizujeme (máme pouze jednorázové)

Otázka 10. *Od koho objednáváte anesteziologické ventilační okruhy (resterilizovatelné i jednorázové)? Uveďte:*

Příloha 2: Výsledky dotazníků

Nemocnice	Počet CS	počet dní v týdnu provozu CS	Průměrný počet anestézií (1sál/týden)	Typ okruhů	Okruhy pro dě	Materiál	Četnost výmě	sterilizace okruhů/tý den	Dodavatel
Nemocnice Na Bulovce	4	7	50	jednorázové	resteriliz.	PVC	po 5 dnech	1 týdně	intersurgical
Thomayerova nemocnice	8	7	70	jednorázové	jednorázové	PVC	na konci OP	každý den	A.M.I, asoua, Polymed, Intersur.
ON Kladno a.s.	8	5	20	jednorázové	jednorázové	PVC	na konci OP	1 týdně	intersurgical
FN Ostrava	18	7	50	jednorázové	jednorázové	PVC	po 8 hodinách	každý den	intersurgical
ON Trutnov a.s.	5	5	15	resteriliz.	resteriliz.	silikon	na konci OP	každý den	Cirus
Nemocnice Písek a.s.	5	5	30	oba typy	oba typy	silikon	na konci OP	2 týdně	-
Nemocnice Č. Budějovice a.s.	25	7	6	oba typy	oba typy	silikon	po 5 dnech	1 týdně	Drager
Nemocnice Jihlava, p.o.	6	7	32	jednorázové	jednorázové	PVC	na konci OP	0	A.M.I
Nemocnice Č. Krumlov a.s.	5	5	20	jednorázové	jednorázové	PE	na konci OP	každý den	A.M.I, intersurgical, cheiron
Krajská nemocnice Liberec a.s.	14	7	20	jednorázové	jednorázové	PP, EVA	1 za týden	0	Drager, Hoyer
KZ, a.s. Nemocnice Chomutov, o.z.	7	7	12	jednorázové	jednorázové	PVC	na konci OP	0	intersurgical
Nemocnice ve Frýdku-Místku p.o.	5	5	5	jednorázové	jednorázové	PVC	na konci OP	0	0
Domažlická nemocnice, a.s.	4	7	21	jednorázové	jednorázové	PVC	na konci OP	0	A.M.I
FN Plzeň - Borská část	4	5	30	jednorázové	jednorázové	PE	1 za týden	0	intersurgical
Nemocnice Břeclav p.o.	6	5	6	oba typy	resteriliz.	silikon	po 5 dnech	1 týdně	intersurgical, ARMIS
Nemocnice Teplice, o.z.	10	5	40	jednorázové	jednorázové	PVC	na konci OP	0	A.M.I
Nemocnice s poliklinikou Havířov p.o.	7	5	12	jednorázové	jednorázové	PP,EVA PE	1 za týden	0	Drager, intersurgical
Klatovská nemocnice, a.s.	10	7	8	jednorázové	jednorázové	PVC	po každém P	0	několik
KKN a.s. nemocnice v Chebu	7	4	5	jednorázové	resteriliz.	PVC	na konci OP	0	A.M.I
Uherskohradištská nemocnice a.s.	8	5	30	jednorázové	jednorázové	PVC	na konci OP	0	Drager, A.M.I
XXX	5	7	32	jednorázové	jednorázové	latex free	1 za týden	0	A.M.I, Drager

Příloha 3 : ARO Jihlava – anesteziologické výkon za rok 2015

KATEGORIE ANESTEZIE	I/15	II/15	III/15	IV/15	V/15	VI/15	VII/15	VIII/15	IX/15	X/15	XI/15	XII/15	CELKEM
Během pohotovostní služby	72	93	65	77	72	67	59	72	88	87	77	78	907
Výkony delší než 2 h	80	74	76	76	54	66	38	34	76	72	74	53	773
Anesteziologický dohled	4	8	0	5	3	3	6	2	5	7	11	4	58
Anest. ambulantní dohled	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4
Ambulantní anestezie	3	2	4	4	4	2	3	4	6	1	0	0	33
Děti 0-19	76	78	86	83	56	84	37	46	84	98	70	58	856
U dětí delší než 2 h	0	0	1	0	2	0	2	1	3	4	1	0	14
U dětí regionální anestezie	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
U pacientů nad 65 let	199	180	157	171	170	177	104	117	161	178	156	127	1 897
U pacientů nad 65 let delší než 2 h	34	41	30	38	17	27	22	16	30	30	29	27	341
U pacientů nad 65 let - regionální	43	41	31	36	43	32	26	28	39	47	23	26	415
Regionální - SAA	87	91	84	81	85	70	52	65	78	84	58	65	900
Regionální - EDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EDA katetr	39	36	34	40	32	37	18	16	40	47	43	25	407
Regionální - Periferní bloky	5	5	11	6	6	8	4	5	7	32	25	28	142
Sectio Caesarea - CA	2	2	3	2	5	3	4	4	7	7	4	2	45
Sectio Caesarea - RA	19	29	27	26	19	23	21	26	20	17	20	18	265
zemřeli do 24 hod po CA	0	1	1	1	2	2	1	0	0	0	0	0	8
zemřeli do 24 hod po RA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mors in tabula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anestezie dle oddělení													
TRAUMATOLOGIE	85	86	67	71	86	78	69	83	100	111	75	71	982
CHIRURGIE	211	204	220	199	168	197	91	86	169	221	202	187	2 155
GYNEKOLOGIE	117	93	112	107	97	110	59	54	124	77	95	98	1 143
UROLOGIE	64	50	60	52	49	57	27	33	55	47	63	42	599
ORL	68	60	83	59	53	60	19	36	63	65	58	38	662
ORTOPEDIE	88	83	85	77	68	72	34	44	73	79	65	52	820
OČNÍ	4	3	3	1	2	1	2	1	0	3	1	2	23
C.T.	2	4	0	0	3	0	0	0	1	3	3	0	16
RADIOLOGIE	0	0	0	0	2	6	4	4	1	0	0	0	17
INT KV	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0	0	5
PORODNÍ ANALGÉZIE	3/1	2/2	2/1	3/0	2/0	4/1	4/3	3/3	3/2	2/0	2/1	1/0	31/14
PEG	13	8	10	10	12	10	4	7	10	17	13	10	124
ZUBNÍ	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	5
ZOTAVOVACÍ POKOJ	590	520	577	518	494	529	253	302	512	553	516	415	5 779
CELKEM ANESTEZIÍ													6 887

