



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra biomedicínské techniky

**Celkové náklady vlastnictví plicních ventilátorů na
anesteziologickém oddělení**

**The Total Cost of Ownership of Ventilators in the Anesthesiology
Department**

Diplomová práce

Studijní program: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví

Studijní obor: Studijní program se nedělí na obory a specializace

Vedoucí práce: Ing. Petra Hospodková, Ph.D., MBA

Bc. Hana Procházková

Kladno 2022

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Procházková** Jméno: **Hana** Osobní číslo: **456621**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra biomedicínské techniky**
Studijní program: **Systémová integrace procesů ve zdravotnictví**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Celkové náklady vlastnictví plicních ventilátorů na anesteziologickém oddělení

Název diplomové práce anglicky:

The Total Cost of Ownership of Ventilators in the Anesthesiology Department

Pokyny pro vypracování:

Hlavní cílem diplomové práce je analýza celkových nákladů vlastnictví plicních ventilátorů na anesteziologickém oddělení. Dílčím cílem je analýza ekonomické náročnosti spotřebního materiálu k vybraným typům plicních ventilátorů s ohledem na environmentální dopady. Nejprve proveďte analýzu zahraničních publikací a na jejím základě definujte vhodné nákladové kategorie, které jsou relevantní pro nákladovou analýzu plicních ventilátorů. Sumarizujte také poznatky o nákladové efektivitě. Z dostupných dat vnitřního informačního systému nemocnice proveďte syntézu podkladů pro následnou kalkulaci nákladových položek. Dále proveďte komparaci možných spotřebních materiálů pro vybrané typy plicních ventilátorů – zaměřte se na srovnání sterilizovatelných materiálů a materiálů na jedno použití a vyhodnoťte je pomocí techniky LCC. Závěrem vytvořte sumář doporučení jako možný podklad pro rozhodování o nákupu spotřebního materiálu i plicních ventilátorů.

Seznam doporučené literatury:

- [1] HEILALA, J., K. HELIN a J. MONTONEN., Total cost of ownership analysis for modular final assembly systems, International Journal of Production Research, ročník 44, číslo 3967-398, 2006
- [2] RODA, Irene, Marco MACCHI a Saverio ALBANESE, Building a Total Cost of Ownership model to support manufacturing asset lifecycle management, Production Planning and Control, ročník 31, číslo 1, 2020, 19-37 s.

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Petra Hospodková, MBA

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **14.02.2022**

Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2023**

doc. Ing. Martin Rožánek, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Celkové náklady na vlastnictví plicních ventilátorů na anesteziologickém oddělení“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 12.05.2022

.....

Bc. Hana Procházková

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala své vedoucí diplomové práce, paní Ing. Petře Hospodkové, Ph.D., MBA, za její cenné rady a trpělivost při vedení mé diplomové práce.

ABSTRAKT

Název práce: Celkové náklady na vlastnictví plicních ventilátorů na anesteziologickém oddělení

Metoda celkových nákladů na vlastnictví je ekonomickou metodou, díky které jsme schopni posuzovat a hodnotit náklady spojené s majetkovým vlastnictvím po celou dobu vlastnictví majetku. Cílem diplomové práce byla analýza celkových nákladů vlastnictví (TCO) plicních ventilátorů na anesteziologickém oddělení, analýza ekonomické náročnosti spotřebního materiálu s použitím techniky LCC k vybraným typům plicních ventilátorů s ohledem na environmentální dopady a vytvoření sumáře doporučení pro nákup plicních ventilátorů a spotřebních materiálů. Z výsledků práce vyplývá, že na celkových nákladech na vlastnictví se nejvíce podílejí provozní náklady. U spotřebních materiálů je častěji ekonomicky výhodnější variantou sterilizovatelný spotřební materiál. Hlavním doporučením pro nákup plicních ventilátorů a spotřebních materiálů je využití vícekriteriálního hodnocení.

Klíčová slova

celkové náklady na vlastnictví, LCC, náklady na životní cyklus, plicní ventilátor, spotřební materiál, TCO

ABSTRACT

The title of the Thesis: The Total Cost of Ownership of Ventilators in the Anesteziology Department

The total cost of ownership method is an economic method that allows us to assess and evaluate the costs associated with property ownership over the entire ownership period. The aim of this thesis were to analyse the total cost of ownership (TCO) of pulmonary ventilators in the anaesthetic department, to analyse the economic performance of consumables using the LCC technique to selected types of pulmonary ventilators with respect to environmental impacts and to produce a summary of recommendations for the purchase of pulmonary ventilators and consumables. The results of the work show that operating costs are the largest contributor to the total cost of ownership. For consumables, are sterilisable consumables more often the economically viable option. The main recommendation for the purchase of lung ventilators and consumables is the use of multi-criteria evaluation.

Keywords

Total Cost of Ownership, LCC, life cycle costing, pulmonary ventilators, consumables, TCO

Obsah

Seznam symbolů a zkratk.....	9
1 Úvod	11
2 Přehled současného stavu.....	13
2.1 Metoda Total Cost of Ownership	13
2.2 Využití metody TCO ve zdravotnictví	15
2.2.1 TCO pro výrobce zdravotnických prostředků	16
2.2.2 TCO v oblasti IT ve zdravotnictví.....	17
2.2.3 Aplikace metody TCO pro zdravotnické prostředky.....	19
2.2.4 Nákladová efektivita.....	20
2.3 Umělá plicní ventilace.....	24
2.3.1 Sterilizovatelný versus jednorázový spotřební materiál – enviromentální dopady	24
2.4 Východiska pro modifikaci a nákladovou analýzu modelu TCO	26
3 Cíle diplomové práce	31
4 Metody	32
4.1 Definice nákladových kategorií	32
4.1.1 Pořizovací náklady	34
4.1.2 Náklady na uvedení do provozu	34
4.1.3 Náklady na provoz.....	35
4.1.4 Náklady na servis a údržbu.....	36
4.1.5 Náklady na likvidaci.....	37
4.2 Syntéza podkladů ze zdravotnického zařízení	37
4.3 Komparace možných spotřebních materiálů pomocí techniky LCC	38
4.4 Sumář doporučení pro rozhodování o nákupu plicních ventilátorů a jejich spotřebních materiálů.....	40
4.5 Celkové náklady na vlastnictví	40
4.5.1 Diskontování.....	40
5 Výsledky.....	42
5.1 Definice nákladových kategorií	42
5.2 Analýza daných typů ventilátorů.....	42
5.3 Vyhodnocení kategorií nákladů plicních ventilátorů	43

5.3.1	Pořizovací náklady	44
5.3.2	Náklady na uvedení do provozu	46
5.3.3	Náklady na provoz.....	46
5.3.4	Náklady na servis a údržbu.....	57
5.3.5	Náklady na likvidaci.....	60
5.4	Porovnání nákladů na ventilátory ve sledovaném období 2017–2021.....	60
5.5	Celkové náklady na vlastnictví plicních ventilátorů	62
5.6	Komparace spotřebních materiálů.....	64
5.6.1	Ventilátory typu S.....	65
5.6.2	Ventilátory typu X.....	67
5.6.3	Ventilátory typu A.....	69
5.6.4	Ventilátory typu E	70
5.7	Sumář doporučení	72
6	Diskuse	75
7	Závěr	82
	Seznam použité literatury	83
	Seznam tabulek	93
	Seznam obrázků	94
	Seznam grafů.....	94

Seznam symbolů a zkratk

Zkratka	Význam
ABC	Kalkulace nákladů podle činností (<i>Activity Based Costing</i>)
BTK	Bezpečnostně technická kontrola
CBA	Analýza nákladů a přínosů (<i>Cost-Benefit Analysis</i>)
CCA	Analýza nákladů a důsledků (<i>Cost-Consequences Analysis</i>)
CEA	Analýza nákladové efektivity (<i>Cost-Effect Analysis</i>)
CMA	Analýza minimalizace nákladů (<i>Cost-Minimization Analysis</i>)
COO	Náklady na vlastnictví (<i>Cost Of Ownership</i>)
CT	Výpočetní tomografie (<i>Computed Tomography</i>)
CTG	Kardiotokografie (<i>Cardiotocography</i>)
CUA	Analýza nákladů a užítku (<i>Cost-Utility Analysis</i>)
DALY	Ztracená léta života v důsledku nemoci (<i>Disability Adjusted Life Year</i>)
DPH	Daň z přidané hodnoty
EHR	Elektronický zdravotní záznam (<i>Electronic Health Records</i>)
EKG	Elektrokardiografie
FTE	Ekvivalent plného pracovního úvazku (<i>Full Time Equivalent</i>)
HB-HTA	Hodnocení zdravotnických technologií na úrovni nemocnic (<i>Hospital Based Health Technology Assessment</i>)
HTA	Hodnocení zdravotnických technologií (<i>Health Technology Assessment</i>)
ICER	Poměr efektů nákladů (<i>Incremental Cost Effectiveness Ratio</i>)
IT	Informační technologie
LCA	Analýza životního cyklu (<i>Life Cycle Analysis</i>)
LCC	Náklady na životní cyklus (<i>Life Cycle Cost</i>)
MES	Řízené servisy vybavení (<i>Managed Equipment Services</i>)
MRI	Magnetická rezonance (<i>Magnetic Resonance Imaging</i>)
MSCT	Počítačová tomografie s více řezy (<i>Multi-slice computer tomography</i>)
NPV	Čistá současná hodnota (<i>Net Present Value</i>)
NS	Čisté úspory (<i>Net Savings</i>)

OEM	Výrobce originálního vybavení (<i>Original Equipment Manufacturer</i>)
PEEP	Pozitivní tlak v dýchacích cestách (<i>Positive End Expiratory Pressure</i>)
RTG	Rentgen
RZPRO	Registr zdravotnických prostředků
SPECT	Jedno fotonová emisní počítačová tomografie (<i>Single Photon Emission Computed Tomography</i>)
TAC	Celkové náklady na pořízení (<i>Total Acquisition Cost</i>)
TCA	Analýza transakčních nákladů (<i>Transaction Cost Analysis</i>)
TCO	Celkové náklady na vlastnictví (<i>Total Cost of Ownership</i>)
UPV	Umělá plicní ventilace
USA	Spojené státy americké (<i>United States of America</i>)
UZV	Ultrazvuk
ZZ	Zdravotnické zařízení

1 Úvod

Celkové náklady na vlastnictví (TCO) jsou známým nástrojem pro modelování nákladů v oblasti řízení dodavatelského řetězce [1, 2]. Tradičně jsou modely TCO chápány především jako nástroj nákupu pro podporu uživatelů produktů/systémů při výběru dodavatelů [3–5]. Tento model je hojně používán v průmyslovém odvětví [6] a oboru informačních technologií [7–9].

V oblasti zdravotnictví dochází k neustálému vývoji a v oblasti zdravotnických prostředků k častým změnám na trhu a ve výrobě. Zdravotnická zařízení, jakožto uživatelé těchto aktiv, jsou stále více ochotna spolupracovat s výrobcem/poskytovatelem originálního vybavení (OEM) [10] a TCO je považováno za neutrální nástroj k posouzení nákladů a přínosů obsažených v transakcích mezi podniky [5]. Tento trend potvrzuje relevanci TCO a potřebu zkoumat jeho vývoj a využití jako nástroje řízení životního cyklu a nástroje pro rozhodování. Způsoby ekonomického hodnocení pro zdravotnická zařízení nemají ucelenou formu a metodologie pro provádění ekonomických hodnocení se liší také napříč literaturou [11]. Využití metody TCO pro oblast zdravotnictví je dále popsáno prostřednictvím literární rešerše v kapitole Přehled současného stavu.

Diplomová práce se zaměřuje na celkové náklady na vlastnictví plicních ventilátorů. Náklady spojené s umělou plicní ventilací (UPV) hrají ústřední roli ve všech ekonomických analýzách v intenzivní péči, protože pacienti, kteří potřebují plicní ventilátor, jsou na tomto oddělení poměrně často a péče o ně je nákladná [12]. Výsledky systematického přehledu a metaregresní analýzy [13] ukázaly, že mechanická ventilace je spojena s podstatným zvýšením denních nákladů na péči na jednotkách intenzivní péče.

Za rok 2017 bylo evidováno na klinikách anesteziologie a intenzivní medicíny v České republice celkem 20 782 pacientů na umělé plicní ventilaci, což činí 56,7 % přijatých pacientů [14]. Mechanická ventilace je proces, který plně nebo částečně nahrazuje schopnost výměny dýchacích plynů mezi dýchací soustavou pacienta a vnějším prostředím. Mechanické ventilátory nacházejí své využití především na odděleních intenzivní péče nebo na operačních sálech [15–17].

Jakožto biomedicínský technik se zkušenostmi ze dvou zdravotnických zařízení mohu na základě svých dosavadních zkušeností potvrdit tezi, že o nákupu zdravotnické techniky se v současné době rozhoduje často na základě nejnižší nabídkové ceny. Zdravotnická zařízení při hodnocení veřejných zakázek často vůbec neberou v potaz jakékoliv další náklady, které jsou s pořízením zdravotnického prostředku spojené, a nezohledňují, že pořizovací náklady mohou představovat pouze 20 % z celkových nákladů, které jsou se zdravotnickým prostředkem spojeny [18].

S celkovými náklady na vlastnictví plicních ventilátorů se pojí náklady na spotřební materiál. Kritéria pro výběr a nákup spotřebních materiálů se odvíjejí od doporučení výrobce. Je kladen důraz na bezpečnost pacientů a personálu, účinnost a snadnost použití a kupní ceny. Na základě těchto kritérií jsou spotřební materiály pro opakované použití stále více vytlačovány materiály na jednorázové použití [19].

Hlavním výstupem diplomové práce je analýza celkových nákladů spojených s vlastnictvím (TCO) plicních ventilátorů na anesteziologickém oddělení. Dílčím cílem je analýza ekonomické náročnosti spotřebního materiálu pro vybrané typy plicních ventilátorů s ohledem na environmentální dopady.

2 Přehled současného stavu

Tato kapitola má za cíl analyzovat problematiku pomocí informací získaných z dostupných informačních zdrojů. Zaměřuje se na analýzu metody TCO od jejího obecného pojetí až po její aplikaci napříč odvětvími. Přehled současného stavu se zaměřuje na metodu TCO v oblasti zdravotnictví, její aplikaci a využitelnost poznatků o ní pro tuto práci. Podkapitola Východiska pro modifikaci a nákladovou analýzu modelu TCO se detailně zaměřuje na identifikaci všech nákladových kategorií spojených se zdravotnickými prostředky. Ze získaných poznatků vychází následné stanovení nákladových kategorií a vzorce pro výpočet TCO této diplomové práce. Výstupy této kapitoly jsou podloženy články, studii a odbornou literaturou.

2.1 Metoda Total Cost of Ownership

Metoda Total cost of ownership (TCO) je ekonomickou metodou, díky které jsme schopni posuzovat náklady spojené s majetkovým vlastnictvím po celou dobu jeho trvání. Metoda TCO je také označována jako Cost of Ownership (COO) [6]. Celkové náklady na vlastnictví lze definovat jako proměnnou, která v sobě zahrnuje všechny náklady spojené s pořízením, údržbou, provozováním a likvidací aktiva. Metoda se tedy zaměřuje nejen na vstupní náklady na pořízení, ale i na všechny další náklady, které jsou s aktivem spojené po celou dobu jeho životnosti. Metoda pomáhá lépe pochopit náklady na aktiva nad rámec jejich pořizovací ceny a zároveň je nástrojem pro porovnávání nabídek [20].

Koncept TCO byl původně vyvinut v roce 1987 k posouzení investic v informačních technologiích. Společnost Gartner Research metodu použila pro výpočet nákladů na vlastnictví platformy Wintel. V budoucnu byla metoda úspěšně aplikována do široké škály oblastí. Metoda TCO dnes nachází široké uplatnění v odvětvích, jako je například průmysl, vojenský sektor, obor informačních technologií, zdravotnictví a další. Od původního konceptu z roku 1987 došlo ke změnám v pohledu na celkové náklady na vlastnictví a model TCO byl upraven řadou odborníků [6, 20–22].

V literatuře pojem TCO úzce souvisí s pojmem Life Cycle Costing (LCC) a jasné oddělení těchto dvou pojmů často chybí [23]. V několika publikacích se příkládá stejný význam oběma těmito termínům [24–26]. Rozdíl mezi těmito dvěma termíny je v publikacích vysvětlován na časové ose. Metoda TCO pohlíží na náklady specifického aktiva od pořízení až po likvidaci. Metoda LCC zasahuje i do doby před pořízením aktiva. Princip výpočtu je velmi podobný pro obě metody [27, 28]. Jiná publikace [29] uvádí jako hlavní rozdíl mezi metodami to, že metoda TCO zohledňuje ve svých výpočtech přímé i nepřímé náklady.

Tradičně jsou metody TCO koncipovány jako nákupní nástroj pro podporu uživatelů produktů / systémů při výběru dodavatelů [4, 5, 20, 30]. Uvádí se, že pořizovací cena

se na celkových nákladech podílí pouze z 20–25 % [4, 21, 31]. V posledních letech je TCO stále více a více uznáváno jako strategický nástroj pro řízení celého životního cyklu výrobků/systémů, a to v širším než tradičním pohledu. Jeho úloha se rozšiřuje do průběhu celého životního cyklu výrobků/systémů, jako podpora pro přijímání různých druhů opatření nebo rozhodnutí, a to jak investičních, tak provozních [32–36]. Většina modelů TCO ve studované literatuře je vyvinuta pro podporu výběru dodavatele. Některé studie [29, 37–39] jsou však vyvinuty nejen pro účely výběru dodavatelů, ale také pro konfiguraci aktiv a definování smluv s dodavateli z pohledu uživatelů aktiv [39, 40]. Velké množství studií a článků se také zaměřuje na podporu rozhodování o provozu aktiv, jako je jeho údržba či využití [5, 32, 34, 39–42]. To potvrzuje využití modelu TCO pro podporu rozhodování souvisejícího s aktivy v různých fázích jejich životního cyklu.

Případová studie [43] dokázala identifikovat možné výhody využití metody TCO a prokázala, že aplikace metody může mít pozitivní účinek na kontrolu nákladů, hodnocení investic, prodej a marketing. Přesto byla zjištěna řada obtíží, které omezují model TCO, který je v současné době rozšířen. Zádrhelem může být například pohled na správu aktiv, kdy jedna společnost může být poskytovatelem a jiná uživatelem aktiv. Zatím neexistuje jednotný výpočetní model, který by byl v praxi přijímán jako standard.

Metodu TCO nelze brát jako metodu obecnou, v jejím případě neexistují žádné standardizované postupy. Pro její aplikování na konkrétní případ je potřeba použít takovou metodu, která bude vyhovovat potřebám daného projektu. Mezi nevýhody metody lze zařadit to, že v praxi není možné její obecné a standardizované použití ani v rámci stejného odvětví. Pro každý specifický projekt je potřeba analyzovat veškeré náklady, které s daným aktivem souvisí [44].

Na základě definic, které lze najít v odborné literatuře, lze TCO definovat jako součet všech významných nákladů spojených s aktivy v průběhu celého jejich životního cyklu. Je využíván na podporu rozhodování v oblasti správy životního cyklu aktiv [8]. V akademické literatuře [33] je přijímáno, že metoda TCO by měla být nedílnou součástí strategie správy aktiv a totéž se uvádí v souboru norem ISO 55000 o správě aktiv [45].

Model je nástrojem nákupu, který se zaměřuje na pochopení skutečných nákladů spojených se zbožím nebo službou od konkrétního dodavatele. TCO se používá jako nástroj pro snižování nákladů tím, že identifikuje všechny související náklady a hledá případné náklady, kterým se lze vyhnout [20]. Jednou z oblastí, která je často diskutována v oblasti snižování nákladů, je outsourcing. Už v roce 1995 kolektiv autorů [3] uvádí model TCO jako vynikající nástroj pro rozhodnutí o outsourcingu. V literatuře zabývající se modelem TCO, nalezneme řadu výstupů popisujících různé strukturované přístupy k pochopení nebo použití tohoto nástroje, který pomáhá zlepšit naše rozhodovací schopnosti v oblasti nákupu.

2.2 Využití metody TCO ve zdravotnictví

Zdravotnictví, stejně jako další odvětví, se neustále snaží snižovat své náklady. Zdravotnická zařízení se snaží o rovnováhu mezi snižováním nákladů na zdravotní péči a zlepšováním celkové kvality zdravotní péče. V Americe se v roce 2016 utratilo 3,2 bilionu dolarů za zdravotní péči a klíčovou oblastí jsou výdaje na zdravotnické vybavení. Podle společnosti Modern Healthcare představují největší náklady na zdravotní péči právě výdaje za zdravotnické potřeby a vybavení. Nemocnice vynaloží ročně 93 miliard dolarů za náklady na životní cyklus zdravotnického vybavení. Jendou z možností efektivního snižování celkových nákladů na zdravotnické prostředky je využití metody TCO [46].

Nepřímé náklady spojené s vlastnictvím zdravotnických technologií jsou významné a při hodnocení celkových nákladů často přehlíženy. Se stárnoucími technologiemi se zvyšují i náklady na jejich provoz a údržbu. Nezávislé studie naznačují, že v průběhu pětiletého cyklu tvoří pořizovací náklady pouze 20 % z celkových nákladů, zbývajících 80 % tedy tvoří související náklady, například na mimozáruční údržbu a podporu [18].

S cílem zlepšit rozhodování o zavádění nových zdravotnických technologií, jako jsou například léčiva, vybavení a zdravotnické prostředky, je stále častěji prováděno hodnocení zdravotnických technologií (Health Technology Assessment – HTA) [47]. V současné době roste zájem o zavádění metod HTA na úrovni nemocnic. Tento přístup může usnadnit rozhodování ohledně investic v nemocnicích [48, 49]. Hodnocení zdravotnických technologií na úrovni nemocnic (Hospitality based Health Technology Assessment) je multidisciplinární metodou, jejímž cílem je poskytnout informace o klinické účinnosti, efektivitě a nákladové efektivitě zdravotnických technologií s cílem informovat odborné pracovníky, kteří rozhodují o nákupech, investicích, organizaci a řízení zdravotnických služeb nebo klinických postupech [50].

Následující kapitoly představují specifická použití metody TCO ve zdravotnictví, které byly prezentovány prostřednictvím studií a článků. Zaměřuji se na využitelnost metody TCO u výrobců zdravotnických prostředků, dále možnostmi využití v oblasti IT ve zdravotnictví, jelikož toto odvětví je v současné době jedním z nejrychleji se rozvíjejících. Největší prostor je věnován článkům zabývajícím se využitím metody TCO pro nákup zdravotnických prostředků.

Podle Ellrama a Siferda [4] lze model TCO použít i pro strategická rozhodování, například o tom, zda by měla firma začít podnikat v dalším oboru. Vezměme si příklad, kdy firma z důvodu distribuce zdravotnického prostředku chce začít provozovat vlastní automobilovou přepravu. Plánuje vlastnit vozový park a je tedy třeba rozhodnout, zda vyjde levněji vozidlo vlastnit, nebo si jej pronajmout.

2.2.1 TCO pro výrobce zdravotnických prostředků

Výrobci zdravotnických prostředků při správě a alokaci finančních prostředků důkladně hodnotí dodavatelské nabídky, které jsou klíčové pro následnou vlastní výrobu nebo montáž. Přístup „life cycle costing“ v tomto sektoru úspěšně pomáhá při vyhodnocování těchto nabídek již několik let a postupně se stává standardem [22]. V případě nákupu těchto komponent pro výrobu zdravotnických prostředků totiž existují další náklady, které je potřeba zohlednit. Patří sem například náklady obětované příležitosti a volatilní náklady. Výrobci zdravotnických prostředků aplikují kalkulace TCO, LCC nebo metody jako total acquisition cost (TAC) a transaction cost analysis (TCA). Každá z těchto metod je jinak zaměřena a má své výhody i nevýhody, a to v závislosti na oblasti použití.

Metoda TCO umožňuje identifikovat a porovnat přímé a skryté náklady. Podle studie [9, 51, 52] si dodavatelé při nízké kupní ceně často a vědomě kompenzují cenu skrytými dodatečnými náklady, které často bývají nezohledněny. Pomocí metody TCO studie [22] jsem analyzovala dva případy. V prvním případě bylo dodáváno tradičním dodavatelem pro danou zemi, ve druhém případě bylo dodáváno z nízkonákladových zemí. V této studii jsou mezi nízkonákladové země zařazeny země s relativně nízkými mzdami, jedná se o země východní Evropy, Čínu a Indii.

Důkazem, že aplikace metody TCO není jen aktivitou malých podniků, je skutečnost, že byl tento přístup implementován i na divizi společnosti Siemens Healthcare. Byl použit interní software společnosti, který je hierarchickým nástrojem pro mapování procesů, u kterých bylo stanoveno, že se podílejí na celkových nákladech pro nákup komponent. Weber [22] ve své studii uvádí, že při nákupu z nízkonákladových zemí se cena pohybuje na 43,1 % oproti cenám od tradičních dodavatelů. Podstatným zjištěním je, že u tradičních dodavatelů tvoří pořizovací cena 93 % celkové ceny. U nízkonákladových dodavatelů tvoří pořizovací cena 43 % z celkové ceny. Výsledky jasně ukazují, že spoléhání se na kupní cenu jako jediné kritérium výběru není při nákupu vždy vhodnou volbou, obzvláště při nákupech z nízkonákladových zemí.

Degraeve [53] ve svém článku poukazuje na to, že nízká kupní cena může být kompenzována nižší kvalitou a spolehlivostí dodávek. Mohou vznikat dodatečné náklady, například na vyjednávání a uzavírání smluv v cizím jazyce, ověřování nebo zajišťování kvalifikace dodavatele pro daný trh, cestovní náklady atd. Spolu s těmito skrytými náklady se objevují také rizika a nejistoty týkající se přerušení dodavatelského řetězce.

Dalším korporátní společností zabývající se výrobou a distribucí zdravotnických prostředků, který využívá metody TCO, je firma Phillips. Firma nabízí smlouvu označovanou jako MES (managed equipment services). V rámci dohod MES podepisují nemocnice a zdravotnické systémy dlouhodobou smlouvu s výrobcem zařízení za stanovenou částku. Výrobce přebírá odpovědnost za nákup, instalaci, údržbu a opravy

zdravotnické techniky, stejně jako za poradenství, správu majetku a školení. Tato smlouva vychází z modelu TCO, který byl společností vyvinut. Smlouva zahrnuje nákladové položky smlouvy MES, mzdové náklady, jednorázový materiál a provozní materiál. Smlouva MES je podobná servisním smlouvám, které se uzavírají v České republice. Smyslem smluv MES je přenést provozní odpovědnost na lidi, kteří mají odborné znalosti v dané oblasti. Ti mohou lépe řídit rizika, ale také mohou nemocnici poskytnout komplexní služby. Jednou z hlavních motivací pro uzavírání těchto smluv je, že nemocnice a zdravotnické systémy jsou motivovány hospodářským výsledkem. Během dvou let pomohla společnost Philips jednomu zdravotnickému systému ušetřit 7 milionů dolarů. Další motivací je být neustále na špičce technologického vývoje, jelikož v rámci smluv dochází ke stálému obnovování technologií. Smlouvy MES jsou v současné době nabízeny firmami Siemens, Phillips a GE Healthcare [54].

2.2.2 TCO v oblasti IT ve zdravotnictví

S neustálým rozvojem informačních technologií se i ve zdravotnictví stále více firem zaměřuje na tuto oblast. Nově vznikající technologie v posledních letech změnilu podobu zdravotnictví. Velké i malé nemocnice a ordinace lékařů zavádějí nové technologie, aby reagovaly na měnící se regulační prostředí a zlepšily celkovou kvalitu péče o pacienty. Dnešní zdravotnická zařízení jsou technologicky vyspělé provozy, které dávají špičkové technologie do rukou talentovaných odborníků. I přesto zůstávají pro nemocnice a zdravotnická zařízení značné příležitosti, jak zefektivnit zavádění a využívání nových technologií.

Poskytovatelé zdravotní péče v USA implementují do svých zdravotnických zařízení EHR neboli elektronický zdravotní záznam. V současné době nemocnice a zdravotní systémy zažívají největší vlnu implementování informačních systémů. Zároveň jsou nemocniční informační systémy velmi finančně náročné, a proto je potřeba těmto investicím věnovat zvýšenou pozornost. Článek uveřejněný společností ReactionData [55] prezentuje výzkum zaměřený na vývoj standardizovaného TCO modelu, který by mohl být použit v rámci implementace a pořízení EHR systémů. Už úvod výzkumu odhalil, že převážná většina zdravotnických zařízení nepoužívá model TCO pro své projekty. Výzkum byl prováděn ve spolupráci s finančními řediteli nemocnic, z něhož vzešel seznamu požadavků. Organizace následně nejprve sestavila počáteční rámec modelu TCO pomocí výzkumu veřejně využívaných modelů. Následně se s finančními řediteli a dalšími odborníky z oboru zdravotnických zařízení řešily nedostatky. Dotazování bylo směřováno na specificky vybraný vzorek středních nemocnic, jelikož právě zde se očekává největší množství nákupů EHR. Výpočet nákladů na zaměstnance se počítal jako součet všech zainteresovaných zaměstnanců a počítalo se s náklady na celý úvazek. Možností, jak počítat potřebu lidské práce, je také FTE neboli full time equivalent. V případě IT technologií je také nutné počítat s náklady na implementaci. Výsledek analýzy potvrdil, že v případě IT systému je důležité dívat se na majetek jako

dlouhodobou investici. Většina nemocnic hledí pouze na kupní cenu a případné náklady na implementaci, ale ne další náklady, například náklady na upgrade. Tyto náklady je rozhodně potřeba zahrnout do výpočtu TCO. Jedním z důležitých poznatků je, že v oblasti IT technologií je potřeba modely TCO neustále aktualizovat, protože se jedná o velmi rychle se rozvíjející oblast.

V oblasti systémů EHR manažeři nemocnic obvykle podceňují náklady na poplatky za upgrade a podporu. Aby se nemocnice vyhnuly tomuto problému, je důležité vypracovat úplnou analýzu celkových nákladů na vlastnictví, aby mohly nezávisle předpovědět celkové náklady na životní cyklus informační technologie EHR. Je třeba prověřit platnost informací od prodejců a navrhnout harmonogram plateb tak, aby se platilo za výsledky (výstupy), nikoliv za sliby. Tímto tématem se zabývala studie, Stevena Eastaugh [56], která analyzovala náklady 62 nemocnic v 16 městech v letech 2012 a 2013.

Při použití modelu TCO se často také používají výpočty návratnosti investic, a to nejen v oblasti informačních technologií. V této oblasti jsou však značnější náklady spojené s implementací a následnou podporou. Jak víme, software není statickým zdrojem, ale je dynamický a vyžaduje průběžné hodnocení, úpravy a upgrady, aby svým uživatelům poskytoval maximální hodnotu. To vše se může rychle sečíst a je snadné přehlédnout skryté náklady nebo výdaje, aniž bychom mysleli alespoň na 2, 5 nebo 10 let dopředu. Společnost Healthgrades [57] představuje ve svém článku klíčové kategorie nákladů, které je potřeba zahrnout do komplexní analýzy TCO u zdravotnického softwaru. Naráží hlavně na otázku, zda je výhodnější koupit již předpřipravený, hotový software, anebo nechat vytvořit software na míru. U tvorby softwaru na míru bývá často problém, že cenová nabídka na jeho implementaci bývá pouze hrubým odhadem. Systémoví integrátoři si obvykle účtují „čas a materiál“ za každý požadavek nebo funkci, kterou vytvoří, což přispívá k překročení nákladů. Existující konfigurovatelný software mívá nižší náklady vzhledem k absenci účtování nákladných hodin během fáze implementace. V modelu nákupu bývají pravidelné upgrady řešení, vylepšení a průběžné inovace s větší pravděpodobností zahrnuty v ročním poplatku.

Náklady, které tvoří celkové výdaje zdravotnické organizace na informační technologie, nejčastěji zahrnují pořizovací cenu, instalaci, financování (včetně leasingu nebo pronájmu), servisní služby, modernizace, školení a likvidaci. Pro získání jasného obrazu o výdajích na klinickou techniku by vedoucí pracovníci nemocnic měli provést analýzu celkových nákladů na vlastnictví, která spočítá všechny náklady vzniklé během životnosti každého aktiva. Literatura [56–58] v oblasti informačních technologií obecně zmiňuje tři klíčové kategorie nákladů, které jsou součástí komplexní analýzy TCO pro zdravotnický software. Jedná se o níže uvedené náklady.

Pořizovací náklady

Tyto náklady zahrnují náklady na samotný software, který je obvykle účtován buď hodinově v případě zakázkových projektů, nebo je nabízen za pevný poplatek v případě hotových (předpřipravených) řešení. Pořizovací náklady mohou případně zahrnovat náklady na hardware. Dále sem spadají náklady na implementaci, počáteční náklady na uživatelské licence, případné požadované úpravy, náklady na přenos dat, zajištění třetích stran, školení, zajištění výměny dat mezi dalšími softwary, případně firmami atd.

Provozní náklady

V průběhu životnosti softwaru bude zdravotnickému zařízení pravděpodobně účtován pravidelný roční poplatek na průběžnou správu dat, náklady údržbu a servis, náklady na pořízení dalších uživatelských licencí, náklady na přístup k uživatelské podpoře a zdrojům, bezpečnostní opravy a opravy chyb, aktualizace a vylepšení. Je také vhodné zvážit náklady na zabezpečenou hostingovou infrastrukturu pro ukládání dat v chráněném prostředí, a také případné náklady na vyřazení z provozu, včetně archivace a exportu dat.

Náklady na zdroje (personál)

V mnoha případech musí zdravotnické systémy najmout nebo přerozdělit zaměstnance za účelem podpory procesu implementace softwaru a průběžné spolupráce s dodavatelem. Někteří dodavatelé zdravotnického softwaru doporučují interní personální plán speciálně pro fázi implementace.

2.2.3 Aplikace metody TCO pro zdravotnické prostředky

Moderní lékařské přístroje a vybavení se staly velmi složitými a sofistikovanými zařízeními. V dnešní době je nepředstavitelné a prakticky nemožné poskytovat zdravotnické služby bez nich. Zdravotnické prostředky jsou využívány ve všech oblastech zdravotních služeb, například v rámci prevence, screeningu, diagnostiky, monitorace nebo rehabilitace [59].

S tím, jak se zvyšuje složitost zdravotnických prostředků, se zvyšuje i finanční náročnost na jejich vlastnění. V posledních několika desetiletích prudce vzrostly náklady na údržbu, ať už plánovanou či neplánovanou. Dle článku [60], který obsahoval literární rešerši ohledně kontrol a údržby zdravotnických prostředků, si nemocnice akutní péče v průměru pořídí asi 15–20 kusů zdravotnických prostředků na jedno lůžko akutní péče. Studie prezentované v tomto článku zároveň poukazují na fakt, že roční náklady na kontroly a údržbu, které se se zdravotnickými prostředky pojí, představují přibližně 1 % celkového rozpočtu nemocnice.

V České republice poskytovatelé zdravotní péče hradí nákupy zdravotnických prostředků ze svého rozpočtu, případně prostřednictvím grantu či dotace od externí instituce [61]. V případě, že se jedná o investici nad 5 milionů korun bez DPH, je potřeba

schválení investiční komisí. Tato komise ze sekce zdravotní péče spadá pod Ministerstvo zdravotnictví a jejím úkolem je především posoudit účelnost a efektivnost vyřízení zdravotnického prostředku pro dané zdravotnické zařízení [62]. Následující studie se zabývají využitelností metody TCO, případně LCC při nákupu zdravotnických prostředků a analyzují celkové náklady, které se se zdravotnickými prostředky pojí.

Základní informace použití TCO pro oblast zdravotnických prostředků jsou shrnuty v Tabulka 2.1 Přehled studií pro využití metody TCO v oblasti zdravotnických prostředků [28, 63–68].

2.2.4 Nákladová efektivita

Nový zdravotnický prostředek by měl být před zavedením do klinické praxe účinný a nákladově efektivní [69].

Existuje pět hlavních typů analýz nákladů, přičemž v lékařské literatuře se nejčastěji setkáváme s posledními dvěma z nich [70]:

1. Analýza minimalizace nákladů (CMA – Cost Minimalization Analysis),
2. Analýza nákladů a přínosů (CBA – Cost Benefit Analysis),
3. Analýza příčin a následků (CCA – Cost Consequences Analysis),
4. Analýza nákladové efektivity (CEA – Cost Effectiveness Analysis),
5. Analýza nákladů a užítku (CUA – Cost Utility Analysis).

Metoda celkových nákladů na vlastnictví je často kombinována s některou z analýz nákladů, ve zdravotnictví to bývá nejčastěji analýza nákladové efektivity [65, 71]. Analýza nákladové efektivity umožňuje srovnání nákladů s efektem pro danou intervenci. Jedná se tedy o druh ekonomické analýzy, která umožňuje porovnat relativní účinky a náklady dvou nebo více opatření. Obvykle se CEA vyjadřuje jako poměr účinků a nákladů. Účinky v CEA nemusejí být vyjádřeny peněžně, čímž se liší od analýzy nákladů a přínosů (CBA), v níž jsou přínosům přiřazeny peněžní hodnoty [72, 73].

Hodnocení nákladové efektivity bylo použito například pro různé značky plicních ventilátorů, kde byly výsledky vypočteny pomocí multikriteriálního rozhodování s ohledem na technické údaje, konkrétně dechové frekvence, dechového objemu, výdechového objemu za minutu, inspiračního průtoku, inspiračního tlaku, PEEP, příkonu 240 V a výkonu. Je zřejmé, že tyto parametry významně ovlivňují výsledek klinické intervence, a proto je na místě je při hodnocení ventilátorů zohlednit [74]. Analýza nákladové efektivity byla použita také při vyčíslování nákladů na nákup kardiografů s různými technickými parametry. Pokud chceme srovnávat dvě alternativy, využíváme poměr efektů nákladů (ICER), kdy počítáme rozdíl nákladů dvou alternativ ku rozdílu efektů těchto dvou alternativ [64].

Cílem studie [75] z Jižní Koreje bylo zhodnotit nákladovou efektivitu screeningu pro míru prevalence latentní tuberkulózní infekce. Hodnotilo se využití současného testu

uvolňování interferonu gama a rentgenového vyšetření hrudníku ve srovnání se současným screeningem aktivní tuberkulózy pouze pomocí rentgenového vyšetření hrudníku v rámci národního zdravotního screeningového programu pro dospělé nad 40 let.

Analýza nákladové efektivity ve zdravotnictví se hojně používá pro posouzení nákladové efektivity léčebných přípravků ve srovnání s jiným lékem nebo s jinou léčebnou metodou a jejich závislost na kvalitě života [76–78]. V České republice byla studie [79] zaměřená na hodnocení nákladové efektivity při podávání léku jednou denně oproti podávání dvakrát denně.

Tabulka 2.1 Přehled studií pro využití metody TCO v oblasti zdravotnických prostředků

Autor studie	Název studie	Rok	Lokalita	Nákladové položky	Diskontování	Vzorec	Přístroj	Délka analýzy	Metoda	Cíl	Výsledky
Petra HOSPODKOVÁ Aneta VOCHYÁNOVÁ	The application of the total cost of ownership approach to medical equipment	2019	CZE	Náklady na pořízení (Ca), uvedení do provozu (Cc), provoz (Co), údržbu (Cm), výrobu (Cp) a likvidaci (Cd)	ANO	$TCO = Ca + Cc + Co + Cm + Cp + Cd$	RTG/SPECT-CT/UZV	5 let	TCO	Analýza povědomí o metodě TCO v českých nemocnicích + aplikace metody TCO pro vybrané zdravotnické prostředky	Metoda TCO je neznámá pro 67 % respondentů. Provozní náklady na dané přístroje jsou po dobu 5 let minimálně srovnatelné s pořizovacími náklady. SPECT/CT byl jediný přístroj, u něhož byly pořizovací náklady vyšší než provozní
Petra HOSPODKOVÁ Lucie SEVEROVÁ Petr KUDRNA Kateřina SHEJBALOVÁ	The Total Cost of Ownership of a Medical Gas Source	2020	CZE	Pořizovací náklady (TCacq), provozní náklady (TCoper), náklady na servis a údržbu (TCser), náklady na likvidaci (TCdisp)	ANO	$TCO = TCacq + TCoper + TCser + TCdisp$	Medicínální plyn	5 let pro stanice na plynové lahve 10 let pro kompresorové stanice	TCO	Využití metody TCO ke stanovení celkových nákladů různých technologií výroby a distribuce lékařského kyslíku pro dvě zdravotnická zařízení	I přes pětinasobně vyšší pořizovací náklady je v městských nemocnicích výhodnější varianta s kompresorovou stanicí s generátorem kyslíku. Celkové náklady na vlastnictví jsou podstatně nižší.
Petra HOSPODKOVÁ Petr KUDRNA Vladimír ROGALEWICZ	Total Cost of Ownership as a Management Tool for Medical Devices Planning: A Case Study of a ST-Analyzer in Perinatology	2020	CZE	Náklady na pořízení (Ca), uvedení do provozu (Cc), provoz (Co), údržbu (Cm), výrobu (Cp) a likvidaci (Cd)	ANO	$TCO = Ca + Cc + Co + Cm + Cp + Cd$	CTG s možností analýzy změn ST segmentů fetálního EKG	5 let	TCO	Stanovení TCO pro kardiokograf (CTG) s možností analýzy změn ST segmentů fetálního EKG	Pořizovací cena pouze přibližně 15 % ze stanovených celkových nákladů na vlastnictví. Hodnota dTCO byla vypočtena na hodnotu 8 778 753 Kč

<p>H.J. NISREEN AI- Juboori SALLOM N.M OMER</p>	<p>Medical Devices Service Life Cycle Cost Management in Al Karak Hospital</p>	<p>2015</p>	<p>ARE</p>	<p>Počáteční náklady (C), náklady na provoz (O), náklady na údržbu (M)</p>	<p>ANO</p>	$LCC = C + (1+f/1+i)^n \Sigma O + M - (1+f/1+i)^n \times S$	<p>RTG/ novorozenecký inkubátor/ laboratorní přístroj</p>	<p>5 let</p>	<p>TCO/LCC</p>	<p>Hodnocení výběru dvou alternativ u vybraných přístrojů (RTG, novorozenecký inkubátor, laboratorní přístroj)</p>	<p>Nejnižší kupní cena nezaručuje nejnižší TCO. Nejčastější nákladová položky bývá údržba. S rostoucím věkem přístroje rostou lineárně i náklady na údržbu. Pro novorozenecký inkubátor a laboratorní přístroj byl výhodnější levnější přístroj a u RTG tomu bylo naopak.</p>
<p>A. MORFONIOS D. KAITELIDOU G. FILNTISIS G. BALTOPOULOS P. MYRIANTHEFS</p>	<p>Economic Evaluation of Multislice Computed Tomography Scanners Through a Life Cycle Cost Analysis</p>	<p>2014</p>	<p>GRC</p>	<p>Počáteční náklady (pořizovací cena I, přestavba), budoucí náklady (údržba, energie E, provoz OM&R)</p>	<p>ANO</p>	$LCC = I + Repl - Res + E + OM & R$	<p>C T</p>	<p>5 let</p>	<p>TCO/LCC</p>	<p>Porovnání celkových nákladů na vlastnictví dvou scannerů MSCT (128slice a 64slice) a určit, které vstupní hodnoty mají nejzásadnější vliv na celkové náklady na vlastnictví</p>	<p>NS činily 647 199 EUR, a to ve prospěch 128slice CT skeneru. Velký vliv na celkové LCC obou skenerů měly náklady na provozní údržbu, opravy a počáteční náklady.</p>
<p>Anupam SAHU H. VIKAS Nishant SHARMA</p>	<p>Life cycle costing of MRI machine at a tertiary care teaching hospital</p>	<p>2020</p>	<p>IND</p>	<p>Fixní náklady, variabilní náklady</p>	<p>ANO</p>	<p>-</p>	<p>MRI</p>	<p>10 let</p>	<p>LCC</p>	<p>Určit LCC přístroje pro zobrazování magnetickou rezonancí (MRI) ve fakultní nemocnici.</p>	<p>Celkové náklady na jedno vyšetření magnetickou rezonancí byly vypočteny na 2944 rupií. Bylo odhadnuto, že investice dosáhne bodu rentability na konci třetího roku.</p>
<p>ECRI Institute</p>	<p>Estimating Cost of Ownership for Intensive Care Ventilators</p>	<p>2014</p>	<p>USA</p>	<p>Náklady na pořízení (TCOk), náklady na údržbu (TCOú), provozní náklady (TCOp)</p>	<p>-</p>	$TCO = TCOk + TCOú + TCOp$	<p>Ventilátor</p>	<p>10 let</p>	<p>TCO</p>	<p>Využití metody TCO pro výběr ze tří různých druhů ventilátorů pro intenzivní péči od tří různých výrobců</p>	<p>Analýza odhalila, že desetileté celkové průběžné náklady na ventilátory pro intenzivní péči činily srovnatelné s investičními náklady</p>

2.3 Umělá plicní ventilace

Podporu dýchacího systému, kdy jsou dýchací plyny do plic přiváděny prostřednictvím přístroje, lze označit jako umělou plicní ventilaci (UPV). Umělá plicní ventilace zajišťuje částečnou nebo úplnou náhradu funkce respiračního systému [80].

Ačkoli koncept umělého dýchání byl zaznamenán již v 16. století Vesaliem, až ve 20. století se mechanická ventilace stala používanou léčebnou metodou [81]. Mechanická ventilace slouží k podpoře či úplné náhradě funkce dýchacího systému pouze po dobu nezbytně nutnou. Hlavním účelem mechanické ventilace je poskytnout pacientovi čas na uzdravení. Jakmile je pacient schopen dýchat samostatně, je obvykle odpojen od mechanického ventilátoru [16, 81–83].

Mechanická ventilace je jedním z nejčastějších zákroků prováděných na jednotce intenzivní péče. Více než polovina pacientů na jednotce intenzivní péče je ventilována prvních 24 hodin po přijetí; jedná se o osoby, které mají akutní respirační selhání, zhoršenou funkci plic, potíže s dýcháním nebo si nechrání dýchací cesty [84].

Umělou plicní ventilaci lze rozdělit do 4 základních skupin:

1. ventilace pod tlakem,
2. ventilace pozitivním přetlakem,
3. trysková ventilace,
4. oscilační ventilace [85, 86].

Mechanický plicní ventilátor je přístroj, který slouží pro částečnou či úplnou náhradu funkce respiračního systému. Pomáhá zajišťovat výměnu dýchacích plynů mezi plicními sklípkami neboli alveolami a vnějším prostředím [85].

Mechanický ventilátor se obecně skládá ze zdroje pohonu a pohonného zařízení, řídicí jednotky obsahující hardwarové a softwarové prvky, zařízení k modulaci expira, rozhraní, které zajišťuje spojení mezi obsluhou přístroje a řídicí jednotkou, snímačů průtoku a tlaku, monitorovací jednotky a bezpečnostních prvků [85].

2.3.1 Sterilizovatelný versus jednorázový spotřební materiál – enviromentální dopady

Odvětví zdravotnictví je zodpovědné za 4,6 % celosvětových emisí skleníkových plynů, z nichž více než čtvrtina pochází ze systému zdravotní péče v USA, a přibližně stejný podíl emisí znečišťujících látek do ovzduší [87]. Znečištění makro i mikro plasty je všudypřítomné [88]. Znečišťující látky v životním prostředí představují značnou zátěž pro veřejné zdraví. Jen v USA má znečištění pocházející ze zdravotnictví za následek ztrátu až 614 000 let života s následkem zdravotního postižení (DALY) ročně [89]. Převážná většina celosvětových emisí skleníkových plynů ze zdravotnictví pochází

z dodavatelského řetězce, což z něj činí oblast s největším dopadem na dekarbonizaci zdravotnictví [87].

Výrobky na jedno použití jsou symbolem lineární ekonomiky (neboli „take-make-waste“), v níž jsou výrobky vyrobeny, jednou použity a poté zlikvidovány. Tento model výroby a spotřeby ve svém článku Macneil [90] označuje za neudržitelný. Přispívá ke globální ekologické destrukci tím, že vyčerpává přírodní zdroje a vytváří nadměrné množství pevného odpadu, globálních skleníkových plynů a dalších škodlivých emisí do životního prostředí. Znečištěné ovzduší ohrožuje lidské zdraví, dochází rovněž ke kontaminaci půdy a vody, úbytku ozonové vrstvy, okyselování oceánů, ztrátě biologické rozmanitosti a katastrofální změně klimatu. Za udržitelnější rámec Macneil označuje naopak oběhové hospodářství, v němž se výrobky udržují užívaní po co nejdelší dobu. Maximalizací produktivity zdrojů a minimalizací odpadů nabízí oběhové hospodářství způsob, jak fungovat v mezích možností planety a s dalšími výhodami v podobě budování odolných dodavatelských řetězců a vytváření sociální hodnoty.

Překážkami, které brání dosažení oběhového hospodářství, mohou být například prevence infekcí, chování zdravotnických zařízení a poskytovatelů („spotřebitelů“ pomůcek) a motivace k neustálému zisku, které podporují šíření jednorázových pomůcek a souvisejícího odpadu. Navzdory širokému rozšíření jednorázových prostředků neexistují přesvědčivé důkazy o tom, že ve zdravotnictví snižují počet infekcí. Riziko těchto infekcí je multifaktoriální a četnost výskytu je natolik nízká, že studie konkrétních spotřebních materiálů by vyžadovaly obrovské množství vzorků v kontrolovaných podmínkách, což není možné [90].

Pro kvantifikaci celkového dopadu výrobku nebo služby na životní prostředí po celou dobu jeho životnosti se používá hodnocení životního cyklu (LCA). Tento víceetapový proces zahrnuje definici cíle a rozsahu, inventarizační analýzu, posouzení dopadu a interpretaci. LCA je ze své podstaty iterativní, protože věrohodnost, kvalita a úplnost relevantních informací se v průběhu času mění [91].

Několik studií porovnávajících jednorázové a opakovaně použitelné prostředky ukazuje, že jednorázové prostředky obvykle vedou k několikanásobně vyšší spotřebě petrochemických látek a globálním emisím skleníkových plynů v rámci životního cyklu [92–95]. Studie celkové nákladové efektivity zařízení dále ukazují, že ačkoli náklady na pořízení jednorázového prostředku jsou často nižší (což vede k vnímání snížených nákladů), jejich opakované používání rozkládá náklady do více etap a obvykle způsobuje, že náklady na opakovaně použitelné prostředky jsou po celou dobu jejich životnosti podstatně nižší než u jednorázových prostředků [93, 95].

Kritéria pro výběr a nákup spotřebních materiálů a zdravotnických prostředků obvykle zahrnují bezpečnost pro pacienty a personál, účinnost a snadnost použití a nákupní a manipulační ceny. Na základě těchto kritérií jsou spotřební materiály pro opakované použití stále více vytlačovány materiály na jednorázové použití [19].

Zavedení jednorázových prostředků je relativně snadný způsob, jak minimalizovat možnost lidské chyby při opakovaném zpracování opakovaně použitelných prostředků. Jednorázové manžety na měření krevního tlaku byly například zavedeny, aby se odstranila nutnost čištění, přestože existuje jen málo důkazů o tom, že manžety pro opakované použití jsou při správném zpracování významnými přenašeči patogenů [96].

Mnoho zdravotnických systémů přešlo na objednávání „just-in-time“, aby minimalizovalo požadavky na skladování a expiraci výrobků, a omezilo tak svou interní infrastrukturu pro správu opakovaně použitelných materiálů. Systémy zásobování spotřebním materiálem v režimu „just-in-time“ jsou zranitelné vůči narušením způsobeným nedostatkem výroby, přerušením dopravních systémů, dynamikou mezinárodního obchodu a cenovými šoky. Tato zranitelnost se projevila zejména během pandemie koronavirové nákazy 2019 (COVID-19), která ukázala, že ačkoli jsou jednorázové spotřební materiály za běžných podmínek výhodné, spoléhání se na ně zvyšuje riziko katastrofálního selhání [90].

Ačkoli se má za to, že náklady na nákup a údržbu jednorázových spotřebních materiálů jsou nižší než u spotřebních materiálů pro opakované použití, nezohledňují se nepřímé náklady společnosti vyplývající z dopadů na životní prostředí, které lze přičíst celému životnímu cyklu prostředku. Taková analýza se běžně provádí pomocí hodnocení životního cyklu. Rostoucí povědomí o negativních dopadech zdravotnické praxe na životní prostředí a veřejné zdraví vyžaduje rutinní zahrnutí kritérií životního cyklu do rozhodovacího procesu výběru spotřebních materiálů [92].

Eckelman [92] ve svém článku předkládá hodnocení životního cyklu dvou laryngeálních masek, kdy jedna slouží k jednorázovému použití a druhá pro opakované použití. Výsledkem je zjištění, že opakovaně použitelná laryngoskopická maska má příznivější environmentální profil než jednorázová laryngoskopická maska používaná v nemocnici Yale New Haven.

2.4 Východiska pro modifikaci a nákladovou analýzu modelu TCO

Při pohledu na současný stav je zřejmé, že v oblasti nákupu zdravotnických prostředků v České republice je metoda TCO nástrojem spíše neznámým. Toto tvrzení podporuje i studie z roku 2019 [65], podle které je tato metoda neznámá pro 67 % respondentů. Metodika výpočtu TCO použitá v oblasti zdravotnictví je obecnější než metodiky použité v průmyslu. Při důkladném prostudování studie autorky Irene Roda [8], která ve svém článku představila podrobný přehled literatury, lze konstatovat, že v oblasti zdravotnických prostředků je potřeba kultivace modelu TCO, který byl do současnosti prezentován.

Jedna ze studií [65] provedena v České republice se zabývá využitím metody TCO na vybrané zdravotnické prostředky. Zároveň tato studie kvantitativním

výzkumem, přesněji dotazníkovou metodou vyhodnocuje, jaké je povědomí o metodě TCO v českých nemocnicích.

Pro účely této studie se model TCO skládal z 5 kroků [65]:

krok 1: Vyhodnocení životnosti daného zdravotnického prostředku,

krok 2: Definování kategorií nákladů,

krok 3: Výpočet nákladů podle definovaných kategorií,

krok 4: Určení vztahů mezi náklady,

krok 5: Výpočet TCO.

Vzorec pro výpočet TCO vycházel z přístupů použitých v jiných studiích a zároveň v příručce pro výpočet nákladů životního cyklu [97], použité v jedné ze studií, která byla inspirací pro stanovení vzorce. Všechny náklady byly dále diskontovány. Vzorec se skládal z **pořizovacích nákladů**, které zahrnovaly náklady na inženýrskou činnost, pořízení, náklady na vybavení, náklady na pomocné vybavení, inspekce atd. Tato data byla získána z kupních smluv a technických dokumentací daného zdravotnického zařízení. Dále **náklady na uvedení do provozu**, které zahrnovaly náklady na výstavbu, testování, školení a technickou podporu. **Náklady na provoz** byly vypočteny z doby aktivního provozu zdravotnického prostředku. Do této kategorie byly zařazeny náklady na energii, které byly vypočteny pro ultrazvukové přístroje na základě parametrů přístroje (délka aktivního provozu zařízení, maximální výkon zařízení a cena elektrické energie). Cena elektrické energie byla stanovena jako průměrná hodnota cen elektřiny za posledních 5 let. Bylo použito přímé měření spotřebované energie pro přístroje SPECT/CT a rentgenové přístroje. Personální náklady, které jsou také součástí nákladů na provoz, byly vypočteny na základě obvyklého počtu obsluhujícího personálu a počtu vyšetření. Provozní náklady se vypočítaly jako součet všech výše uvedených položek. **Náklady na údržbu** byly odhadnuty na základě informací v servisní dokumentaci zařízení v průběhu posledních 5 let. Součástí jsou také náklady na testování zařízení vyžadované zvláštními právními předpisy, které byly vypočteny podle záznamů v dokumentaci zařízení. Během sledovaného období nebyly zjištěny žádné výrobní náklady, které jsou obsaženy ve vzorci. Poslední skupinou nákladů jsou **náklady na likvidaci**, které zahrnovaly náklady na odinstalaci a ekologickou likvidaci zařízení [65].

Další studie, která byla také provedena v České republice, se věnovala výpočtu TCO pro medicínální plyny. Celosvětovým trendem ve zdravotnických zařízeních je snaha snižovat náklady na energii obecně a nově se také objevují záznamy o monitorování spotřeby medicínálních plynů. Cílem studie bylo určit TCO pro zdroje medicínálních plynů ve dvou různých zdravotnických zařízeních pro dvě možná řešení distribuce medicínálních plynů. První možností je distribuce medicínálních plynů pomocí stanice na plynové lahve, druhým řešením je distribuce pomocí kompresorové stanice s generátorem kyslíku a záložním zdrojem plynových lahví. Stejně jako předchozí studie jsou i zde

náklady rozděleny na náklady pořizovací, náklady provozní, náklady na servis a opravy a náklady na likvidaci [63].

Pro účely této studie se **pořizovací náklady** skládaly z nákladů na pořízení, nákladů na přepravu, na instalaci, uvedení do provozu a školení, náklady na stavební práce a případné další náklady spojené s pořízením. **Provozní náklady** se skládaly z nákladů na energie, nákladů na spotřební materiál, nákladů na úklid a likvidaci odpadu a dalších provozních nákladů. Náklady na energii byla stanovena jako doba provozu zařízení násobena příkonem a výsledek byl převeden na cenu v korunách za kilowatthodinu. **Náklady na servis a údržbu** vyplývají ze servisních smluv a záznamů o provedení bezpečnostně technických kontrol (BTK). Součástí jsou také mimořádné náklady na opravu a servis a případné servisní náklady na servis a případnou aktualizaci softwaru. **Náklady na likvidaci** nebyly v rámci studie počítány [63].

Diskontní sazba pro výpočet byla stanovena na základě doporučení Evropské komise pro příjmy generující příjmy v rámci grantového programu. V tomto doporučení je doporučená diskontní sazba 4 %. Období životnosti je zvoleno na základě odpisové skupiny, do které je technologie zařazena. Pro stanici na plynové lahve bylo stanoveno období 5 let a pro kompresorovou stanici 10 let [63].

Další studie českých autorů zkoumá metodu TCO jako součást HTA (Health Technology Assessment) v nemocnicích. Spoluautor studie, docent Rogalewicz, v jiném článku [71] uvádí, že metody hodnocení zdravotnických technologií (HTA) se již staly běžnou součástí rozhodovacích procesů ve zdravotnictví. Ačkoli se běžně používá v oblasti léčiv a chirurgie, hodnocení zdravotnických prostředků je stále poměrně náročné. Důvodem je skutečnost, že hlavním cílem studií HTA u zdravotnických prostředků není optimalizace poměru nákladů a účinnosti, ale spíše rozhodování o pořízení anebo začlenění zdravotnického prostředku. Klinický přínos není vyjádřen kvalitou života, ale mírou diagnostické výtěžnosti a tím, do jaké míry technologie zkracuje nebo zpříjemňuje pacientovi léčbu.

Studie [64] prováděná na novorozeneckém oddělení fakultní nemocnice se zabývá odhadem celkových nákladů na vlastnictví ST – analyzátoru D41 a poukazuje na potenciál využití metody výpočtu TCO pro HB-HTA. Cílem studie je stanovení TCO pro kardiogram (CTG) s možností analýzy změn ST segmentů fetálního EKG.

Časový horizont pro analýzu byl manažery zdravotnického zařízení stanoven na 5 let. Složení vzorce a nákladů bylo v této studii použito stejné jako předchozí studii [65] českých autorů. Pro diskontní sazbu bylo použito doporučení Evropské komise pro veřejné investiční projekty spolufinancované z evropských fondů a byla tedy stanovena na 4 % [64].

Náklady na lidské zdroje byly vypočteny podle mzdových tabulek pro rok 2018, odhadovaného počtu vyšetření za rok (2 000) a průměrné doby jednoho vyšetření (40 min). Náklady na energii byly počítány z provozní doby přístroje (1 333 h) a jeho

příkonu (46 W – možné najít v návodu k obsluze a technickém listu přístroje). Cena elektřiny byla stanovena podle výroční zprávy za rok 2016 (2,3 Kč za 1 kWh včetně DPH). V nákladech je zohledněna i cena záznamových archů a barev do tiskárny, ultrazvukových gelů, elektrod, dezinfekčních odmašťovacích prostředků [64].

Studie prováděná na základě údajů z nemocnice Al Kalak ve Spojených Arabských Emirátech se zabývá hodnocením výběru dvou alternativ u vybraných přístrojů, konkrétně dvou variant RTG, novorozeneckých inkubátorů a laboratorních přístrojů. Jako metoda byla tentokrát použita LCC analýza s využitím konceptu čisté současné hodnoty (NPV). NPV je důležité ekonomické měřítko pro projekty nebo zařízení, které zohledňuje diskontní sazbu, peněžní tok a čas [28].

Pro výpočet byla prvně spočtena provozní doba a doba využívání přístroje a až následně se specifikovaly nákladové položky. Náklady byly rozděleny na **počáteční náklady, náklady na provoz a náklady na údržbu**. Do výpočtu byla pro potřeby této studie zahrnuta zůstatková hodnota přístroje, míra inflace za posledních 10 let a náklady byly diskontovány [28].

Studie [67] prováděná ve dvou řeckých nemocnicích si kladla za cíl porovnat celkové náklady na vlastnictví dvou scannerů MSCT (128slice a 64slice) a určit, které vstupní hodnoty mají největší vliv na celkové náklady na vlastnictví.

Pro potřeby této studie byly náklady rozděleny do dvou hlavních kategorií, a to na **počáteční náklady a náklady budoucí**. Počátečními náklady byly všechny náklady, které vznikly před začátkem používání přístroje, jedná se tedy o pořizovací náklady a náklady na přepravu a přípravu budovy. Za budoucí náklady byly považovány náklady na provoz, údržbu a opravy. I když je doba životnosti CT scannerů 15 let, byla sledovaná doba životnosti pro tuto analýzu stanovena na 5 let a byla použita diskontní sazba 3 %, která je v Řecku běžně používána. Jako měřítko pro stanovení ekonomické výkonnosti byla použita míra čistých úspor (NS), která stanovuje čistou částku, kterou by měla vybraná alternativa ušetřit [67].

Cílem studie [68] z indického Nového Dillí bylo určit LCC 1,5 Tesla magnetické rezonance (MRI) v místní fakultní nemocnici. Metoda kromě stanovení nákladů může také určit, jaká bude doba návratnosti pro konkrétní investici.

Náklady byly pro účely této studie rozděleny na **náklady fixní a variabilní**. Součástí fixních nákladů jsou mzdy, náklady spojené s provozem budovy, náklady na údržbu budovy, náklady na vybavení a náklady na údržbu zařízení. Do variabilních nákladů byly zahrnuty náklady na filmy a kontrastní látky, spotřební materiál a pomůcky, náklady na elektrickou energii a náklady na naftu. Všechny náklady byly diskontovány diskontní sazbou 10 % a horizont délky analýzy byl stanoven na 10 let [68].

Jedna z členských nemocnic institutu ECRI se pokoušela vybrat ze tří různých ventilátorů intenzivní péče od tří různých výrobců. Institut byl požádán o pomoc při

odhadu celkových nákladů na vlastnictví jako součást výběrového procesu. Analýza odhalila, že celkové náklady na ventilátory intenzivní péče za období 10 let jsou srovnatelné s náklady na pořízení. To je v rozporu s předpokladem, že náklady na životní cyklus zařízení výrazně převyšují kupní cenu [66].

Pro účel analýzy byly náklady rozděleny do 3 kategorií: **očekávaná cena nákupu kapitálu, náklady na plánovanou údržbu a vybrané provozní náklady**. U kupní ceny je brána v potaz i případná sleva dojednaná institutem. U očekávaných nákladů na pravidelnou údržbu je počítáno s intervalem jednoho roku, přičemž údržba zahrnuje pravidelnou standardní sadu. Do žádného z kroků výpočtu nebyly zahrnuty faktory inflace [66].

Autoři Ferrin a Plank [10] uvádějí dokonce 13 kategorií nákladových kategorií: **provozní náklady, kvalita, náklady spojené se zákazníkem, logistika, technologická výhoda, počáteční cena, náklady obětované příležitosti, spolehlivost a schopnost dodavatele, údržba, náklady na zásoby, transakční náklady, životní cyklus a různé**. Bacchetti [98] k rozdělení nákladů používá postup Activity-Based Costing (ABC). Náklady rozdělil na **kapitálové výdaje (CAPEX)** a **provozní výdaje (OPEX)**. CAPEX jsou náklady vynakládané společností na pořízení přístroje a souvisejících komodit. OPEX jsou náklady, které společnost vynakládá na provoz přístroje. Článek autora Chakravarty [99] dělí náklady do dvou velkých kategorií na **náklady fixní** a **náklady variabilní**.

Bektemur [100] se zaměřil na kategorii provozních nákladů. Uvádí, že do výpočtu celkových nákladů na údržbu zdravotnických prostředků je důležité zahrnout i náklady na práci a náhradní díly. Provozní náklady zdravotnických prostředků klasifikuje jako náklady na spotřebu související se zdravotnickým prostředkem, kam zařazuje náklady na náhradní díly, příslušenství a spotřební materiál, náklady na servis a údržbu a ostatní náklady.

Výběr optimálních náhradních dílů a spotřebního materiálu v odvětví zdravotnických prostředků, ve kterém působí mnoho společností a různých značek, je důležitý z hlediska provozních nákladů zdravotnického prostředku [101]. Při zkoumání výdajů na náhradní díly zdravotnických prostředků se ukázalo, že může existovat souvislost mezi pořizovacími cenami a náklady na údržbu zdravotnických prostředků [100, 102]. Prodejní cena zdravotnického prostředku je jedním z určujících faktorů týkajících se provozních nákladů na zdravotnické prostředky [103]. Bektemur [100] také poukazuje na to, že u zdravotnických prostředků existuje přímá úměra mezi příslušenstvím, náhradními díly, spotřebním materiálem a celkovými zásobami. Dále uvedl, že, po prozkoumání nákladových výdajů z předchozích let lze vypočítat poměr ročních nákladů na náhradní díly k celkovým pořizovacím nákladům přibližně jako 10 % u přístrojů s vysokou technologií, 5 % u přístrojů se střední technologií, 1,25 % u přístrojů s nízkou technologií a 0,25 % u přístrojů s jednoduchou technologií.

3 Cíle diplomové práce

Analýzou současného stavu byla prozkoumána metoda celkových nákladů na vlastnictví a její aplikace ve zdravotnictví. Jedná se o metodu nestandardizovanou pro jednotlivé analýzy se provádí modifikace metody. V České republice, ani jiných zemích se srovnatelným zdravotnickým systémem zatím nebyla provedena studie zabývající se metodou celkových nákladů na vlastnictví plicních ventilátorů. Vzhledem k meziročním nárůstům ventilovaných pacientů a také vlivem pandemie COVID 19, meziroční náklady spojené s plicními ventilátory narůstají.

Hlavním cílem diplomové práce je analýza celkových nákladů vlastnictví (TCO) plicních ventilátorů na vybraném anesteziologickém oddělení.

Dílčí cíle diplomové práce jsou:

- analýza zahraničních publikací a definování vhodných nákladových kategorií, které jsou relevantní pro nákladovou analýzu plicních ventilátorů
- sumarizování poznatků o nákladové efektivitě
- syntéza dostupných dat vnitřního informačního systému nemocnice a následná kalkulace nákladových položek
- analýza ekonomické náročnosti spotřebního materiálu k vybraným typům plicních ventilátorů s ohledem na environmentální dopady

Na základě získaných poznatků je vytvořen sumář doporučení týkajících se rozhodování o nákupu spotřebního materiálu i plicních ventilátorů.

4 Metody

V rámci zadání diplomové práce bylo stanoveno 5 základních cílů: analýza zahraničních publikací a definování vhodných nákladových kategorií včetně sumarizace poznatků o nákladové efektivitě; syntéza dostupných podkladů z daného zdravotnického zařízení pro následnou kalkulaci nákladových položek; srovnání možných spotřebních materiálů pro jednotlivé typy plicních ventilátorů se zaměřením na srovnání sterilizovatelných materiálů a materiálů jednorázových, kdy vyhodnocení bude provedeno pomocí techniky LCC; vytvoření souhrnu doporučení jako materiál pro rozhodování o nákupu spotřebního materiálu a plicních ventilátorů; a hlavním cílem diplomové práce je analýza celkových nákladů na vlastnictví plicních ventilátoru na vybraném anesteziologickém oddělení. Obrázek 4.1: Schéma postupu řešení diplomové práce graficky znázorňuje schéma postupu řešení diplomové práce.



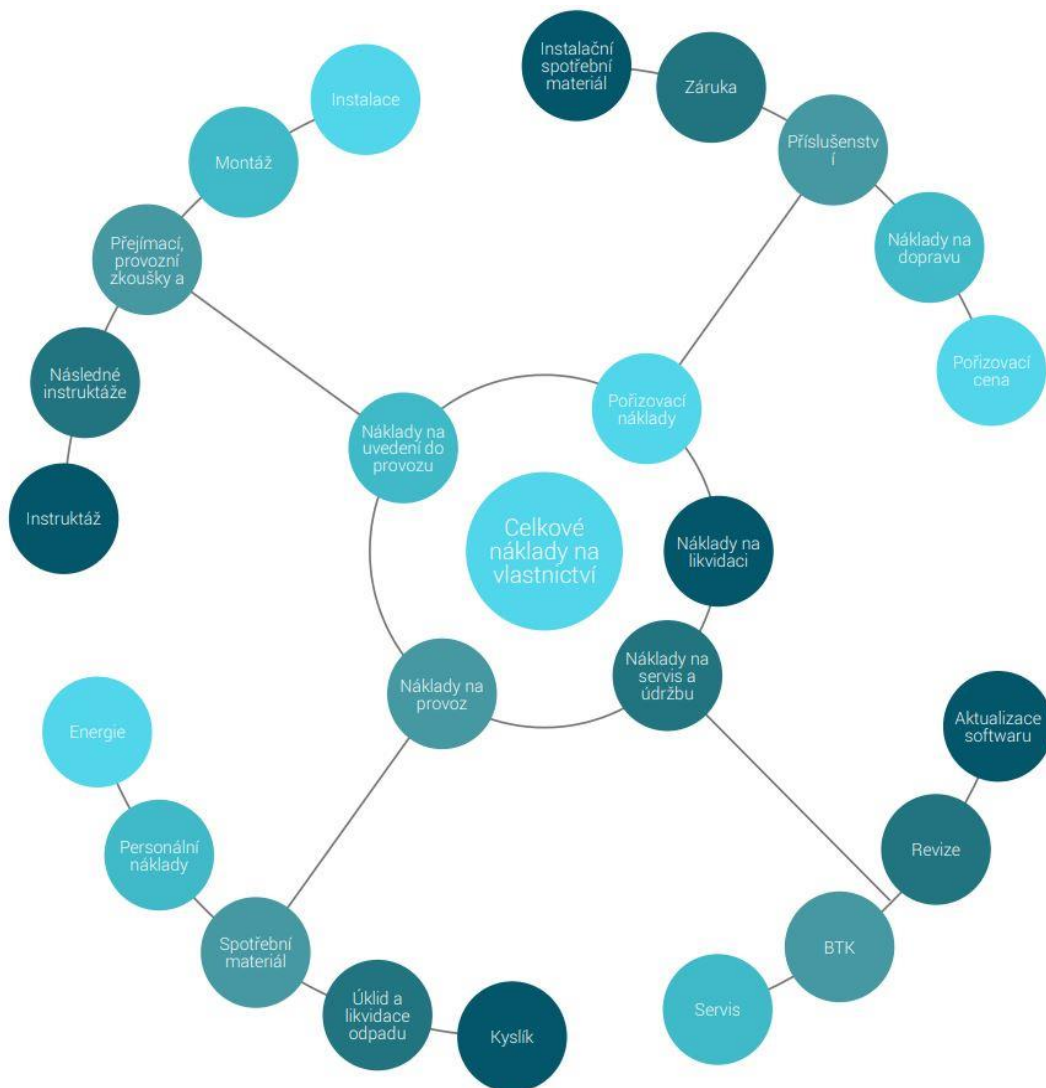
Obrázek 4.1: Schéma postupu řešení diplomové práce

Jak již bylo zmíněno, v literatuře pojem TCO úzce souvisí s pojmem Life Cycle Costing (LCC) a jasné rozlišení těchto dvou pojmů často schází [23]. V několika publikacích se přikládá stejný význam oběma termínům [24–26]. Rozdíl mezi těmito dvěma termíny je v publikacích vysvětlován na časové ose. Metoda TCO pohlíží na náklady specifického aktiva od jeho pořízení po likvidaci. Metoda LCC zohledňuje i dobu před pořízením aktiva. Princip výpočtu je velmi podobný pro obě metody [27, 28].

4.1 Definice nákladových kategorií

Pro splnění hlavního cíle diplomové práce, což je analýza celkových nákladů na vlastnictví plicních ventilátorů, je důležitým krokem definovat všechny nákladové kategorie. Protože tato metoda není standardizovaná [44], je nutné pro každý projekt zvláště analyzovat a stanovit dané nákladové kategorie. Nákladové kategorie, které byly stanoveny pro tuto diplomovou práci, vychází z přehledu současného stavu problematiky a zároveň jsou zde promítnuty potřeby pro analýzu celkových nákladů daného zdravotnického prostředku, tedy konkrétně plicního ventilátoru. Nákladové kategorie, které jsou v této diplomové práci, jsou použitelné obecně pro plicní ventilátory. Náklady jsou rozděleny dle Bacchetti [98] na **kapitálové výdaje** (CAPEX) a **provozní**

výdaje (OPEX). CAPEX jsou náklady vynakládané společností na pořízení přístroje a souvisejících komodit. OPEX jsou náklady, které společnost vynakládá na provoz. Obrázek 4.2 graficky znázorňuje rozdělení nákladových kategorií.



Obrázek 4.2: Nákladové kategorie

4.1.1 Pořizovací náklady

Kategorie nákladů pořizovací náklady ($TCO_{Pořizovací}$) obsahují kupní cenu přístroje, náklady na záruku, dopravu, příslušenství, instalaci a vstupní sadu spotřebního materiálu. Podklady pro stanovení těchto částek jsou převzaty z kupních smluv, které zdravotnické zařízení uzavřelo. Od 01.07.2016 je většina nemocnic, včetně Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, povinna ze zákona zveřejňovat nově uzavírané smlouvy s plněním nad 50 tis. Kč bez DPH v registru smluv [104].

Krajská zdravotní a.s., jakožto zadavatel veřejných zakázek, uveřejňuje kupní smlouvy prostřednictvím systému E-ZAK, v němž jsou dokumenty volně k nahlédnutí. Kupní smlouvy obsahují všechny informace potřebné pro stanovení této nákladové kategorie. Dokumenty, které nejsou dohledatelné prostřednictvím portálu E-ZAK, jsou získány z dokumentace vybraného pracoviště nebo prostřednictvím oddělení odboru zdravotnické techniky, kde jsou tyto dokumenty archivovány.

V rámci této diplomové práce není počítáno s náklady na stavební úpravy, protože plicní ventilátory úpravy tohoto typu nevyžadují.

Vzhledem k tomu, že každá dodávka se může lišit v počtu instalačního spotřebního materiálu, je cena přepočtena vždy na jeden kus daného typu spotřebního materiálu.

Pro výpočet celkových pořizovacích nákladů ($TCO_{Pořizovací}$) byl použit vzorec:

$$TCO_{Pořizovací} = BC + DC + CC_i + GC + AC \quad (4.1)$$

BC	kupní cena přístroje
DC	náklady na dopravu
CC_i	cena za instalační spotřební materiál
GC	náklady na záruku
AC	náklady na příslušenství

4.1.2 Náklady na uvedení do provozu

Náklady na uvedení do provozu ($TCO_{Uvedení\ do\ provozu}$) zahrnují náklady na instalaci, montáž, náklady na provedení všech přijímacích a provozních testů a zkoušek dle platné legislativy a provedení příslušných revizí, náklady na instruktáž s možností provádění následující instruktáže včetně vystavení příslušného certifikátu a náklady na samotnou instruktáž. Údaje pro stanovení cen pro tuto kategorii nákladů byly stanoveny na základě kupních smluv a komunikace se zaměstnanci jednotlivých firem dodávajících příslušné typy plicních ventilátorů.

Pro výpočet celkových nákladů na uvedení do provozu ($TCO_{Uvedení\ do\ provozu}$) byl použit vzorec:

$$TCO_{Uvedení\ do\ provozu} = IC + ConC + TC + InC_T + \sum_{i=1}^n (InC)_i \quad (4.2)$$

IC	náklady na instalaci
ConC	náklady na montáž
TC	náklady na provedení všech přijímacích a provozních testů a zkoušek dle platné legislativy a provedení příslušných revizí
InC _T	náklady na instruktáž s možností provádění následující instruktáže včetně vystavení příslušného certifikátu
InC	náklady na instruktáž
n	počet hodnocených let

4.1.3 Náklady na provoz

Kategorie nákladů na uvedení do provozu (TCO_{Provoz}) obsahují náklady na energii, personální náklady, náklady na spotřební materiál, náklady na úklid a likvidaci a náklady na medicínální kyslík a vzduch.

Pro výpočet nákladů za energii (EC) byla zjištěna aktivní doba použití ventilátorů a jejich příkon. Dále byla zjištěna průměrná cena elektřiny pro vybrané zdravotnické zařízení.

Pro náklady na energii byl použit vzorec:

$$EC = AT \times P \times EP \quad (4.3)$$

EC	náklady na energii	[Kč]
AT	aktivní doba použití	[hod]
P	příkon	[kW]
EP	cena elektrické energie	[Kč/kWh]

Personální náklady (SC) byly vypočteny z průměrného výdělku zaměstnanců, kteří s daným přístrojem pracují. Po konzultaci se zaměstnanci pracoviště byla stanovena časová náročnost jednotlivých profesí, které s přístrojem pracují. Pravidelnou přípravu přístroje a jeho běžnou údržbu provádí sestry daného pracoviště, lékaři následně nastavují potřebný ventilační režim a parametry.

Náklady na spotřební materiál (CC) byly získány z dat zdravotnického zařízení. Bylo počítáno se spotřebním materiálem, který je používán pro daný typ ventilátoru ve

zdravotnickém zařízení. Protože se cena spotřebního materiálu může v průběhu let měnit, počítalo se s průměrnou cenou v daném období.

Náklady na úklid a likvidaci (CDC) byly získány z dat zdravotnického zařízení a personální náklady spojené s úklidem a likvidací byly započítány do položky personální náklady.

Náklady na medicínální plyny (GasC) jsou závislé na délce aktivního používání přístroje. Pro přístroje, které si berou vzduch z okolní a není tedy potřeba k nim připojovat stlačený vzduch, jsou počítány pouze náklady na medicínální kyslík. U nákladů na medicínální vzduch se vychází z předpokladů minutové plicní ventilace a potřeb pro pohon ventilátoru. Ceny za medicínální plyny byly stanoveny na základě průměrné ceny pro zdravotnické zařízení. Jelikož potřeby průtoku a frakce kyslíku jsou rozdílné podle potřeby jednotlivých parametrů, je počítáno s průměrnými hodnotami.

Pro náklady na medicínální plyny byl použit vzorec:

$$PC = (C_{O_2} \times FiO_2 \times Q_{O_2} \times AT) + (C_{AIR} \times Q_{AIR} \times AT) \quad (4.4)$$

PC	náklady na medicínální plyny	[Kč]
C_p	cena za 100% kyslík	[Kč/l]
FiO_2	frakce kyslíku	
Q_{O_2}	průtok kyslíku	[l/min]
C_{AIR}	cena za medicínální vzduch	[Kč/l]
Q_{AIR}	průtok vzduchu	[l/min]
AT	aktivní doba používání	[min]

Náklady na provoz jsou počítány jako součet všech výše uvedených nákladových položek a lze je vyjádřit pomocí vzorce:

$$TCO_{Provoz} = \sum_{i=1}^n (EC)_i + \sum_{i=1}^n (SC)_i + \sum_{i=1}^n (CC)_i + \sum_{i=1}^n (CDC)_i + \sum_{i=1}^n (GasC)_i \quad (4.5)$$

EC	náklady na energii
SC	personální náklady
CC	náklady na spotřební materiál
CDC	náklady na úklid a likvidaci
GasC	náklady na vzduch a stlačený kyslík

4.1.4 Náklady na servis a údržbu

Kategorie nákladů na servis a údržbu ($TCO_{Servis\ a\ údržba}$) zahrnuje náklady na servis, náklady na bezpečnostně technické kontroly, náklady na revize a náklady

na aktualizace softwaru. Údaje pro stanovení cen pro tuto kategorii nákladů byly stanoveny na základě dokumentace zdravotnického zařízení.

Pro náklady na energii byl použit vzorec:

$$TCO_{\text{Servis a údržba}} = \sum_{i=1}^n (SC)_i + \sum_{i=1}^n (BTKC)_i + \sum_{i=1}^n (RC)_i + \sum_{i=1}^n (ASC)_i \quad (4.6)$$

SC	náklady na servis
BTKC	náklady na bezpečnostně technické kontroly
RC	náklady na revize
ASC	náklady na aktualizace softwaru

4.1.5 Náklady na likvidaci

Kategorie nákladů na likvidaci ($TCO_{\text{Likvidace}}$) obsahují náklady na odborné odinstalování přístroje a ekologickou likvidaci. Cena těchto nákladů byla stanovena buď již v rámci kupní smlouvy, a v tom případě je evidována v kategorii nákladu na pořízení, anebo byla stanovena firmou dodávající zdravotnický prostředek.

4.2 Syntéza podkladů ze zdravotnického zařízení

Pro splnění hlavního cíle diplomové práce (analýza celkových nákladů na vlastnictví) je nutné provést kalkulaci nákladových položek. Aby bylo možné kalkulaci provést, je nutná syntéza podkladů ze zdravotnického zařízení.

Diplomová práce aplikuje data z kliniky Anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem, která je součástí akciové společnosti Krajská zdravotní. Klinika disponovala ve sledovaném období třemi stanicemi. Každá stanice má 12 lůžek. Celkový počet hospitalizovaných pacientů hospitalizovaných na klice byl ve sledovaném období 12 873. Počet ventilovaných pacientů vychází z dat Statistiky oboru anestezie a intenzivní medicíny, který pro rok 2017 stanovil, že 56,7 % z počtu přijatých pacientů jsou připojeni na plicní ventilátor [14].

Byla provedena analýza dostupných dokumentů zdravotnického zařízení, jako jsou kupní smlouvy, dodací listy, faktury, objednávky a další. Data byla získávána také z archivu interního objednávkového systému NEOS, který zdravotnické zařízení využívá k nákupu spotřebních materiálů. Objednávkový systém NEOS také eviduje ceny spotřebních materiálů, které byly stanoveny pro celou Krajskou zdravotní a.s..

4.3 Komparace možných spotřebních materiálů pomocí techniky LCC

S provozem mechanického plicního ventilátoru se neodmyslitelně pojí používání spotřebních materiálů. Pro provoz všech plicních ventilátorů je spotřební materiál nutným vybavením. S každým typem plicního ventilátoru se pojí různé druhy spotřebních materiálů, konkrétní typ materiálu je vždy uveden v návodu k obsluze plicního ventilátoru.

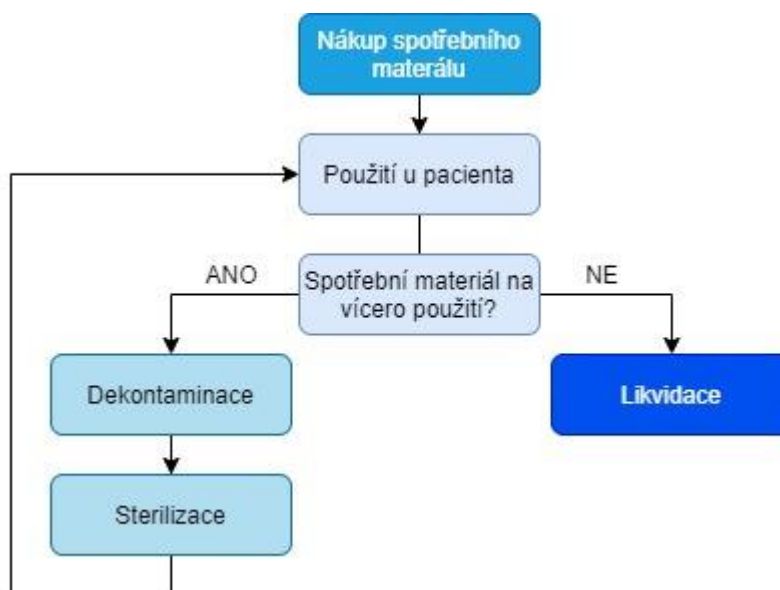
Kalkulace nákladů životního cyklu (LCC) je dalším přístupem k životnímu cyklu, prostřednictvím kterého se zkoumají spíše přímé peněžní náklady spojené s výrobkem nebo službou než dopad na životní prostředí, jako je tomu u metody hodnocení životního cyklu (LCA), která byla zmiňována v přehledu současného stavu [91]. Metoda LCC našla své uplatnění nejvíce v oblasti stavebního průmyslu. Dalším možným a častým využitím metody LCC je pro komparace dvou alternativ. Takovéto srovnávání pomocí metody LCC lze provést v případě, že se jedná o dvě aktiva, která splňují požadavky stran technických parametrů, výkonu využití apod. a liší se v nákladech spojených s tímto aktivem [105, 106].

Před komparací spotřebních materiálů je důležité mít k dispozici dokument obsahující výčet spotřebních materiálů pro jednotlivé typy plicních ventilátorů. Tento výčet bude sestaven na základě průzkumu trhu. Dále je potřeba získat informace o nákladech na daný spotřební materiál. Tyto informace budou získány prostřednictvím komunikace se společnostmi dodávajícími na český trh. Při získávání potřebných informací se diplomová práce zaměřuje na srovnávání sterilizovatelných materiálů a materiálů na jedno použití.

Následná komparace bude provedena prostřednictvím metody Life Cycle Costing (LCC). LCC bude odhadnuto pro dvě alternativy spotřebního materiálu se stejnou funkcí, konkrétně spotřebního materiálu na jedno použití a sterilizovatelného spotřebního materiálu. Pro stanovení LCC byly provedeny následující kroky:

1. určení životního cyklu daného typu spotřebního materiálu,
2. stanovení nákladových kategorií a nákladových položek,
3. definování provozní doby využití,
4. výpočet LCC jakožto součet všech nákladů,
5. porovnání výsledků.

Pro určení životního cyklu daného typu spotřebního materiálu byl vytvořen obecný algoritmus (viz Obrázek 4.3), který byl následně použit pro každý typ spotřebního materiálu.



Obrázek 4.3 Obecný algoritmus pro určení životního cyklu

Stanovení nákladových kategorií a položek vychází z vytvořeného algoritmu pro životní cyklus. Nákladové kategorie jsou tedy náklady na pořízení spotřebního materiálu, náklady na provoz, náklady na dekontaminaci, náklady na sterilizaci a náklady na likvidaci.

Náklady na pořízení obsahují kupní cenu spotřebního materiálu včetně nákladů na dopravu. Tyto náklady byly stanoveny na základě cenových nabídek a konzultací s firmami dodávajícími pro český trh.

Náklady na provoz obsahují personální náklady, které byly vypočteny z průměrného výdělku zaměstnanců, kteří s daným spotřebním materiálem pracují. Po konzultaci se zaměstnanci pracoviště byla stanovena časová náročnost na přípravu daného typu spotřebního materiálu. Tyto náklady jsou zahrnovány do výpočtu, protože doba práce se sterilizovatelným a jednorázovým spotřebním materiálem se může lišit v závislosti na typu spotřebního materiálu. Zároveň první kroky přípravy na sterilizaci probíhají již na pracovišti kliniky a tento čas je také potřeba zohlednit.

Náklady na dekontaminaci obsahují náklady na materiál, který je potřeba pro provedení dekontaminace a personální náklady, které byly vypočteny z průměrného výdělku zaměstnanců, kteří dekontaminaci provádějí. Po konzultaci se zaměstnanci pracoviště byla stanovena časová náročnost dekontaminace daného spotřebního materiálu.

Náklady na sterilizaci obsahují náklady na materiál, personální náklady a náklady na energie během sterilizace. Data pro stanovení těchto nákladů byla stanovena na základě vstupů od pracovníků oddělení sterilizace.

Poslední nákladovou kategorií pro stanovení vzorce pro výpočet LCC jsou **náklady na likvidaci**.

Provozní doba využití, pro kterou je LCC počítáno, je stanovena pro každý typ spotřebního materiálu podle možné doby používání sterilizovatelného typu.

Vzorec pro výpočet LLC spotřebního materiálu byl stanoven jako:

$$LCC = LCC_{Pořizení} + LCC_{Provoz} + LCC_{Dekontaminace} + LCC_{Sterilizace} + LCC_{Likvidace} \quad (4.7)$$

4.4 Sumář doporučení pro rozhodování o nákupu plicních ventilátorů a jejich spotřebních materiálů

Závěrečný sumář doporučení pro rozhodování o nákupu spotřebního materiálu a plicních ventilátorů vychází ze získaných poznatků. Obsahuje body, na které je doporučeno se při nákupu plicních ventilátorů a spotřebních materiálů zaměřit. Zároveň by měl sumář sloužit jako dokument, který může napomáhat při nákupu jednotlivých položek. Sumář doporučení byl představen zaměstnancům kliniky z řad obsluhujícího personálu, tedy lékařům a sestřám. Ti pro každý bod doporučení přiřadily váhu udávající důležitost pro vybraného pracovníka.

4.5 Celkové náklady na vlastnictví

Hlavním cílem diplomové práce je analýza celkových nákladů na vlastnictví plicních ventilátorů na anesteziologickém oddělení. Výpočet celkových nákladů na vlastnictví se opírá o přehled současného stavu a vychází ze stanovených nákladových kategorií pro plicní ventilátory. Díky metodě Total cost of ownership jsme schopni posuzovat náklady spojené s majetkovým vlastnictvím aktiva a lépe pochopit náklady nad rámec jeho pořizovací ceny. Jak již bylo zmíněno, tato metoda není standardizována a nelze tedy použít stejný vzorec výpočtu pro všechny výpočty napříč odvětvími ani technologiemi.

V rámci všech dostupných východisek práce byl vzorec pro výpočet celkových nákladů na vlastnictví stanoven jako:

$$TCO = TCO_{Pořizovací} + TCO_{Uvedení\ do\ provozu} + TCO_{Provoz} + TCO_{Servis\ a\ údržba} + TCO_{Likvidace} \quad (4.8)$$

4.5.1 Diskontování

Diskontováním se rozumí proces, díky kterému jsme schopni ohodnotit budoucí hodnotu peněz. Pomocí diskontování jsme schopni započítat faktor času do finančních jednotek. Zahraniční práce [28, 67] často používají k diskontování na čistou současnou hodnotu diskontní sazbu 3 %. V další zahraniční publikaci [99], která zpracovává analýzu

LCC u magnetických rezonancí, se počítalo dokonce s diskontní sazbou 10 %. Naopak analýzy od Webera a společnosti Reactiondata [22, 55] vliv diskontování nezohledňují. Pro tuto práci byla použita diskontní sazba 4 %, která vychází z doporučení Evropské komise pro projekty z veřejných investic [107]. Pro diskontování celkových nákladů na vlastnictví byl v této práci použit vzorec:

$$TCO_d = \sum_{i=0}^t \frac{(CO)_t}{(1+r)^t} \quad (4.9)$$

TCO_d	celkové náklady na vlastnictví diskontované
CO	náklady na vlastnictví v jednotlivých letech
i	i-tý rok investice
t	doba životnosti
r	diskontní sazba

Pro přepočítání pořizovacích nákladů starších ventilátorů byly všechny hodnoty diskontovány na současnou hodnotu. Diskontní sazba byla stanovena na 4 % dle doporučení Evropské komise. Byl použit vzorec:

$$PV = C_t \times \frac{1}{(1+r)^t} \quad (4.10)$$

PV	současná hodnota
C_t	částka v hotovosti
t	počet let
r	diskontní sazba

5 Výsledky

5.1 Definice nákladových kategorií

Pro účely této práce byla provedena analýza zahraničních publikací s cílem definovat nákladové kategorie pro nákladovou analýzu plicních ventilátorů. Kategorie nákladů nejsou standardizovány [44] a pro každý projekt jsou stanoveny nákladové kategorie dle potřeb daného projektu. Pro analýzu celkových nákladů na vlastnictví plicních ventilátorů byly definovány nákladové kategorie dle Tabulka 5.1. Kategorie byly zvoleny tak, aby zohledňovaly všechny náklady související s vlastnictvím všech typů plicních ventilátorů pro intenzivní péči v jakémkoliv zdravotnickém zařízení.

Tabulka 5.1 Rozdělení a struktura nákladových kategorií

	Kategorie nákladů	Detail nákladové položky
CAPEX	Pořizovací náklady	Náklady na pořízení
		Náklady na dopravu
		Náklady na příslušenství nového stroje
		Náklady na záruku
		Náklady na instalační spotřební materiál
	Náklady na uvedení do provozu	Náklady na instalaci
		Náklady na montáž
		Náklady na provedení všech přejímacích a provozních testů a zkoušek dle platné legislativy a provedení příslušných revizí
		Náklady na instruktáž s možností provádění následující instruktáže
		Náklady na instruktáž
OPEX	Náklady na provoz	Náklady na energii
		Personální náklady
		Náklady na spotřební materiál
		Náklady na úklid a likvidaci
		Náklady na medicínální plyny
	Náklady na servis a údržbu	Náklady na servis
		Náklady na bezpečnostně technické kontroly
		Náklady na revize
	Náklady na likvidaci	Náklady na aktualizace softwaru
		Náklady na likvidaci přístroje

5.2 Analýza daných typů ventilátorů

Byla provedena analýza dat Kliniky anesteziologie perioperační a intenzivní medicíny v Masarykově nemocnici v Ústí nad Labem. Klinika disponuje celkem čtyřmi typy ventilátorů pro intenzivní péči. Pro účely této práce byla vytvořena Tabulka 5.2, která shrnuje základní parametry jednotlivých typů ventilátorů. Veškerá data pro tuto tabulku byla získána z návodů k obsluze jednotlivých ventilátorů a ze stránek Registru zdravotnických prostředků [108–111].

Tabulka 5.2 Parametry ventilátorů

Název	Engström Carestation	AVEA	Savina 300	Evita XL
Výrobce	Datex Ohmeda	CareFusion	Drägerwerk AG & Co.KGaA	Drägerwerk AG & Co.KGaA
Servisní organizace	Medisap	Cheiron	Dräger Medical	Dräger Medical
Třída rizika	IIb	IIb	IIb	IIb
Účel použití	V intenzivní péči	V intenzivní péči, zařízení poskytující zdravotnickou péči,	V intenzivní péči, pooperačních pokojích a obecně pro zdravotnická zařízení, při transportu ventilovaného pacienta	V intenzivní péči
Rozsah použití	Kojenci až dospělí	Novorozenci až dospělí	Novorozenci až dospělí	Novorozenci až dospělí
Životnost	Neuvedeno	Neuvedeno	Neuvedeno	Neuvedeno
Hmotnost [kg]	29	33,1	26	29
Rozměry V×Š×H [cm]	144×53×78	26,7×43,2×40,6	46,0 x 38,3 x 36,4	31,5 x 53,0 x 45,0
Přiváděný plyn	Medicínální vzduch a kyslík	Medicínální vzduch a kyslík	Okolní vzduch a kyslík	Medicínální vzduch a kyslík
Průtok [l/min]	0–180	0–200	0–250	0–180
Spotřeba elektrické energie [W]	180	170	125	125
Zvlhčení	V případě potřeby externí	V případě potřeby externí	V případě potřeby externí	V případě potřeby externí
Interval BTK	5 000 hod nebo 12 měsíců	12 měsíců	12 měsíců	6 měsíců
Spotřební materiál	Pacientský okruh, filtr expirační (doporučený), filtr inspirační (doporučený), výdechový (expirační) ventil	Pacientský okruh, výdechový (expirační) ventil, flow senzor	Pacientský okruh, filtr expirační, výdechový (expirační) ventil, průtokový senzor (flow senzor)	Pacientský okruh, výdechový (expirační) ventil, průtokový senzor (flow senzor), kyveta a senzor CO2
Rok pořízení	2009	2006–2007	2017	2003

5.3 Vyhodnocení kategorií nákladů plicních ventilátorů

Pro hodnocení celkových nákladů na vlastnictví z dat poskytnutých zdravotnickým zařízením byl vybrán 1 typ ventilátorů pro intenzivní péči. Vlivem odlišného roku pořízení a nemožnosti vyčíslit všechny nákladové kategorie pro ostatní typy ventilátorů pro dobu jejich účetní životnosti, nemohly být pro ostatní typy ventilátorů stanoveny celkové náklady na vlastnictví. Všechny ventilátory z Tabulka 5.2 byly odborným personálem kliniky označeny za rovnocenné, a to i s ohledem na jejich odlišné stáří.

Pro ventilátory, které nemohly být zahrnuty do analýzy celkových nákladů na vlastnictví, byly pořizovací náklady diskontovány na hodnotu v roce 2017 a byla analyzována data týkající se ventilátorů typu S za období 2017–2021.

Plicní ventilátory spadají do 2. odpisové skupiny a nemají v návodu k obsluze stanovenou dobu životnosti. Volba časového horizontu byla stanovena podle zařazení do odpisové skupiny a sledované období pro stanovení celkových nákladů na vlastnictví je

tedy 5 let. Jedná se o tzv. účetní životnost. Životnost ventilátorů lze také vyjádřit tzv. ekonomickou životností, což je doba, po kterou majetek přináší ekonomický prospěch [112], nebo pomocí životnosti po dobu servisu, která je závislá na době, po kterou je výrobce/dodavatel schopen udržet ventilátor provozuschopný. U všech sledovaných typů ventilátorů v současné době není výrobcem ani dodavatelem plánováno ukončení servisní podpory. Roční inflace nejsou zahrnuty ve výpočtech, protože odvětví zdravotnictví je tradičně cenově nepružné [99].

Typy ventilátorů ve spojení se získanými daty jsou anonymizovány. Všechna získaná data nejsou veřejně přístupná a nebyl získán souhlas s přiřazením dat ke konkrétním ventilátorům od výrobců případně dodavatelů plicních ventilátorů.

Z výročních zpráv byl získán počet ventilovaných pacientů za sledované roky. V průběhu sledovaného období bylo na klinice hospitalizováno 12 872 pacientů. Ústav zdravotnických informací a statistiky uvádí [14], že na klinikách anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny je 56,7 % z celkového počtu přijatých pacientů ventilováno. Jelikož nebylo možné přesně určit, kolik pacientů bylo v daném roce připojeno na plicní ventilátor, bude diplomová práce vycházet z těchto údajů.

Pro stanovení detailů nákladových položek bylo potřeba spolupráce s odborným personálem zdravotnického zařízení, odborníky v oblasti ventilačních technologií a personálem kliniky anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny. V případě, že nebylo možné data přesně stanovit, byl proveden odborný odhad.

Veškeré uváděné ceny jsou včetně DPH.

5.3.1 Pořizovací náklady

Pořizovací náklady na jednotlivé typy ventilátorů jsou stanovené v kupních smlouvách. Pro nákup zdravotnických prostředků má Krajská zdravotní, a. s. vyhotovený předběžný návrh kupní smlouvy. Tento návrh mají případní dodavatelé k dispozici v rámci dokumentů veřejných zakázek. Tento návrh kupní smlouvy stanovuje, že součástí kupní ceny jsou pořizovací náklady, náklady na uvedení do provozu a náklady na likvidaci přístroje. Dále je v kupní smlouvě uvedeno, že firma proškolí příslušného pracovníka z oddělení OOKC, který může následně školit další personál, tím pádem do budoucna nevznikají další náklady na instruktáže. Před podpisem kupních smluv dochází často k jejich modifikacím na základě dohody mezi kupujícím a prodávajícím. Pro všechny analyzované ventilátory platí, že součástí pořizovacích nákladů jsou také náklady na uvedení do provozu a náklady na likvidaci přístroje. Zároveň nejsou tyto částky uvedeny ve smlouvě a nelze tedy stanovit, do jaké míry se podílejí na celkových pořizovacích nákladech.

Celková investice byla vyčíslena na částku 11 642 571 Kč za celkem 27 kusů plicních ventilátorů pro intenzivní péči. Tabulka 5.3 uvádí jednotlivé ventilátory a jejich diskontovanou kupní cenu na hodnotu v roce 2017 včetně roku pořízení. Diskontování

bylo provedeno pro možné porovnání ventilátorů s ventilátory typu S, u kterých se stanovují celkové náklady na vlastnictví.

U ventilátoru typu A, který byl pořízen v roce 2007, se liší cena oproti stejnému ventilátoru, který byl pořízen v roce 2006 o 95 584 Kč. Ventilátory jsou přes rozdílnou kupní cenu identické a byly pořízeny se stejným softwarovým vybavením. Podobné je to i u ventilátorů typu S, kde byly ventilátory nakupovány ve stejném roce, ale ve dvou vlnách. Zde je rozdíl ceny ventilátorů 150 392 Kč.

Tabulka 5.3 Diskontované pořizovací náklady k roku 2017

Typ ventilátoru	Označení ventilátoru	Rok výroby	Pořizovací náklady na 1 ventilátor [Kč]	Pořizovací náklady celkem [Kč]
Ventilátory typu S	S1	2017	300 139	<u>3 903 743</u>
	S2	2017	300 139	
	S3	2017	300 139	
	S4	2017	300 139	
	S5	2017	450 531	
	S6	2017	450 531	
	S7	2017	450 531	
	S8	2017	450 531	
	S9	2017	450 531	
	S10	2017	450 531	
Ventilátory typu X	X1	2003	383 318	<u>3 833 179</u>
	X2	2003	383 318	
	X3	2003	383 318	
	X4	2003	383 318	
	X5	2003	383 318	
	X6	2003	383 318	
	X7	2003	383 318	
	X8	2003	383 318	
	X9	2003	383 318	
	X10	2003	383 318	
Ventilátory typu A	A1	2007	424 744	<u>1 932 552</u>
	A2	2006	329 160	
	A3	2007	424 744	
	A4	2006	329 160	
	A5	2007	424 744	
Ventilátory typu E	E1	2009	424 726	<u>849 452</u>
	E2	2009	424 726	

Pro výpočet celkových nákladů na vlastnictví plicních ventilátorů typu S nebyla celková pořizovací cena rozložena pomocí odpisů. Přístroje byly pořízeny Krajem nebo z jiných dotačních fondů, a proto nejsou zdravotnickým zařízením odepisovány [113].

5.3.2 Náklady na uvedení do provozu

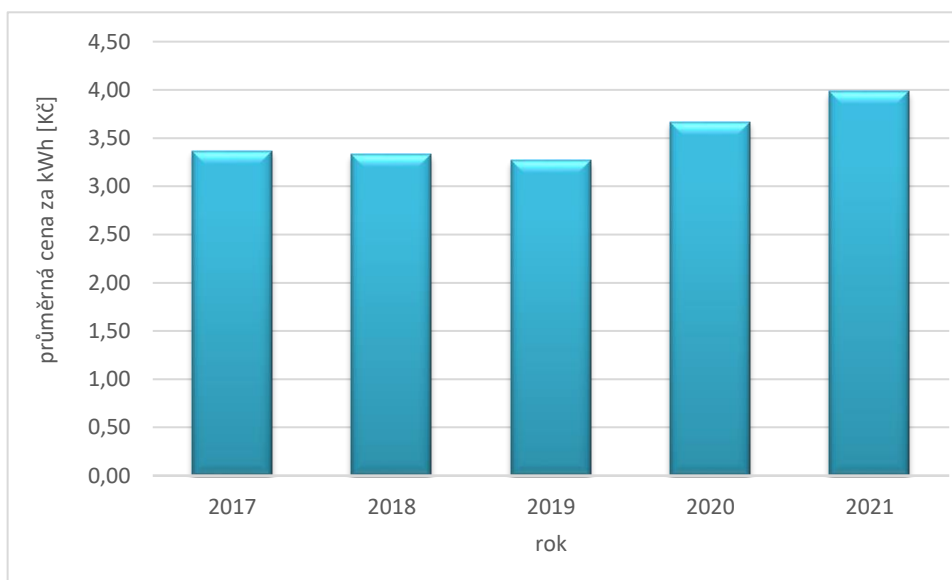
Tyto náklady byly zahrnuty do nákladů na pořízení, protože jednotlivé nákladové položky byly dle kupní smlouvy součástí kupní ceny přístrojů.

5.3.3 Náklady na provoz

Náklady na energie byly vypočteny pomocí vzorce 4.3. Data pro ceny energií v Tabulka 5.4 byla stanovena ze smluv zdravotnického zařízení. Vývoj průměrných cen energií uvádí graf 5.1.

Tabulka 5.4 Průměrné ceny energií v letech 2017–2021 v jednotkách Kč

Rok	Průměrná cena energií za kwh
2017	3,37
2018	3,33
2019	3,27
2020	3,67
2021	3,98
Průměr	3,52



Graf 5.1 Průměrné ceny energií v letech 2017–2021

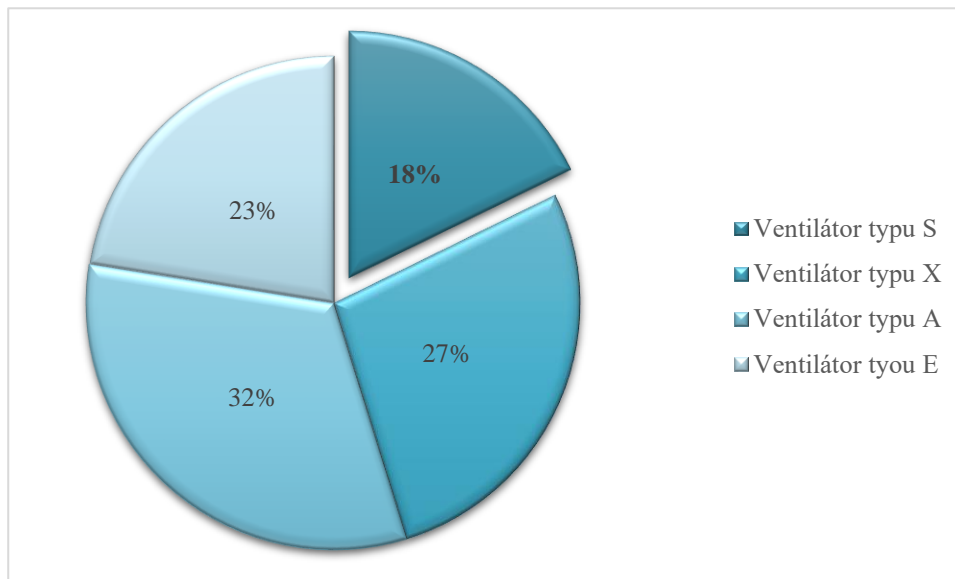
Cena nákladů na energie se odvíjí od počtu hodin provozu každého ventilátoru. Z dat vyplývá, že nejvíce používané byly ventilátory typu X. Personál kliniky tuto skutečnost zdůvodnil tím, že tyto ventilátory jsou jediné, které jsou pevně spojeny s lůžkem na jedné ze stanic. Ostatní ventilátory jsou pojízdné a je tedy s nimi možné manipulovat dle potřeb pacientů a přání lékařů. Nejméně hodin v provozu byly naopak ventilátory typu E. Tyto ventilátory jsou na klinice pouze 2. Lékaři tedy s tímto typem pracují nejméně, nemají s ním dostatek zkušeností, a proto preferují použití jiných ventilátorů.

Průměrná spotřeba elektrické energie je pro každý typ ventilátoru uvedena v Tabulka 5.2 a je dalším parametrem, který stanovuje celkovou cenu nákladů na energie pro jednotlivé typy ventilátorů. Největší náklady na energie vykazují ventilátory typu

A vlivem velké spotřeby elektrické energie. Největší spotřebu elektrické energie mají ventilátory typu E, ale naopak mají nejméně hodin v provozu. Při stanovení průměrných nákladů na energie pro jednotlivé typy ventilátorů bylo zjištěno, že pokud by od každého typu ventilátoru byl stejný počet kusů, přibližně 32 % nákladů na energie by bylo vynaloženo na ventilátory typu A, 27 % na ventilátory typu X, 23 % na ventilátory typu E a pouze 18 % na ventilátory typu S. Náklady na energie pro jednotlivé typy ventilátorů jsou uvedeny v Tabulka 5.5. Porovnání průměrných nákladů na energie pro jednotlivé typy ventilátorů je znázorněno v grafu 5.2.

Tabulka 5.5 Náklady na energie plicních ventilátorů v jednotkách Kč

Typ ventilátoru	Označení ventilátoru	2017	2018	2019	2020	2021	Náklady celkem	Náklady celkem na typ
Ventilátor typu S	S1	1 414	1 663	1 306	1 496	2 468	8 346	<u>85 741</u>
	S2	1 123	1 457	1 935	1 151	2 984	8 649	
	S3	1 418	1 666	1 691	1 791	1 829	8 395	
	S4	1 380	1 589	1 487	1 643	2 439	8 539	
	S5	945	3 114	1 325	939	3 154	9 477	
	S6	1 461	2 878	1 828	975	1 803	8 946	
	S7	785	3 571	1 400	1 016	1 609	8 380	
	S8	1 138	2 320	1 515	2 143	1 450	8 566	
	S9	1 971	1 167	1 590	2 170	1 206	8 105	
	S10	1 430	2 428	1 287	1 443	1 750	8 338	
Ventilátor typu X	X1	3 230	1 712	2 287	1 943	4 053	13 226	<u>132 454</u>
	X2	3 720	2 035	2 256	2 235	3 111	13 358	
	X3	2 140	2 753	2 854	2 325	3 634	13 707	
	X4	1 292	3 064	2 231	2 657	4 002	13 245	
	X5	2 568	3 075	1 970	3 153	3 630	14 396	
	X6	883	2 150	2 274	2 288	3 257	10 852	
	X7	3 228	3 041	2 739	2 583	3 522	15 114	
	X8	2 684	3 231	2 497	1 865	3 390	13 666	
	X9	2 297	1 995	1 729	2 549	3 432	12 003	
	X10	3 373	2 189	2 257	1 578	3 492	12 889	
Ventilátor typu A	A1	3 141	2 481	2 937	2 385	3 892	14 834	<u>77 971</u>
	A2	2 856	3 469	2 367	2 537	4 035	15 265	
	A3	2 862	3 138	2 545	3 143	3 340	15 028	
	A4	3 276	3 241	2 911	2 917	4 071	16 417	
	A5	3 468	2 645	3 320	3 080	3 913	16 426	
Ventilátor typu E	E1	2 405	1 556	1 728	2 624	2 883	11 195	<u>21 673</u>
	E2	1 862	1 940	1 524	2 626	2 526	10 478	



Graf 5.2 Průměrné celkové náklady na energie na typ

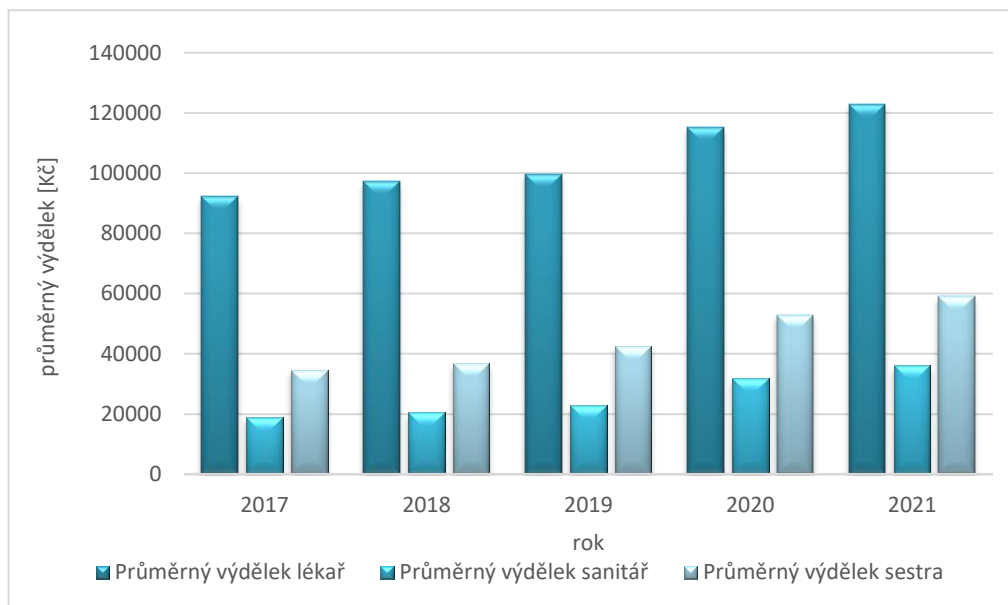
Součástí nákladů na provoz jsou také **personální náklady**. Tyto náklady byly vypočteny z průměrných výdělků pracovníků, kteří se podílejí na provozu ventilátorů. Průměrný výdělek v roce 2021 byl stanoven na základě výpočtu časové řady [114], protože výroční zpráva pro rok 2021 nebyla v době psaní diplomové práce uveřejněna, a tudíž nebylo možné získat data o průměrném výdělku v jednotlivých profesích za daný rok. Graf 5.3 znázorňuje nárůst průměrného výdělku personálu ve sledovaných letech.

Pro každou profesi byl odborným personálem kliniky odhadnut čas, který je nutný pro provoz ventilátoru a pro splnění hygienických předpisů kliniky. Stanovený časový fond je určen pro běžnou pravidelnou údržbu přístrojů, přípravu přístroje k provozu včetně kalibrací a testů, přípravu spotřebních materiálů a nastavení přístroje lékaři. Celkové personální náklady pro jednotlivé typy ventilátorů se odvíjejí od časové náročnosti, která byla pro jednotlivé profese stanovena. Největší personální náklady byly spočteny na jeden ventilátor typu X (23 670 Kč). Téměř totožné náklady byly vynaloženy na ventilátory typu S (23 057 Kč). Na jeden kus ventilátoru typu A bylo vynaloženo v průběhu sledovaných 5 let 22 537 Kč a na jeden ventilátor typu X bylo vynaloženo 21 924 Kč. Analýza personálních nákladů je znázorněna v Tabulka 5.6. Graf 5.3 znázorňuje nárůst personálních nákladů na ventilátor daného typu ventilátoru v letech 2017–2021.

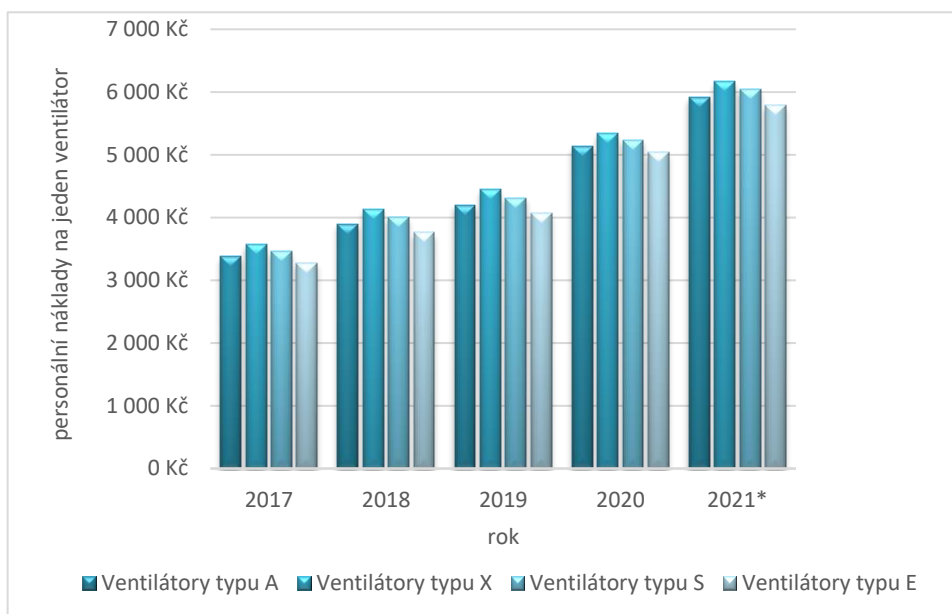
Tabulka 5.6 Personální náklady plicních ventilátorů

	Rok	2017	2018	2019	2020	2021*	Průměr	
Obecné	Průměrný výdělek lékař [Kč]	92 356	97 283	99 798	115 141	122 736	105 463	Celkové personální náklady na 1 ventilátor [Kč]
	Průměrný výdělek za minutu lékař [Kč]	2,11	2,22	2,28	2,63	2,80	2,41	
	Průměrný výdělek sestra [Kč]	34 592	36 757	42 539	52 897	58 999	45 157	
	Průměrný výdělek za minutu sestra [Kč]	0,79	0,84	0,97	1,21	1,35	1,03	
	Průměrný výdělek sanitář [Kč]	18 803	20 429	22 737	31 795	36 126	25 978	
	Průměrný výdělek za minutu sanitář [Kč]	0,43	0,47	0,52	0,73	0,82	0,59	
Ventilátory typu S	Čas nutný na práci sestry [min/pacient]	12	12	12	12	12	12	<u>23 058</u>
	Náklady na práci sestry [Kč]	474	615	675	595	761	635	
	Čas nutný na práci sanitáře [min/den]	15	15	15	15	15	15	
	Náklady na práci sanitáře [Kč]	2 354	2 573	2 847	3 997	4 490	3 230	
	Čas nutný na práci lékaře [min/pacienta]	6	6	6	6	6	6	
	Náklady na práci lékaře [Kč]	633	813	793	647	790	743	
	Počet pacientů na 1 ventilátor	50	61	58	41	47	51	
	Celkové personální náklady [Kč]	3 461	4 001	4 316	5 239	6 041	4 609	
Ventilátory typu X	Čas nutný na práci sestry [min/pacient]	12	12	12	12	12	12	<u>23 670</u>
	Náklady na práci sestry [Kč]	474	615	675	595	761	635	
	Čas nutný na práci sanitáře [min/den]	15	15	15	15	15	15	
	Náklady na práci sanitáře [Kč]	2 354	2 573	2 847	3 997	4 490	3 230	
	Čas nutný na práci lékaře [min/pacienta]	7	7	7	7	7	7	
	Náklady na práci lékaře [Kč]	739	948	926	755	921	867	
	Počet pacientů na 1 ventilátor	50	61	58	41	47	51	
	Celkové personální náklady [Kč]	3 567	4 136	4 448	5 347	6 172	4 733	
Ventilátory typu A	Čas nutný na práci sestry [min/pacient]	10	10	10	10	10	10	<u>22 537</u>
	Náklady na práci sestry [Kč]	395	512	563	496	635	529	
	Čas nutný na práci sanitáře [min/den]	15	15	15	15	15	15	
	Náklady na práci sanitáře [Kč]	2 354	2 573	2 847	3 997	4 490	3 230	
	Čas nutný na práci lékaře [min/pacienta]	6	6	6	6	6	6	
	Náklady na práci lékaře [Kč]	633	813	793	647	790	743	
	Počet pacientů na 1 ventilátor	50	61	58	41	47	51	
	Celkové personální náklady [Kč]	3 382	3 898	4 203	5 140	5 914	4 503	

Ventilátory typu E	Čas nutný na práci sestry [min/pacient]	10	10	10	10	10	10	<u>21 924</u>
	Náklady na práci sestry [Kč]	395	512	563	496	635	529	
	Čas nutný na práci sanitáře [min/den]	15	15	15	15	15	15	
	Náklady na práci sanitáře [Kč]	2 354	2 573	2 847	3 997	4 490	3 230	
	Čas nutný na práci lékaře [min/pacienta]	5	5	5	5	5	5	
	Náklady na práci lékaře [Kč]	528	677	661	539	658	619	
	Počet pacientů na 1 ventilátor	50	61	58	41	47	51	
	Celkové personální náklady [Kč]	3 277	3 763	4 071	5 032	5 782	4 379	



Graf 5.3 Průměrné výděleky personálu v letech 2017-2021



Graf 5.4 Personální náklady pro jednotlivé typy ventilátorů v letech 2017–2021

Další nákladovou položkou provozních nákladů jsou **náklady na spotřební materiál**. Spotřební materiál používaný k ventilátorům včetně ceny, která je zaevidovaná v objednávkovém systému NEOS, používaným napříč Krajskou zdravotní a.s., je uveden v Tabulka 5.7. Není možné přesně evidovat, kolik spotřebního materiálu bylo použito na jednotlivé kusy ventilátorů, a tak bylo odborným personálem kliniky odhadnuto, že na 1 pacienta se vzhledem k převozům pacientů a s ohledem na stanovenou možnou dobu používání spotřebního materiálu použije v průměru 2,5 kusů spotřebního materiálu. Ceny spotřebních materiálů se v průběhu posledních 5 let neměnily. Dále bylo počítáno s daty z výročních zpráv ohledně množství ventilovaných pacientů na 1 ventilátor ve sledovaném období. Počet hospitalizovaných pacientů byl převzat z výročních zpráv

Krajské zdravotní a.s. a údaj pro počet pacientů v roce 2021 byl stanoven na základě výpočtu časové řady [114].

Největší náklady na spotřební materiál vykazují ventilátory typu E, kde je na jednoho pacienta vynaložena částka 9 615,60 Kč. Nejméně finančně náročná je naopak ventilace ventilátorem typu X, kde jsou náklady na jednoho pacienta 2 505,81 Kč.

Tabulka 5.7 Spotřební materiál pro ventilátory v jednotkách Kč

Typ ventilátoru	Spotřební materiál	Cena za kus	Náklady na 1 pacienta	Náklady na 1 ventilátor	Celkem pro typ
Ventilátor typu S	Pacientský okruh	148	3 121	802 029	<u>8 020 289</u>
	Expirační filtr jednorázový	914			
	Bakteriální filtr	26			
	Flow senzor jednorázový	161			
Ventilátor typu X	Pacientský okruh	148	2 506	643 994	<u>6 439 940</u>
	Expirační filtr jednorázový	668			
	Bakteriální filtr	26			
	Flow senzor jednorázový	161			
Ventilátor typu A	Pacientský okruh	79	2 821	725 049	<u>3 625 243</u>
	Expirační filtr jednorázový	1 024			
	Bakteriální filtr	26			
Ventilátor typu E	Pacientský okruh	79	9 616	2 471 209	<u>4 942 417</u>
	Expirační filtr jednorázový včetně snímače průtoku	3 642			
	Bakteriální filtr	26			
	HME filtr	100			

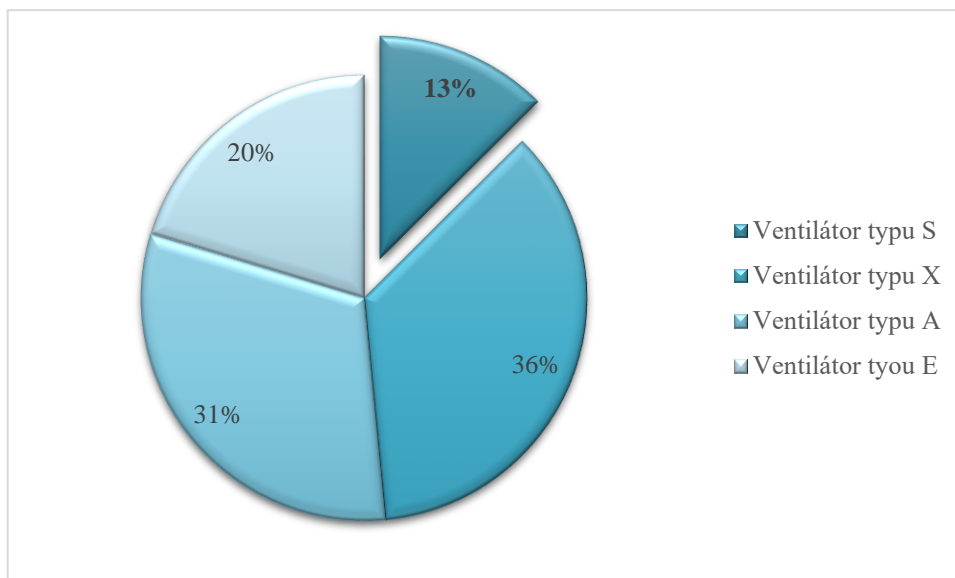
Personální náklady spojené s **náklady na úklid a likvidaci** odpadu jsou zahrnuty v personálních nákladech. Likvidace odpadu je zajišťována externí firmou. Managementem kliniky byla odhadnuta cena za likvidaci spotřebního materiálu na 15 Kč na jednoho pacienta. Náklady na likvidaci jednoho kila odpadu jsou průměrně 2,60 Kč. Na jeden ventilátor bylo dle odhadu ve sledovaném období ventilováno 257 pacientů a náklady spojené s úklidem tedy činí 3 855 Kč na 1 ventilátor.

U **nákladů na medicínální plyny** byla na základě dat poskytnutých klinikou stanovena průměrná cena jednoho litru kyslíku na 0,52 Kč a 0,63 Kč za jeden litr medicínálního vzduchu. Odborný personál odhadl také průměrné FiO₂ na 0,4 a průměrný průtok kyslíku na 3,5 litrů za minutu. Průměrný průtok medicínálního vzduchu byl odborným pracovníkem stanoven s ohledem na minutovou ventilaci a potřeby pohonu ventilátoru na 10 litrů za minutu. Celkové náklady na medicínální plyny za sledované období byly spočítány dle vzorce 4.4 a výsledky jsou sumarizovány v Tabulka 5.8. Ventilátory typu S jsou jediným typem, který ke svému fungování nepotřebuje medicínální vzduch, protože je sestaven tak, že dokáže využívat vzduch z okolí. Náklady na medicínální plyny jsou u tohoto typu ventilátoru nejmenší, protože nejsou vynakládány finanční prostředky na medicínální vzduch. Tyto náklady jsou stejně jako náklady na energii závislé na počtu hodin provozu ventilátoru. Tím pádem je nejvíce vynaloženo za ventilátory typu X, které mají v průměru nejvíce hodin v provozu. Ventilátory typu X

a ventilátory typu S jsou typy s největšími a nejmenšími náklady na medicínální plyny. Tyto typy ventilátorů jsou na klinice ve stejném počtu a rozdíl mezi celkovými náklady na typ je 15 882 949 Kč. Rozložení průměrných celkových nákladů na medicínální plyny na typ je znázorněno v grafu 5.5.

Tabulka 5.8 Náklady na medicínální plyny plicních ventilátorů v jednotkách Kč

Typ ventilátoru	Označení ventilátoru	2017	2018	2019	2020	2021	Náklady celkem	Náklady celkem na typ
Ventilátor typu S	S1	146 590	174 502	139 558	142 397	216 653	819 699	<u>8 512 489</u>
	S2	116 451	152 880	206 825	109 549	261 949	847 654	
	S3	147 027	174 851	180 748	170 483	160 568	833 676	
	S4	143 096	166 770	158 952	156 462	214 119	839 399	
	S5	97 974	326 770	141 567	89 413	276 931	932 655	
	S6	151 526	302 047	195 293	92 864	158 340	900 070	
	S7	81 420	374 687	149 560	96 708	141 305	843 679	
	S8	117 980	243 472	161 878	204 029	127 327	854 687	
	S9	204 335	122 479	169 959	206 606	105 924	809 303	
	S10	148 294	254 742	137 548	137 417	153 666	831 667	
Ventilátor typu X	X1	624 707	335 209	455 881	345 149	663 818	2 424 763	<u>24 395 438</u>
	X2	719 550	398 274	449 770	397 052	509 576	2 474 222	
	X3	414 000	538 909	568 893	413 022	595 211	2 530 035	
	X4	249 899	599 693	444 636	471 851	655 425	2 421 504	
	X5	496 702	601 893	392 734	559 931	594 560	2 645 819	
	X6	170 782	420 763	453 273	406 422	533 450	1 984 690	
	X7	624 381	595 211	546 079	458 814	576 878	2 801 364	
	X8	519 109	632 366	497 680	331 298	555 205	2 535 658	
	X9	444 310	390 534	344 660	452 784	562 131	2 194 419	
	X10	652 410	428 422	449 933	280 210	571 990	2 382 964	
Ventilátor typu A	A1	446 673	357 045	430 459	311 417	468 673	2 014 267	<u>10 592 970</u>
	A2	406 259	499 309	346 942	331 379	485 947	2 069 836	
	A3	407 074	451 644	373 015	410 415	402 267	2 044 415	
	A4	465 984	466 554	426 711	380 919	490 265	2 230 434	
	A5	493 198	380 756	486 599	402 267	471 199	2 234 019	
Ventilátor typu E	E1	323 068	211 522	239 144	323 639	327 876	1 425 248	<u>2 761 194</u>
	E2	250 062	263 751	210 952	323 883	287 298	1 335 946	



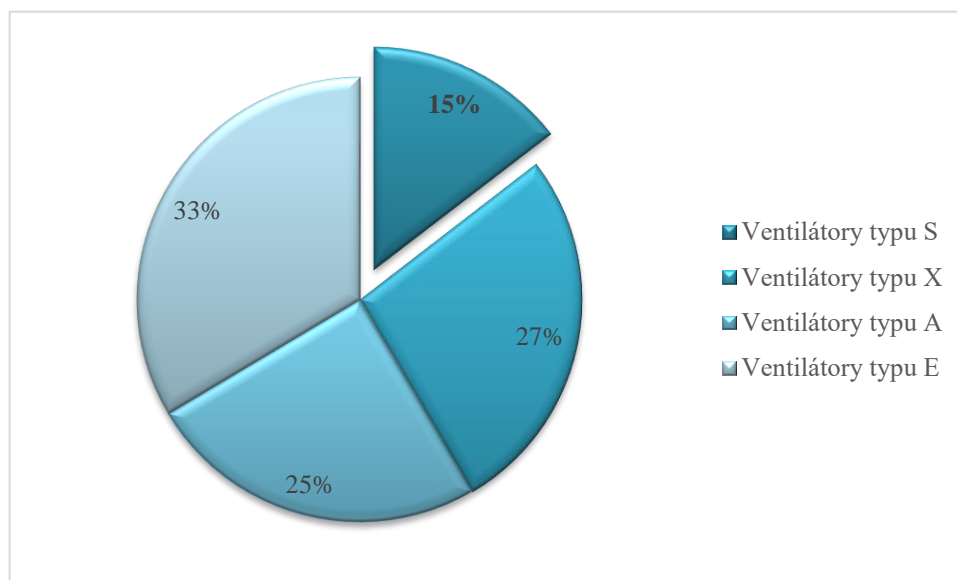
Graf 5.5 Průměrné celkové náklady na medicínální plyny

Celkové provozní náklady byly spočítány pomocí vzorce 4.5 a jsou shrnuty v Tabulka 5.9. Při stanovení průměrných provozních nákladů na jeden ventilátor pro každý typ ventilátoru tak v průměru nejmenší provozní náklady vykazují ventilátory typu S (1 688 833 Kč, 15 %), dále ventilátory typu A (2 863 040 Kč, 25 %), podobně jsou na tom ventilátory typu X (3 100 687 Kč, 27 %). Největší náklady na provoz vykazují ventilátory typu E (3 866 601 Kč, 33 %). Rozložení průměrných celkových provozních nákladů na typ je znázorněno v grafu 5.6. Graf 5.7 analyzuje provozní náklady v letech 2017–2021 pro plicní ventilátory.

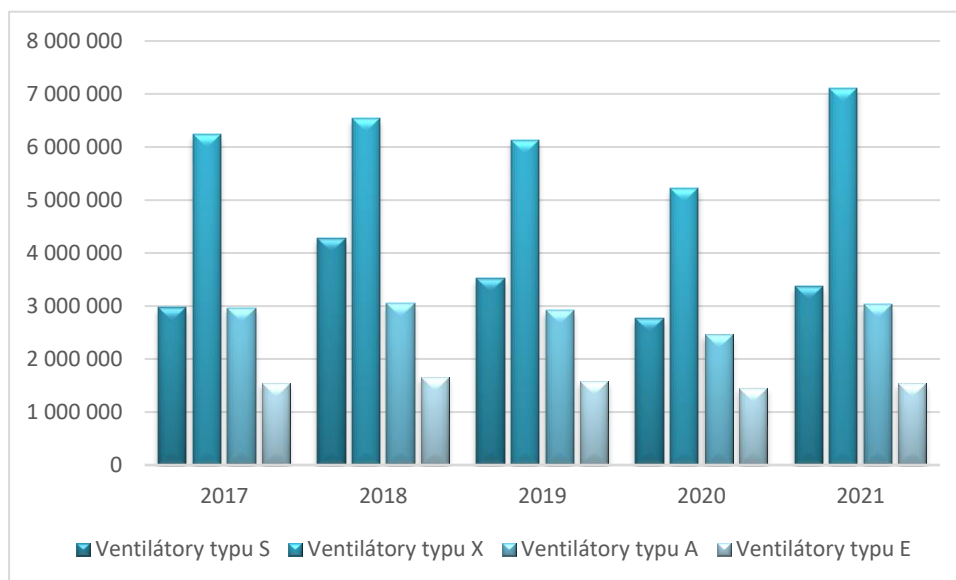
Tabulka 5.9 Celkové náklady na provoz plicních ventilátorů v jednotkách Kč

Typ ventilátoru	Označení ventilátoru	2017	2018	2019	2020	2021	Celkem
Ventilátory typu S	S1	308 265	371 462	327 068	277 708	372 554	1 657 057
	S2	277 835	349 634	394 964	244 515	418 366	1 685 314
	S3	308 706	371 814	368 643	306 089	315 830	1 671 082
	S4	304 737	363 656	346 643	291 920	369 991	1 676 947
	S5	259 180	525 181	329 096	224 167	433 518	1 771 142
	S6	313 248	500 222	383 325	227 654	313 576	1 738 025
	S7	242 466	573 555	337 164	231 539	296 347	1 681 071
	S8	279 379	441 089	349 597	339 987	282 210	1 692 262
	S9	366 567	318 943	357 753	342 591	260 563	1 646 417
	S10	309 985	452 467	325 039	272 675	308 849	1 669 015
Celkem		<u>2 970 368</u>	<u>4 268 023</u>	<u>3 519 292</u>	<u>2 758 845</u>	<u>3 371 804</u>	<u>16 888 332</u>
Ventilátory typu X	X1	757 554	494 838	608 834	455 800	792 530	3 085 887
	X2	852 887	558 226	602 692	507 995	637 346	3 135 477
	X3	545 757	699 579	722 413	524 055	723 504	3 191 639
	X4	380 808	760 674	597 533	583 216	784 086	3 082 646
	X5	628 887	762 885	545 370	671 792	722 849	3 308 113

	X6	301 282	580 830	606 213	517 418	661 366	2 643 439
	X7	757 226	756 169	699 484	570 105	705 059	3 464 374
	X8	651 410	793 514	650 843	441 871	683 254	3 197 221
	X9	576 224	550 446	497 055	564 041	690 222	2 854 319
	X10	785 400	588 528	602 856	390 496	700 141	3 043 751
Celkem		<u>6 237 435</u>	<u>6 545 689</u>	<u>6 133 293</u>	<u>5 226 789</u>	<u>7 100 357</u>	<u>31 006 866</u>
Ventilátory typu A	A1	594 996	536 420	602 087	435 218	611 771	2 757 953
	A2	554 297	679 672	518 000	455 332	629 188	2 813 953
	A3	555 118	631 676	544 251	534 974	544 813	2 788 295
	A4	614 442	646 689	598 313	505 252	633 542	2 975 702
	A5	641 848	560 295	658 610	526 763	614 318	2 979 297
Celkem		<u>2 960 701</u>	<u>3 054 752</u>	<u>2 921 261</u>	<u>2 457 539</u>	<u>3 033 632</u>	<u>14 315 200</u>
Ventilátory typu E	E1	810 300	804 332	803 541	726 166	789 198	3 911 611
	E2	736 751	856 945	775 145	726 412	748 263	3 821 591
Celkem		<u>1 547 051</u>	<u>1 661 277</u>	<u>1 578 686</u>	<u>1 452 578</u>	<u>1 537 461</u>	<u>7 733 202</u>



Graf 5.6 Průměrné celkové provozní náklady na typ



Graf 5.7 Vývoj provozních nákladů na plicní ventilátory v letech 2017–2021

5.3.4 Náklady na servis a údržbu

V rámci nákladů na servis a údržbu bylo zjištěno, že na určité položky mají firmy stanovené tarifové ceny. Patří sem například cena za kilometr nebo čas strávený na cestě. Tabulka 5.10 shrnuje tyto položky pro jednotlivé typy ventilátorů.

Tabulka 5.10 Tarifové ceny

Typ ventilátoru	S	X	A	E
Cena za BTK [Kč]	5 203	6 310	6 655	5 082
Počet provedených BTK	5	10	5	5
Cena za hodinu práce [Kč]	1210	1210	1893	-
Cena za hodinu na cestě [Kč]	726	726	306	-
Cena za kilometr [Kč]	14,52	14,52	15,73	13,50

Na základě objednávek a fakturací byla zaznamenána celková částka, která byla vynaložena na provedení BTK na jednotlivých ventilátorech. Součástí ceny za BTK je také cena za další povinné periodické kontroly, jako jsou revize, kalibrace, výměny filtrů apod. Zároveň je součástí BTK provedení aktualizací softwaru.

U ventilátorů typu A je BTK prováděno jednou za rok a cena je stanovena na 6 655 Kč, následně je zaslána faktura na servis v rámci BTK. Tento servis obsahuje cenu za kit pro údržbu za 3 569,50 Kč, výměnu baterie za 10 527 Kč, výměnu O₂ senzoru a výměnu filtrů. Servis v rámci BTK probíhá při každém BTK a celková cena za BTK a servis v rámci BTK je 26 257 Kč. Čas nutný ztrátový je u tohoto typu ventilátoru 8 hodin a cena je tedy 2 420 Kč. Účtovaná vzdálenost je nejčastěji vedena pro 720 km a cena je tedy 11 325,60 Kč. Počet hodin práce se liší v závislosti na druhu práce.

Pro ventilátory typu X je výrobcem stanovena nutnost provádění BTK dvakrát za rok a pro ventilátory typu S jednou za rok. Ventilátory typu X a S mají v ceně za BTK

účtovány všechny výměny potřebných dílů, jako jsou interní a externí baterie, filtry a membrány. Cena za BTK je fixní i přesto, že se u jednotlivých dílů liší expirace. Nutný ztrátový čas je pro tyto typy 3 hodiny a cena je tedy 1 815 Kč. Účtovaná vzdálenost je nejčastěji vedena pro 230 km a cena je tedy 3 484,80 Kč. Počet hodin práce se liší v závislosti na druhu práce.

Návod k obsluze stanovuje pro ventilátory typu E provádět BTK jednou za rok nebo při dosažení 5 000 hodin v provozu, podle toho, co nastane dříve. Pro tyto ventilátory nejsou uvedeny ceny za hodinu práce servisního technika ani za čas strávený na cestě. Tyto položky nebyly účtovány ani ve fakturacích za BTK ani ve fakturacích za servis.

Fakturace za dopravu a čas strávený na cestě jsou pro BTK i servis často účtovány pro více ventilátorů, na kterých je v rámci jedné objednávky pracováno. V cenách za servis jsou tyto ceny rozpočítány podle faktur mezi jednotlivé ventilátory rovným dílem.

Náklady na servis zahrnují mimo jiné náklady na náhradní díly (například kyslíkový senzor), které často nejsou účtovány ke konkrétnímu výrobnímu číslu. Tyto náklady byly rozpočítány mezi všechny ventilátory daného typu rovným dílem.

Tabulka 5.11 uvádí náklady na servis a údržbu po dobu životnosti. Celkem bylo zapláceno za servis a údržbu těchto ventilátorů 988 053 Kč. V prvních dvou letech používání byly přístroje v záruce, a tudíž nebyly vynaloženy žádné náklady na bezpečnostně technické kontroly. Ke dvěma ventilátorům byl v roce 2018 pořízen držák ventilačního okruhu, na který se záruka nevztahuje. U ventilátorů S1, S2 a S6 byl proveden jeden nákladnější servis v průběhu 5 let. V dalších případech se jednalo pouze o drobná poškození či nákup náhradních dílů.

Tabulka 5.12 ukazuje analýzu nákladů na servis a údržbu pro ostatní sledované typy ventilátorů. Žádný z ventilátorů v průběhu sledovaného období nebyl v záruce. V průměru nejnákladnější byly ventilátory typu A, kdy na jeden ventilátor tohoto typu bylo průměrně vynaloženo 257 564 Kč, což je 44 % z celkové částky pro všechny typy ventilátorů. Nejméně se v průměru za servis a údržbu zaplatilo za ventilátory typu E, konkrétně 79 015, což je 14 % z celkové částky pro všechny typy ventilátorů. Graf 5.8 znázorňuje průměrné celkové náklady na servis a údržbu jednotlivých typů ventilátorů.

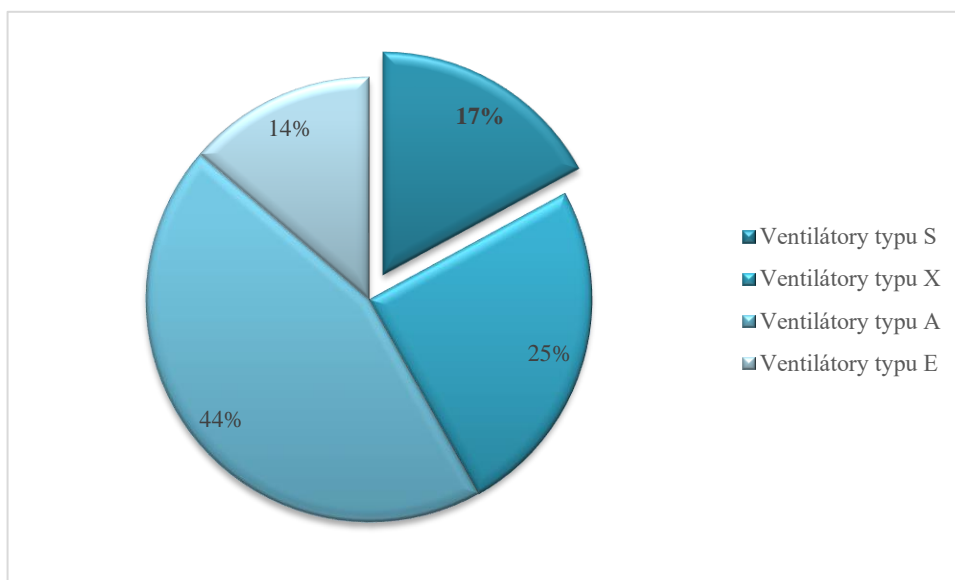
Tabulka 5.11 Náklady na servis a údržbu pro ventilátory typu S v jednotkách Kč

Označení ventilátoru	2017	2018	2019	2020	2021	Celkem náklady na ventilátor
S1	-	18 150	13 528	59 024	122 446	213 148
S2	-	-	140 920	13 528	13 528	167 975
S3	-	18 150	13 528	13 528	13 528	58 733
S4	-	-	13 528	13 528	59 024	86 079
S5	-	-	31 678	13 528	13 528	58 733
S6	-	-	27 866	13 528	125 931	167 325
S7	-	-	13 528	25 834	31 678	71 039
S8	-	-	13 528	31 678	13 528	58 733

S9	-	-	13 528	13 528	20 497	47 553
S10	-	-	13 528	31 678	13 528	58 733
Celkem náklady na rok	<u>0</u>	<u>36 300</u>	<u>295 158</u>	<u>229 380</u>	<u>427 215</u>	<u>988 053</u>

Tabulka 5.12 Náklady na servis a údržbu pro ventilátory typu X, A a E v jednotkách Kč

Označení ventilátoru	2017	2018	2019	2020	2021	Celkem náklady na ventilátor
X1	29 839	77 053	12 620	24 720	16 492	160 724
X2	16 492	12 620	30 770	34 169	12 620	106 671
X3	58 596	16 492	97 054	33 142	27 406	232 690
X4	12 620	16 492	12 620	58 596	24 720	125 048
X5	30 770	16 492	128 497	12 620	24 720	213 099
X6	12 620	30 770	12 620	16 492	24 720	97 222
X7	12 620	16 492	12 620	24 720	12 620	79 072
X8	58 596	23 917	12 620	12 620	16 492	124 245
X9	12 620	12 620	12 620	12 620	28 592	79 072
X10	30 770	12 620	26 656	14 556	128 181	212 783
Celkem náklady na rok	275 543	235 567	358 697	244 255	316 563	<u>1 430 625</u>
A1	35 885	32 228	45 472	39 071	52 708	205 364
A2	50 969	36 495	49 622	39 472	68 633	245 191
A3	51 885	37 535	26 257	34 192	166 508	316 377
A4	32 089	36 533	103 044	49 179	30 592	251 438
A5	51 219	26 257	44 480	99 722	47 771	269 449
Celkem náklady na rok	222 048	169 048	268 874	261 637	366 212	<u>1 287 818</u>
En1	11 920	19 477	10 483	19 477	18 930	80 287
En2	12 437	15 410	21 926	16 049	11 920	77 742
Celkem náklady na rok	24 357	34 887	32 409	35 526	30 850	<u>158 029</u>



Graf 5.8 Průměrné celkové náklady na servis a údržbu na typ

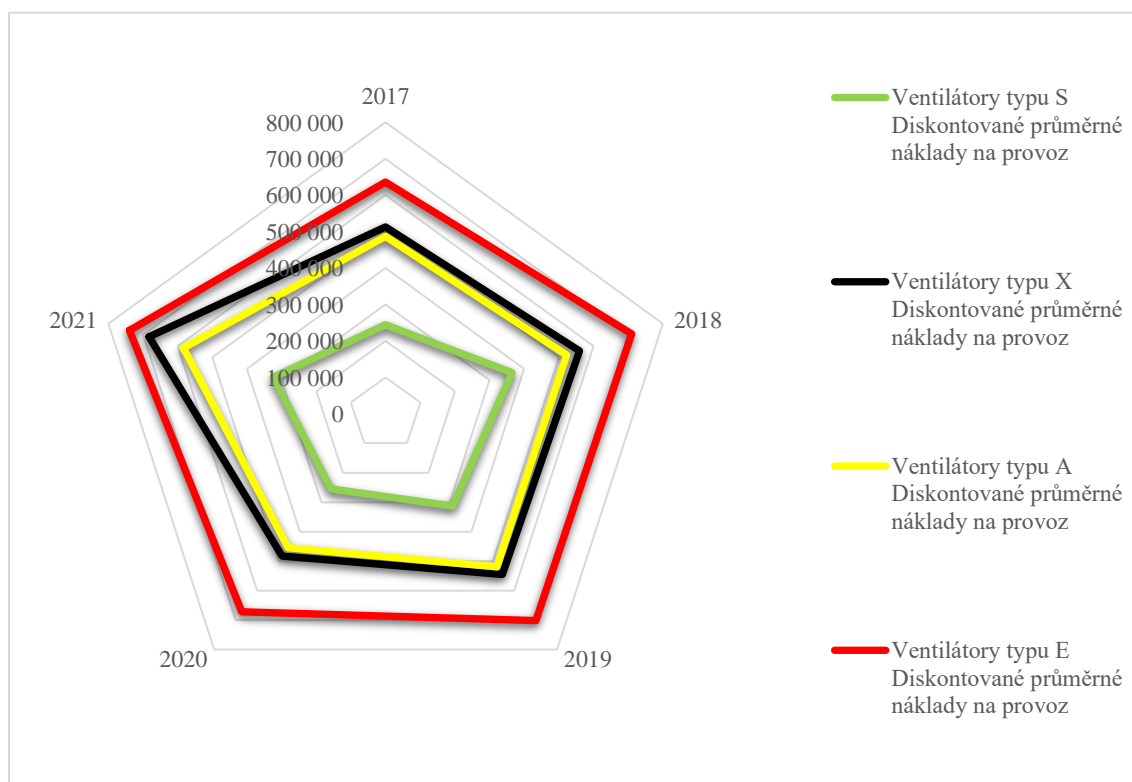
5.3.5 Náklady na likvidaci

Tyto náklady byly zahrnuty do nákladů na pořízení, protože náklady na likvidaci přístroje byly dle kupní smlouvy součástí kupní ceny přístrojů.

5.4 Porovnání nákladů na ventilátory ve sledovaném období 2017–2021

Vzhledem k rozdílnému stáří ventilátorů na klinice nelze porovnávat pro sledované období celkové náklady na vlastnictví plicních ventilátorů. Lze však porovnat nákladové kategorie náklady na provoz a náklady na servis a údržbu.

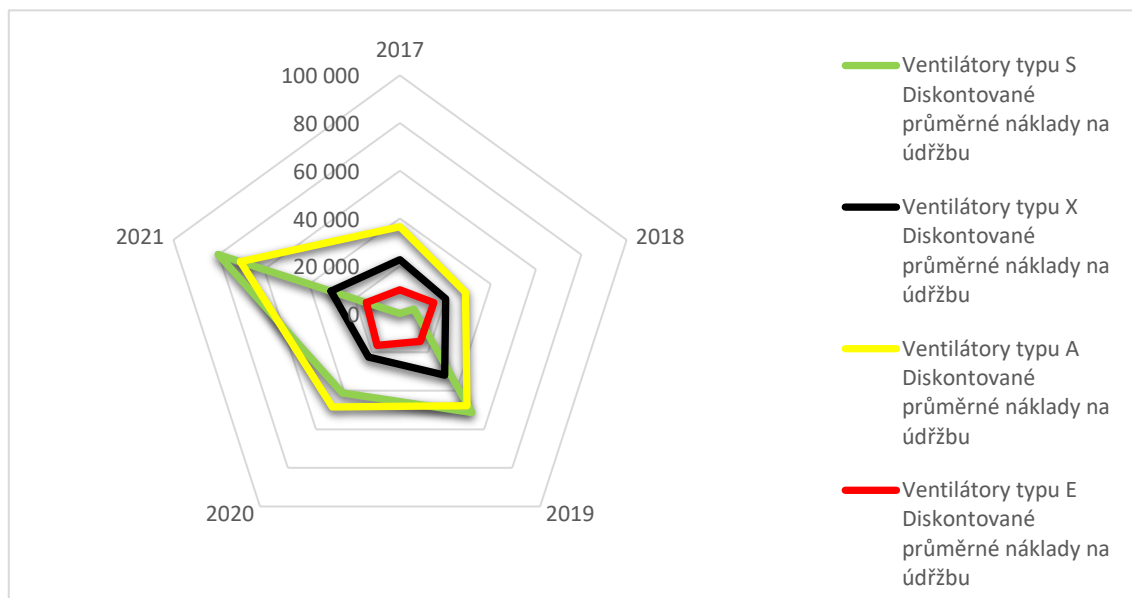
Nákladové kategorie byly diskontovány podle vzorce 4.9. Graf 5.9 znázorňuje rozložení diskontovaných průměrných nákladů na provoz plicních ventilátorů ve sledovaném období. Z grafu je zřejmé, že nejméně bylo vynaloženo na ventilátory typu S, které jsou nejnovějším typem ventilátorů na klinice. Naopak nejvíce nákladů na provoz pojmou ventilátory typu E.



Graf 5.9 Porovnání diskontovaných průměrných nákladů na provoz ventilátorů

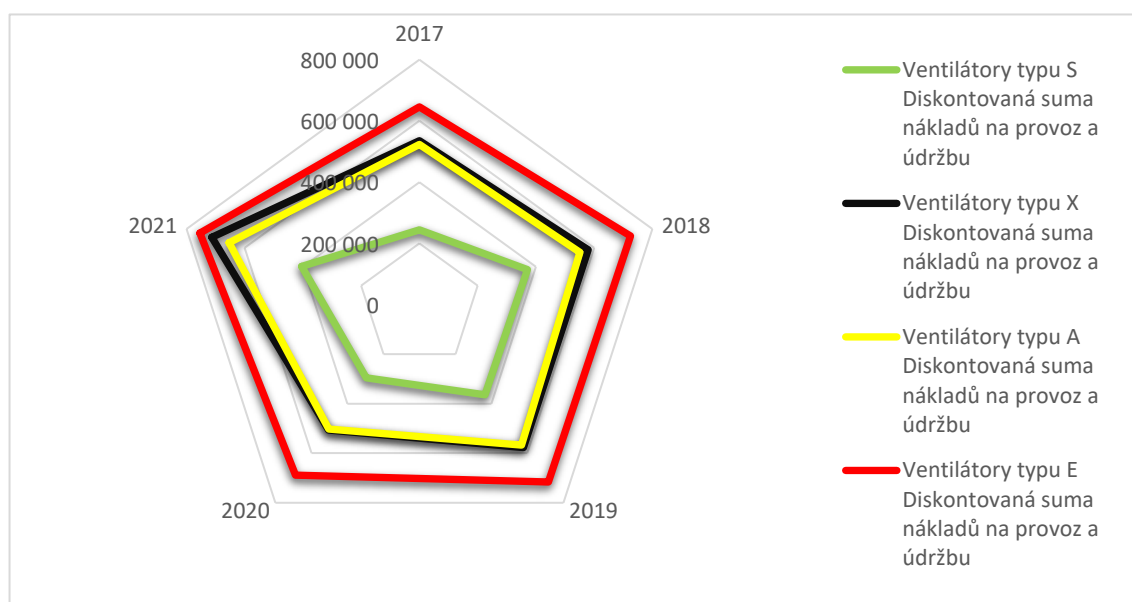
Graf 5.10 graficky znázorňuje nákladovou kategorii náklady na servis a údržbu. Zde je naopak, oproti nákladů na provoz, v průměru vynaloženo nejméně na ventilátory typu E. Nejvíce se průměrně vynaložilo na ventilátory typu S v roce 2021. V celém sledovaném období se nejvíce vynaložilo na ventilátory typu A.

Pro ventilátory byly stanoveny celkové náklady, které byly vynaloženy na provoz, servis a údržbu. Graf 5.11 graficky porovnává tyto průměrné náklady pro jednotlivé ventilátory ve sledovaném období. Nejvíce bylo v průměru vynaloženo na ventilátory typu E. Nejméně naopak bylo vynaloženo na ventilátory typu S, které jsou nejnovějšími ventilátory na klinice.



Graf 5.10 Porovnání diskontovaných průměrných nákladů na servis a údržbu ventilátorů

Pro ventilátory byly stanoveny celkové náklady, které byly vynaloženy na provoz, servis a údržbu. Graf 5.11 graficky porovnává tyto průměrné náklady pro jednotlivé ventilátory ve sledovaném období. Nejvíce bylo v průměru vynaloženo na ventilátory typu E. Nejméně naopak bylo vynaloženo na ventilátory typu S, které jsou nejnovějšími ventilátory na klinice.



Graf 5.11 Porovnání diskontovaných průměrných sum nákladů na provoz a servis a údržbu ventilátorů

5.5 Celkové náklady na vlastnictví plicních ventilátorů

Díky vyčíslení všech kategorií nákladů pro ventilátory typu S je možné stanovit celkové náklady na vlastnictví. Tabulka 5.13 znázorňuje souhrnné hodnoty pro jednotlivé nákladové kategorie v jednotlivých letech a z nich vypočtené celkové náklady na vlastnictví pro jednotlivé ventilátory typu S. Na první pohled je patrné, že na celkových nákladech na vlastnictví plicních ventilátorů typu S se nejvíce podílejí náklady na provoz. Tabulka 5.14 sumarizuje náklady na vlastnictví všech plicních ventilátorů typu S.

Celkové náklady na vlastnictví pro ventilátory typu S byly ve sledované době 5 let, tedy po dobu účetní životnosti 22 720 632 Kč. Nejvyšší částkou se na celkových nákladech na vlastnictví podílela nákladová kategorie náklady na provoz (16 888 332 Kč). Tabulka 5.15 uvádí diskontované celkové náklady na vlastnictví ventilátorů typu S.

Graf 5.12 graficky znázorňuje analýzu nákladových kategorií včetně celkových nákladů na vlastnictví ve sledovaném období účetní životnosti ventilátorů typu S. Graf 5.13 uvádí, jaké je rozdělení celkových nákladů na vlastnictví do nákladových kategorií. Pořizovací náklady se podílejí pouze z 17 %, náklady na servis a údržbu z 9 % a majoritní podíl mají náklady na provoz, konkrétně 74 % z celkových nákladů na vlastnictví.

Tabulka 5.13 Analýza celkových nákladů na vlastnictví ventilátorů typu S v jednotkách Kč

Označení ventilátoru	Rok	2017	2018	2019	2020	2021	Celkem
S1	Pořizovací náklady	300 139	-	-	-	-	300 139
	Náklady na provoz	308 265	371 462	327 068	277 708	372 554	1 657 057
	Náklady na servis a údržbu	-	18 150	13 528	59 024	122 446	213 148
	TCO	608 404	389 612	340 596	336 732	495 000	2 170 344
S2	Pořizovací náklady	300 139	-	-	-	-	300 139
	Náklady na provoz	277 835	349 634	394 964	244 515	418 366	1 685 314
	Náklady na servis a údržbu	-	-	140 920	13 528	13 528	167 976
	TCO	577 974	349 634	535 884	258 043	431 894	2 153 429
S3	Pořizovací náklady	300 139	-	-	-	-	300 139
	Náklady na provoz	308 706	371 814	368 643	306 089	315 830	1 671 082
	Náklady na servis a údržbu	-	18 150	13 528	13 528	13 528	58 734
	TCO	608 845	389 964	382 171	319 617	329 358	2 029 955
S4	Pořizovací náklady	300 139	-	-	-	-	300 139
	Náklady na provoz	304 737	363 656	346 643	291 920	369 991	1 676 947
	Náklady na servis a údržbu	-	-	13 528	13 528	59 024	86 080
	TCO	604 876	363 656	360 171	305 448	429 015	2 063 166
S5	Pořizovací náklady	450 531	-	-	-	-	450 531
	Náklady na provoz	259 180	525 181	329 096	224 167	433 518	1 771 142
	Náklady na servis a údržbu	-	-	31 678	13 528	13 528	58 734
	TCO	709 711	525 181	360 774	237 695	447 046	2 280 407
S6	Pořizovací náklady	450 531	-	-	-	-	450 531

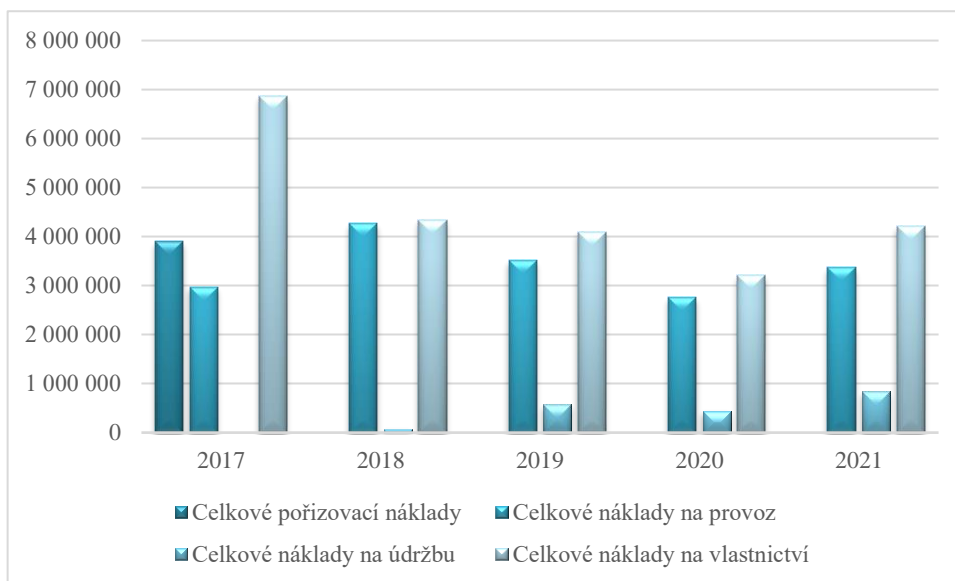
	Náklady na provoz	313 248	500 222	383 325	227 654	313 576	1 738 025
	Náklady na servis a údržbu	-	-	27 866	13 528	125 931	167 325
	TCO	763 779	500 222	411 191	241 182	439 507	2 355 881
S7	Požizovací náklady	450 531	-	-	-	-	450 531
	Náklady na provoz	242 466	573 555	337 164	231 539	296 347	1 681 071
	Náklady na servis a údržbu	-	-	13 528	25 834	31 678	71 040
	TCO	692 997	573 555	350 692	257 373	328 025	2 202 642
S8	Požizovací náklady	450 531	-	-	-	-	450 531
	Náklady na provoz	279 379	441 089	349 597	339 987	282 210	1 692 262
	Náklady na servis a údržbu	-	-	13 528	31 678	13 528	58 734
	TCO	729 910	441 089	363 125	371 665	295 738	2 201 527
S9	Požizovací náklady	450 531	-	-	-	-	450 531
	Náklady na provoz	366 567	318 943	357 753	342 591	260 563	1 646 417
	Náklady na servis a údržbu	-	-	13 528	31 678	13 528	58 734
	TCO	817 098	318 943	371 281	374 269	274 091	2 155 682
S10	Požizovací náklady	450 531	-	-	-	-	450 531
	Náklady na provoz	309 985	452 467	325 039	272 675	308 849	1 669 015
	Náklady na servis a údržbu	-	36 300	295 158	229 380	427 215	988 053
	TCO	760 516	488 767	620 197	502 055	736 064	3 107 599

Tabulka 5.14 Souhrnná tabulka celkových nákladů na vlastnictví ventilátorů typu S v jednotkách Kč

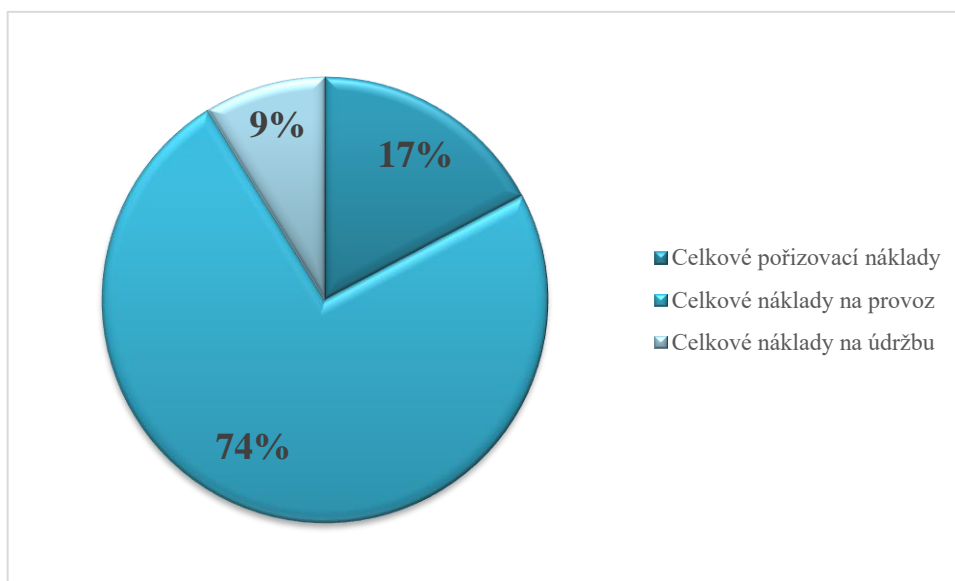
Rok	2017	2018	2019	2020	2021	Celkem
Celkové pořizovací náklady	3 903 742	-	-	-	-	3 903 742
Celkové náklady na provoz	2 970 368	4 268 023	3 519 292	2 758 845	3 371 804	16 888 332
Celkové náklady na údržbu	-	72 600	576 790	445 234	833 934	1 928 558
Celkové náklady na vlastnictví	6 874 110	4 340 623	4 096 082	3 204 079	4 205 738	22 720 632

Tabulka 5.15 Souhrnná tabulka diskontovaných celkových nákladů na vlastnictví ventilátorů typu S v jednotkách Kč

Rok	2017	2018	2019	2020	2021	Celkem
Celkové pořizovací náklady	3 208 591	-	-	-	-	3 208 591
Celkové náklady na provoz	2 441 426	3 648 324	3 128 638	2 550 707	3 242 119	15 011 214
Celkové náklady na údržbu	-	62 059	512 764	411 644	801 860	1 788 326
Celkové náklady na vlastnictví	5 650 017	3 710 383	3 641 402	2 962 351	4 043 979	20 008 132



Graf 5.12 Analýza nákladových kategorií a celkových nákladů na vlastnictví ventilátorů typu S



Graf 5.13 Rozdělení celkových nákladů na vlastnictví dle nákladových kategorií

5.6 Komparace spotřebních materiálů

Pro možnost porovnání spotřebních materiálů je potřeba pro jednotlivé typy ventilátorů stanovit takové spotřební materiály, které jsou dostupné ve variantách na jedno použití a sterilizovatelné a zároveň jsou identické stran technických parametrů. Pro určení životního cyklu byl použit obecný algoritmus z kapitoly metody (Obrázek 4.3)

Pro určení nákladů na sterilizaci spotřebních materiálů na vícero použití byl oddělením centrální sterilizace poskytnut ceník, ceny v něm uvedené zahrnují souhrn všech nákladů, které se pojí se sterilizací. Jedná se o náklady na materiál, personální

náklady, náklady na energie a náklady na provoz přístrojů. V nákladech na materiál je započítána i cena za dutinkový test, multiparametrický test a Bowie-Dick test, kterého je vždy o jeden kus více než sterilizovaných kusů, protože jeden test je vždy vkládán do každého sterilizovatelného balíčku a jeden do sterilizační komory.

Oddělení centrální sterilizace disponuje větším množstvím sterilizátorů a pro každý kus sterilizovatelného spotřebního materiálu byl vybrán takový, který by byl v závislosti na parametrech sterilizace, velikosti spotřebního materiálu a jeho množství použit pro sterilizaci.

Náklady pro jednotlivé ventilátory byly rozděleny do těchto kategorií: náklady na pořízení, personální náklady, náklady na dekontaminaci a náklady na likvidaci. Personální náklady byly počítány ze stanovených průměrných výdělků sanitárních pracovníků, které jsou uvedeny v Tabulka 5.6. Náklady na likvidaci spotřebních materiálů vychází ze stanovené ceny 2,60 Kč na likvidaci jednoho kila odpadu.

Některé sterilizovatelné spotřební materiály nemají v návodu k obsluze stanovené maximální množství sterilizačních cyklů. Protože klinika nepoužívá sterilizovatelný spotřební materiál, byl vznesen dotaz na kliniku kardiologie, která pro své ventilátory používá sterilizovatelný spotřební materiál. Odborným personálem bylo stanoveno, že pro sterilizovatelné spotřební materiály je možná kalibrace v průměru na 30 cyklů sterilizace.

Porovnání spotřebních materiálů je stanoveno pro sterilizovatelný spotřební materiál na životní cyklus neboli počet možných sterilizačních cyklů daného spotřebního materiálu. Na jeden kus sterilizovaného spotřebního materiálu je počítáno s počtem kusů spotřebního materiálu na jedno použití, jako je množství možných provedených cyklů sterilizace sterilizovatelného spotřebního materiálu.

5.6.1 Ventilátory typu S

U ventilátorů typu S byly komparovány 3 varianty spotřebních materiálů, které připadají v úvahu v rámci používání ventilátorů na klinice. Jedná se o patientský okruh, expirační filtr a flow senzor.

Životní cyklus sterilizovatelných **patientských okruhů** je 25 cyklů. V jednom cyklu je možné sterilizovat 25 kusů patientských okruhů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus patientského okruhu počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna v mycím automatu, který je stejně jako u sterilizace schopen pojmout 25 kusů patientských okruhů. Protože je dekontaminace prováděna v mycím automatu, je v personálních nákladech počítán pouze čas sanitárního pracovníka na kontrolu poškození patientského okruhu, demontování a zabalení.

Tabulka 5.16 porovnává náklady na životní cyklus patientského okruhu na jedno použití a sterilizovatelného materiálu. Pro sterilizovatelné patientské okruhy jsou náklady

na životní cyklus 5 682 Kč. Náklady na 25 kusů patientských okruhů na jedno použití jsou 3 720 Kč.

Tabulka 5.16 Komparace nákladů na sterilizovatelný patientský okruh a patientský okruh na jedno použití pro ventilátory typu S v jednotkách Kč

	Pacientský okruh sterilizovatelný	Pacientský okruh na jedno použití
Náklady na pořízení	4 563	148
Personální náklady	4	-
Náklady na dekontaminaci	71	-
Náklady na sterilizaci	1 043	-
Náklady na likvidaci	1	20
Celkové náklady na životní cyklus	<u>5 682</u>	<u>3 720</u>

Životní cyklus sterilizovatelných **expiračních ventilů** není návodem k obsluze přesně stanoven. Návod k obsluze udává, že expirační ventil lze používat opakovaně, dokud je možná automatická kalibrace. Bylo tedy počítáno s 30 cykly sterilizace, které byly odhadnuty personálem kardiologické kliniky. Na jeden sterilizační cyklus je možné sterilizovat všech 30 kusů expiračních ventilů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus expiračního ventilu počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna na pracovišti kliniky a je počítáno s 45 minutami práce sanitáře, která obnáší kontrolu spotřebního materiálu, demontáž, 15 minut dekontaminace v 3% roztoku přípravku Korsorex extra, následné důkladné opláchnutí vodou a zabalení do sterilizačního obalu.

Tabulka 5.17 porovnává náklady na životní cyklus expiračního ventilu na jedno použití a sterilizovatelného. Pro sterilizovatelný expirační ventil jsou celkové náklady na životní cyklus 30 035 Kč. Oproti tomu na 30 kusů expiračních ventilů je vynaloženo 27 434 Kč.

Tabulka 5.17 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační ventil a expirační ventil na jedno použití pro ventilátory typu S v jednotkách Kč

	Expirační filtr sterilizovatelný	Expirační filtr na jedno použití
Náklady na pořízení	25 307	914
Personální náklady	37	-
Náklady na dekontaminaci	2 981	-
Náklady na sterilizaci	1 709	-
Náklady na likvidaci	1	26
Celkové náklady na životní cyklus	<u>30 035</u>	<u>27 434</u>

Životní cyklus sterilizovatelných **flow senzorů** není návodem k obsluze přesně stanoven. Návod k obsluze udává, že flow senzor lze používat opakovaně, dokud je možná automatická kalibrace. Bylo tedy počítáno s 30 cykly sterilizace, které byly odhadnuty personálem kardiologické kliniky. V jednom sterilizačním cyklu je možné sterilizovat všech 30 kusů flow senzorů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus flow senzoru počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna na pracovišti kliniky a je počítáno s 45 minutami práce sanitáře, která obnáší kontrolu spotřebního materiálu, demontáž, 15 minut dekontaminace

v 3% roztoku přípravku Korsolex extra, následné důkladné opláchnutí vodou a zabalení do sterilizačního obalu.

Do porovnání byly 3 typy flow senzoru. Sterilizovatelný, flow senzor na jedno použití, který je stanoven pro použití u daných ventilátorů výrobcem, a flow senzor, který je na klinice skutečně používán.

Tabulka 5.18 porovnává náklady na životní cyklus flow senzoru na jedno použití doporučeného a používaného a flow senzoru sterilizovatelného. Pro sterilizovatelný flow senzor jsou celkové náklady na životní cyklus 14 195 Kč. Na 30 kusů flow senzorů doporučených výrobcem 24 162 Kč a pro jednorázový flow senzor skutečně používaný 4 834 Kč.

Tabulka 5.18 Komparace nákladů na sterilizovatelný flow senzor, flow senzor na jedno použití doporučený a používaný pro ventilátory typu S v jednotkách Kč

	Flow senzor sterilizovatelný	Flow senzor na jedno použití (doporučený)	Flow senzor na jedno použití (používaný)
Náklady na pořízení	9 468	805	161
Personální náklady	37	-	-
Náklady na dekontaminaci	2 981	-	-
Náklady na sterilizaci	1 709	-	-
Náklady na likvidaci	-	4	4
Celkové náklady na životní cyklus	<u>14 195</u>	<u>24 162</u>	<u>4 834</u>

5.6.2 Ventilátory typu X

U ventilátorů typu X byla provedena komparace 3 variant spotřebních materiálů, které připadají v úvahu v rámci používání ventilátorů na klinice. Jedná se o patientský okruh, expirační filtr a flow senzor.

Životní cyklus sterilizovatelných **patientských okruhů** je 25 sterilizačních cyklů. V jednom cyklu lze sterilizovat 25 kusů patientských okruhů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus patientského okruhu počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna v mycím automatu, který je stejně jako u sterilizačního přístroje schopen pojmout 25 kusů patientských okruhů. Jelikož je dekontaminace prováděna v mycím automatu, je v personálních nákladech počítán pouze čas sanitárního pracovníka na kontrolu poškození patientského okruhu, demontování a zabalení.

Tabulka 5.19 porovnává náklady na životní cyklus patientského okruhu na jedno použití a sterilizovatelného patientského okruhu. Pro sterilizovatelné patientské okruhy jsou náklady na životní cyklus 5 682 Kč. Náklady na 25 kusů patientských okruhů na jedno použití jsou 3 720 Kč.

Tabulka 5.19 Komparace nákladů na sterilizovatelný patientský okruh a patientský okruh na jedno použití pro ventilátory typu X v jednotkách Kč

	Pacientský okruh sterilizovatelný	Pacientský okruh na jedno použití
Náklady na pořízení	4 563	148
Personální náklady	4	-
Náklady na dekontaminaci	71	-
Náklady na sterilizaci	1 043	-
Náklady na likvidaci	1	20
Celkové náklady na životní cyklus	<u>5 682</u>	<u>3 720</u>

Životní cyklus sterilizovatelných **expiračních ventilů** není návodem k obsluze přesně stanoven. Návod k obsluze udává, že expirační ventil lze používat opakovaně, dokud je možná automatická kalibrace. Bylo tedy počítáno s 30 cykly sterilizace, které byly odhadnuty personálem kardiologické kliniky. V jenom sterilizačním cyklu je možné sterilizovat všech 30 kusů expiračních ventilů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus expiračního ventilu počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna klinice a je počítáno s 45 minutami práce sanitáře, která obnáší kontrolu spotřebního materiálu, demontáž, 15 minut dekontaminace v 3% roztoku přípravku Korsolex extra, důkladné opláchnutí vodou a zabalení do sterilizačního obalu.

Tabulka 5.20 porovnává náklady na životní cyklus expiračního ventilu na jedno použití a sterilizovatelného expiračního ventilu. Pro sterilizovatelný expirační ventil jsou celkové náklady na životní cyklus 6 839 Kč. Oproti tomu na 30 kusů expiračních ventilů je vynaloženo 20 055 Kč.

Tabulka 5.20 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační ventil a expirační ventil na jedno použití pro ventilátory typu X v jednotkách Kč

	Expirační filtr sterilizovatelný	Expirační filtr na jedno použití
Náklady na pořízení	2 111	668
Personální náklady	37	-
Náklady na dekontaminaci	2 981	-
Náklady na sterilizaci	1 709	-
Náklady na likvidaci	1	26
Celkové náklady na životní cyklus	<u>6 839</u>	<u>20 033</u>

Životní cyklus sterilizovatelných **flow senzorů** není návodem k obsluze přesně stanoven. Návod k obsluze udává, že expirační ventil lze používat opakovaně, dokud je možná automatická kalibrace. Bylo tedy počítáno s 30 cykly sterilizace, které byly odhadnuty personálem kardiologické kliniky. Na jeden sterilizační cyklus je možné sterilizovat všech 30 kusů expiračních ventilů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus expiračního ventilu počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna na pracovišti kliniky a je počítáno s 45 minutami práce sanitáře, která obnáší kontrolu spotřebního materiálu, demontáž, 15 minut dekontaminace v 3% roztoku přípravku Korsolex extra, následné důkladné opláchnutí vodou a zabalení do sterilizačního obalu.

Do porovnání byly zařazeny 3 typy flow senzoru. Sterilizovatelný flow sensor, flow sensor na jedno použití, který je stanoven pro použití u daných ventilátorů výrobcem a flow sensor, který je na klinice skutečně používán.

Tabulka 5.21 porovnává náklady na životní cyklus používaného flow senzoru na jedno použití, doporučeného flow senzoru a flow senzoru sterilizovatelného. Pro sterilizovatelný flow sensor jsou náklady na životní cyklus 14 195 Kč. Na 30 kusů flow senzorů doporučených výrobcem 24 162 Kč a pro jednorázový flow sensor skutečně používaný 4 834 Kč.

Tabulka 5.21 Komparace nákladů na sterilizovatelný flow sensor, flow sensor na jedno použití doporučený a používaný pro ventilátory typu X v jednotkách Kč

	Flow sensor sterilizovatelný	Flow sensor na jedno použití (doporučený)	Flow sensor na jedno použití (používaný)
Náklady na pořízení	9 468	805	161
Personální náklady	36,9	-	-
Náklady na dekontaminaci	2 981	-	-
Náklady na sterilizaci	1 709	-	-
Náklady na likvidaci	-	4	4
Celkové náklady na životní cyklus	<u>14 195</u>	<u>24 162</u>	<u>4 834</u>

5.6.3 Ventilátory typu A

U ventilátorů typu A byla provedena komparace pouze jedné varianty spotřebního materiálu, který v rámci používání připadá v úvahu. Jedná se o expirační filtr. Pro jiné druhy spotřebního materiálu není možné komparaci provádět.

Životní cyklus sterilizovatelných **expiračních ventilů s kondenzační nádobou** není návodem k obsluze přesně stanoven. Návod k obsluze udává, že expirační ventil lze používat opakovaně, dokud je možná automatická kalibrace. Bylo tedy počítáno s 30 cykly sterilizace, které byly odhadnuty personálem kardiologické kliniky. V jednom sterilizačním cyklu je možné sterilizovat všech 30 kusů expiračních ventilů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus expiračního ventilu počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna na pracovišti kliniky a je počítáno s 50 minutami práce sanitáře, která obnáší kontrolu spotřebního materiálu, demontáž, 20 minut dekontaminace v roztoku Klenzyme, ponoření do vody na dobu 2 až 5 minut, důkladné opláchnutí vodou a zabalení do sterilizačního obalu.

Tabulka 5.22 porovnává náklady na životní cyklus expiračního ventilu na jedno použití a sterilizovatelného. Pro sterilizovatelný expirační ventil jsou celkové náklady na životní cyklus 11 531 Kč. Oproti tomu na 30 kusů expiračních ventilů je vynaloženo 30 747 Kč.

Tabulka 5.22 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační ventil a expirační ventil na jedno použití pro ventilátory typu A v jednotkách Kč

	Expirační filtr sterilizovatelný	Expirační filtr na jedno použití
Náklady na pořízení	7 260	1 024
Personální náklady	41	-
Náklady na dekontaminaci	2 520	-
Náklady na sterilizaci	1 709	-
Náklady na likvidaci	1	27
Celkové náklady na životní cyklus	<u>11 531</u>	<u>30 747</u>

5.6.4 Ventilátory typu E

U ventilátorů typu E byla provedena komparace 4 variant spotřebních materiálů, které připadají v úvahu v rámci používání ventilátorů na klinice. Jedná se o patientský okruh, expirační filtr včetně anebo bez flow senzoru a flow senzor.

Životní cyklus sterilizovatelných **patientských okruhů** je 25 cyklů sterilizace. Na jeden sterilizační cyklus je možné sterilizovat 25 kusů patientských okruhů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus patientského okruhu počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna v mycím automatu, který stejně jako u sterilizace schopen pojmout 25 kusů patientských okruhů. Jelikož je dekontaminace prováděna v mycím automatu, je v personálních nákladech počítán pouze čas sanitárního pracovníka na kontrolu poškození patientského okruhu, demontování a zabalení.

Tabulka 5.23 porovnává náklady na životní cyklus patientského okruhu na jedno použití a sterilizovatelného patientského okruhu. Pro sterilizovatelné patientské okruhy jsou celkové náklady na životní cyklus 11 301 Kč, což je ve srovnání s patientským okruhem na jedno použití o 4 324 Kč více. Náklady na 25 kusů patientských okruhů na jedno použití jsou 6 977 Kč.

Tabulka 5.23 Komparace nákladů na sterilizovatelný patientský okruh a patientský okruh na jedno použití v jednotkách Kč

	Pacientský okruh sterilizovatelný	Pacientský okruh na jedno použití
Náklady na pořízení	10 182	278
Personální náklady	4	-
Náklady na dekontaminaci	71	-
Náklady na sterilizaci	1 043	-
Náklady na likvidaci	1	20
Celkové náklady na životní cyklus	<u>11 301</u>	<u>6 977</u>

Životní cyklus sterilizovatelných **expiračních filtrů včetně flow senzoru** je 50 cyklů. Na jeden sterilizační cyklus je možné sterilizovat 25 kusů expiračních filtrů včetně flow senzoru. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus expiračního filtru včetně flow senzoru počítáno s náklady na dva cykly sterilizace.

Dekontaminace je prováděna na pracovišti kliniky a je počítáno s 40 minutami práce sanitáře, která obnáší kontrolu spotřebního materiálu, 15 minut dekontaminace v mírném detergentu, následné důkladné opláchnutí vodou a zabalení do sterilizačního obalu.

Tabulka 5.24 porovnává náklady na životní cyklus expiračního ventilu včetně flow senzoru na jedno použití a sterilizovatelného. Pro sterilizovatelný expirační ventil včetně flow senzoru jsou celkové náklady na životní cyklus 19 506 Kč. Oproti tomu na 50 kusů expiračních ventilů včetně flow senzoru je vynaloženo 182 154 Kč.

Tabulka 5.24 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační filtr včetně flow senzoru a expirační filtr včetně flow senzoru na jedno použití v jednotkách Kč

	Expirační filtr včetně flow senzoru sterilizovatelný	Expirační filtr včetně flow senzoru na jedno použití
Náklady na pořízení	13 902	3 642
Personální náklady	164	-
Náklady na dekontaminaci	3 351	-
Náklady na sterilizaci	2 086	-
Náklady na likvidaci	1	49
Celkové náklady na životní cyklus	<u>19 506</u>	<u>182 154</u>

V nákladech na životní cyklus **expiračních filtrů bez flow senzoru** bylo počítáno se stejnými daty jako u expiračních filtrů s flow senzorem. Rozdíl je pouze v pořizovacích nákladech.

Tabulka 5.25 porovnává náklady na životní cyklus expiračního ventilu bez flow senzoru na jedno použití a sterilizovatelného expiračního ventilu. Pro sterilizovatelný expirační ventil bez flow senzoru jsou celkové náklady na životní cyklus 11 592 Kč. Oproti tomu na 50 kusů expiračních ventilů včetně flow senzoru je vynaloženo 166 538 Kč.

Tabulka 5.25 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační filtr bez flow senzoru a expirační filtr bez flow senzoru na jedno použití v jednotkách Kč

	Expirační filtr bez flow senzoru sterilizovatelný	Expirační filtr bez flow senzoru na jedno použití
Náklady na pořízení	5 990	3 330
Personální náklady	164	-
Náklady na dekontaminaci	3 352	-
Náklady na sterilizaci	2 086	-
Náklady na likvidaci	1	42
Celkové náklady na životní cyklus	<u>11 592</u>	<u>166 538</u>

Životní cyklus sterilizovatelných **flow senzorů** je 50 cyklů. Na jeden sterilizační cyklus je možné sterilizovat všech 50 kusů flow senzorů. V nákladech na sterilizaci je tedy na jeden kus flow senzoru počítáno s náklady na jeden cyklus sterilizace.

Dekontaminace je prováděna na pracovišti kliniky a je počítáno s 40 minutami práce sanitáře, která obnáší kontrolu spotřebního materiálu, 15 minut dekontaminace v mírném detergentu, následné důkladné opláchnutí vodou a zabalení do sterilizačního obalu.

Tabulka 5.26 porovnává náklady na životní cyklus flow senzoru na jedno použití a sterilizovatelného. Pro sterilizovatelný flow senzor jsou celkové náklady na životní cyklus 10 363 Kč. Oproti tomu na 50 kusů flow senzorů je vynaloženo 15 682 Kč.

Tabulka 5.26 Komparace nákladů na sterilizovatelný flow senzor a flow senzor na jedno použití v jednotkách Kč

	Flow senzor sterilizovatelný	Flow senzor na jedno použití
Náklady na pořízení	7 913	314
Personální náklady	66	-
Náklady na dekontaminaci	1 341	-
Náklady na sterilizaci	1 043	-
Náklady na likvidaci	0	4
Celkové náklady na životní cyklus	<u>10 363</u>	<u>15 682</u>

5.7 Sumář doporučení

Ze zjištěných poznatků byl sestaven sumář doporučení pro nákup plicních ventilátorů a spotřebních materiálů. Sumář je rozdělen na hlavních 6 bodů, které jsou dále dle potřeby rozděleny. Prvním bodem je **předběžná analýza nákupu**. Tato analýza by měla proběhnout před rozhodnutím o nutnosti nákupu. Měla by hodnotit, zda je opravdu nutné pořízení nových ventilátorů (například z důvodu stáří současných technologií či prokazatelného nedostatku). Měla by vyhodnocovat také počet potřebných kusů a základní účel budoucího použití (pro intenzivní péči, transportní). Předběžná analýza nákupu by se měla opírat o podložená data typu odhadovaný počet pacientů za rok, kódy výkonů, které se k přístroji váží a podobně.

Dále je doporučený kvalitní **průzkum trhu** pro možné zhodnocení a analýzu dostupných technologií. Průzkum trhu by měl být prováděn ve spolupráci biomedicínského inženýra s lékařem. Společně dokážou propojit informace znalostí trhu z pohledu jak technologického, tak medicínálního. Průzkum trhu se odvíjí od toho, zda je potřeba technologií pro okresní úroveň, nebo pro špičkové pracoviště, kde je potřeba většího sledování technologických trendů a využívání nových technologií. Z informací získaných v rámci průzkumu trhu lze čerpat při tvorbě technické specifikace. Dalším bodem je samotná **technická specifikace**, která by měla být vytvořena týmem odborných pracovníků. Technická specifikace obsahuje technické a klinické požadavky a zároveň by měla hledět na ekonomické aspekty provozu. Ty by však neměly být nadřazeny medicínskému účelu.

Ze zjištěných poznatků vyplývá bod týkající se **spotřebních materiálů**. Jedním z doporučení je zastropování cen pro stanovené období, díky kterému je možné korigovat budoucí provozní náklady. Pro spotřební materiály k ventilátorům je doporučeno provést analýzu nákladů na životní cyklus a zároveň analýzu enviromentálních dopadů.

Důležitým bodem je **hodnocení nabídek**. Většina nákupů zdravotnické techniky probíhá jednokriteriální soutěží, kde hodnotícím bodem je kupní cena. Doporučením je vícekriteriální hodnocení. Toto doporučení se opírá o zákon 134/2016 Sb., o zadávání

veřejných zakázek, který zavádí kritérium ekonomické výhodnosti. V rámci hodnocení je tedy doporučeno hledět na analýzu nákladů na životní cyklus a analýzu enviromentálních dopadů. Do doporučení je také zahrnuto provádění dvoukolového výběrového řízení, kdy je pracovištěm vyžádána ukázka přístroje. Pracovníci, kteří s přístrojem pracují, mohou porovnávat jednotlivé výrobky s ohledem na kvalitativní parametry.

Bod **kupní smlouva** obsahuje návrhy na začlenění do kupní smlouvy. Spadají sem například náklady na softwarové aktualizace, budoucí likvidaci, příslušenství v rámci dodávky, stanovení doby, do které musí dorazit servis po oficiálním oznámení poruchy s možností zapůjčení záložního přístroje a co obsahuje cena BTK. Je zde uvedeno doporučení na zvážení servisní smlouvy s dodavatelem přístrojů.

Doporučení	Upřesnění		Přiřazená váha bodu lékaři/sestry
Předběžná analýza nákupu	Zvážení nutnosti nákupu, specifikace potřeb	proč, kolik, kam, za jakým účelem	5/5
Průzkum trhu	Zhodnocení možností trhu	analýza dostupných technologií	4/5
Technická specifikace	Tvoření spolu s kvalifikovaným personálem	zajímat ekonomické oddělení, personál kliniky, kteří s přístrojem budou pracovat (lékaři, sestry), oddělení zdravotnické techniky	5/5
	Technické požadavky	nutné ventilační režimy a měřené veličiny	5/5
		zastropování parametrů ovlivňující náklady (spotřeba přístroje, nároky na medicínální plyny atd.)	3/3
		nároky na velikost, hmotnost, pojízdnost	3/3
		požadavky na grafy a trendy	4/3
		možnosti rozšíření (kapnometrie, spirometrie...)	4/4
		nastavitelné akustické a optické alarmany	4/4
		možnosti obrazovky (dotyková, tlačítková, úhlopříčka)	3/3
	Klinické požadavky	sjednocení techniky	5/5
		snadno ovladatelný, jednoduché čištění a dekontaminace	5/5
kompatibilita s dalšími přístroji		5/4	

Spotřební materiál	Zastropování cen na nějaké období		2/3
	Analýza nákladů na životní cyklus		2/3
	Spotřební materiál v rámci dodání		2/3
	Záruky dodávek		3/5
Hodnocení nabídek	Vícekriteriální hodnocení		5/5
	Analýza nákladů na životní cyklus ventilátorů a spotřebních materiálů		4/4
	Analýza enviromentálních dopadů spotřebních materiálů		3/3
	Dvoukolové výběrové řízení	Vyžádání ukázky přístroje	4/4
Kupní smlouva	Softwarové aktualizace		4/4
	Servisní smlouva		3/4
	Náklady na likvidaci		2/3
	Příslušenství		4/4
	Doba dojezdu servisu		4/4
	Zápůjční přístroj v době servisu		3/4
	Cena BTK		3/3

6 Diskuse

Z výsledků diplomové práce vyplývá potřeba využívání multikriteriálního hodnocení pro vyhodnocování veřejných zakázek. To je podloženo také zákonem č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, který zavádí nové kritérium hodnocení ekonomické výhodnosti. I přesto je v České republice přetrvávající trend používání hodnocení veřejných zakázek na základě nejnižší nabídkové ceny [115].

Celkové náklady na vlastnictví jsou ekonomickou metodou, díky které jsme schopni posuzovat a hodnotit náklady spojené s majetkovým vlastnictvím po celou dobu vlastnictví majetku. Metoda hodnocení celkových nákladů na vlastnictví není metodou standardizovanou [44], a proto pro možnost hodnocení celkových nákladů na vlastnictví byly pro tuto diplomovou práci stanoveny nákladové kategorie. Nákladové kategorie vychází z poznatků získaných z přehledu současného stavu [8, 10, 28, 63–68, 98–102].

Práce vychází z dat získaných z kliniky anesteziologie, perioperační a intenzivní medicíny. Klinika disponuje celkem 4 typy ventilátorů, ale celkové náklady na vlastnictví byly stanoveny pouze pro jeden typ. Další ventilátory byly vyrobeny v rozmezí let 2003–2009. Pro tyto ventilátory nebylo možné získat všechna potřebná data pro stanovení celkových nákladů na vlastnictví a byla tedy provedena analýza nákladů pro sledované období 2017–2021. Jedná se hlavně o data pro určení nákladů na servis a údržbu. Protože nemocnice nedisponuje softwarem pro evidenci a správu zdravotnických prostředků, bylo složité sehnat i veškerá data pro sledované období. Sledované období bylo zvoleno na základě účetní životnosti. Životnost ventilátorů není v návodu k obsluze specifikována, ale lze ji také vyjádřit pomocí tzv. ekonomické životnosti, či životností po dobu servisu. Ekonomická životnost nebyla použita, protože z dat, která klinika poskytla, nebylo možné stanovit dobu, po kterou přístroje přináší ekonomický prospěch. U sledovaných ventilátorů není plánované ukončení servisní podpory, a proto nebylo možné stanovit životnost po dobu servisu. Jednotlivé typy ventilátorů jsou v různých počtech. Pro možnost porovnání typů ventilátorů byly pro nákladové kategorie vždy stanoveny průměrné náklady na typ.

Ventilátory typu S byly pořízeny ve dvou vlnách nákupů ve stejném roce. Pro oba nákupy je rozdílná pořizovací cena i přes to, že se jedná o identické ventilátory a byly pořízeny se stejným softwarovým vybavením a se stejným příslušenstvím a spotřebním materiálem. Rozdíl cen je 150 392 Kč. V případě levnějšího nákupu se jednalo o nákup většího množství techniky. V případě dražšího nákupu byly pořízeny pouze ventilátory. Podobně tomu je v případě ventilátorů typu A. Tři kusy ventilátorů byly pořízeny v roce 2007 a byly o 142 721 Kč dražší než stejné dva ventilátory pořízené o rok dříve. V obou případech se jednalo o nákup pouze daných ventilátorů. Pro možnost porovnání pořizovacích nákladů jednotlivých sledovaných typů plicních ventilátorů byly pořizovací náklady starších ventilátorů diskontovány na hodnotu k roku 2017. Při takto

diskontovaných pořizovacích nákladech vycházejí dražší kusy ventilátoru typu S jako nejdražší. Naopak levnější kusy ventilátorů typu S jako nejlevnější z analyzovaných plicních ventilátorů. Důvod, proč jsou takové rozdíly v kupních cenách identických ventilátorů, nebyl zjištěn.

Náklady na provoz jsou sumou nákladů na energie, personálních nákladů, nákladů na spotřební materiál, nákladů na úklid a likvidaci a nákladů na medicínální plyny. Náklady na energie vychází ze spotřeby daného ventilátoru a počtu hodin v provozu. V průměru největší náklady na energie vychází pro ventilátory typu A, které mají druhou největší spotřebu elektrické energie. Větší spotřebu mají pouze ventilátory typu E. Tyto ventilátory mají naopak nejméně hodin v provozu. Tento fakt byl personálem kliniky vysvětlen tak, že tyto ventilátory jsou na klinice pouze ve dva. Lékaři mají tedy nejméně možností s tímto typem pracovat, mají s nimi nejméně zkušeností, a proto preferují použití jiných ventilátorů. Nejmenší náklady na energie jsou v průměru vynaloženy na ventilátory typu S, které mají společně s ventilátory typu X nejmenší spotřebu elektrické energie. Z dat o počtu hodin v provozu vyplývá, že nejfrekventovaněji používané ventilátory jsou ventilátory typu X. Tento fakt byl zdůvodněn personálem kliniky tak, že se jedná o ventilátory, které jsou pevně spojeny s lůžkem a nelze tudíž u pacientů na takovém lůžku měnit ventilátory dle preferencí lékařů.

Při zjišťování nákladů na spotřební materiál bylo zjištěno, že klinika nepoužívá vždy spotřební materiál, který je doporučován výrobcem. Pro ventilátory typu S a ventilátory typu X je používán jednorázový flow senzor, jehož pořizovací cena je 161 Kč. Flow senzor, který uvádí výrobce, má pořizovací cenu 805 Kč. Výrobce udává, že nenesou odpovědnost za funkčnost ventilátoru, pokud není používán doporučený spotřební materiál. Odborný personál uvedl, že neshledal žádné změny ve funkčnosti v případě používání levnějšího flow senzoru. Pokud by klinika u ventilátorů typu S ve sledovaném období používala flow senzor doporučený výrobcem, vzrostly by celkové náklady na spotřební materiál z 8 020 289 Kč na 12 159 589 Kč.

Významně menší jsou náklady na medicínální plyny pro ventilátory, které dokážou využívat okolní vzduch. Takové ventilátory na klinice jsou pouze ventilátory typu S. Pokud bychom měli dva úplně stejné ventilátory, kdy jeden by potřeboval ke svému fungování medicínální vzduch a kyslík a druhý pouze medicínální kyslík, je rozdíl v nákladech na hodinu fungování přibližně 38 Kč. Ventilátory na klinice byly v průměru, za sledované období přibližně 22 500 hodin v provozu. Za takovou dobu by rozdíl v nákladech činil přibližně 850 500 Kč.

Pro bezpečnostně technické kontroly mají dodavatelé sledovaných ventilátorů stanoveny tarifové ceny na některé položky. Patří sem cena samotného BTK, cena za kilometr a čas strávený na cestě. Tyto tarifové platby se v průběhu sledovaného období měnily v roce 2020 pro ventilátory typu S a ventilátory typu X. Pro ostatní ventilátory byly tyto ceny pro celé sledované období stejné. Vzdálenosti sídla servisní společnosti od

zdravotnického zařízení má značný vliv na cenu servisu. Pro ventilátory typu A je cena za cestu a čas strávený na cestě 13 747 Kč. Pro ventilátory typu S a ventilátory typu X je tato cena o 8 083 Kč nižší. U ventilátorů typu E je dána cena za kilometr 13,50 Kč, ale celková cena za cestu kolísá a často chybí úplně.

V novějších kupních smlouvách má Krajská zdravotní a.s. v rámci kupní smlouvy také pozáruční servis. Zahrnutí více kategorií nákladů do kupních smluv může snížit náklady po dobu používání přístroje. Pozáruční servis má Krajská zdravotní a.s. ve svých smlouvách stanovený na dobu určitou a částka stanovená kupní smlouvou je vyplácena v měsíčních intervalech. Možným rozšířením této oblasti diplomové práce je na základě získaných dat zjistit, zda by pozáruční servis formou paušálního měsíčního vyplácení byl v tomto případě výhodnějším řešením.

Prostudováním faktur bylo zjištěno, že u ventilátorů typu A po každém BTK přijde faktura na servis v rámci BTK. Tyto faktury vždy obsahují stejné položky, které jsou v návodu k obsluze označeny jako položky měněné během BTK. Celková částka za BTK včetně výměny nutných dílů je 26 257 Kč. Pro ostatní ventilátory je celková částka za BTK okolo 6 000 Kč. Náklady na BTK pro ventilátory typu A jsou tedy více než 4krát dražší než pro ostatní typy ventilátorů.

Celkové náklady na servis a údržbu pro ventilátory typu S byly 988 053 Kč. Pro ventilátory typu X, které jsou ve stejném počtu na klinice jako ventilátory typu S, byly celkové náklady na servis a údržbu 1 430 625 Kč. Vzhledem k rozdílnému stáří těchto typů ventilátorů se předpokládal větší rozdíl v těchto nákladech, a to i s ohledem na skutečnost, že ventilátory typu S byly po dobu prvních dvou let v záruce. Vynaložená částka pro ventilátory typu S je velmi ovlivněna třemi finančně náročnými servisy. Pokud se zaměříme na průměrné celkové náklady na servis a údržbu pro jednotlivé typy ventilátorů, tak nejméně nákladné byly ventilátory typu E. To lze vysvětlit jejich nízkou vytížeností oproti ostatním typům ventilátorů. Jako nejnákladnější z pohledu průměrných celkových nákladů na servis a údržbu vyšly ventilátory typu A. Jsou zde promítnuty větší ceny za BTK oproti ostatním ventilátorům a větší náklady na dopravu a servis přístroje.

Celkové náklady na vlastnictví plicních ventilátorů typu S ve sledovaném období účetní životnosti 5 let byly 22 720 632 Kč. V přehledu současného stavu byl uveden předpoklad, že pořizovací náklady se na celkových nákladech podílí pouze z 20–25 % [4, 21, 31]. Pro tento případ se pořizovací náklady na celkových nákladech na vlastnictví podílejí pouze ze 17 %. Oproti tomu náklady na provoz tvoří 74 % z celkové částky. Náklady na servis a údržbu jsou v celkových nákladech na vlastnictví zastoupeny 9 %. Podobné rozložení nákladů lze sledovat i u dalších porovnávaných typů ventilátorů. Lze tedy konstatovat, stejně jako ve studii [65], že kupní cena přístroje není nejvyšší nákladovou položkou v celkových nákladech na vlastnictví.

Hlavní limitací práce byla nemožnost získat kompletní data pro všechny ventilátory na klinice. Z toho důvodu byly celkové náklady na vlastnictví stanoveny pouze pro ventilátory typu S. Pro ostatní, starší ventilátory bylo provedeno pouze porovnání ve sledovaném období. Pro stanovení celkových nákladů na vlastnictví pro ostatní ventilátory chyběla data hlavně pro nákladovou kategorii servis a údržba. Nemocnice nedisponuje softwarem pro evidenci a správu zdravotnické techniky a není tedy možné jednoduše dohledat objednávky a faktury k daným ventilátorům. Tato data by byla cenným přínosem pro tuto práci. Sledované období je stanoveno dle účetní životnosti 5 let, ale nejstarší ventilátory na klinice jsou v provozu 19 let. Pokud by byla dostupná všechna potřebná data pro ventilátory, bylo by zajímavé určit, kdy nastává bod zlomu a ventilátory začínají být pro zdravotnické zařízení ekonomicky ztrátové. Pro ventilátory by se dala provést analýza nejen v období jejich účetní životnosti, ale také ekonomické životnosti.

Pro sledované ventilátory jsou na klinice používány pouze jednorázové spotřební materiály. Komparací jednorázových spotřebních materiálů a spotřebních materiálů sterilizovatelných pomocí techniky LCC bylo zjištěno, že ekonomicky výhodnější je nakupovat pouze patientské okruhy na jedno použití. Ostatní sledovaný spotřební materiál je výhodnější nakupovat sterilizovatelný. Největší rozdíl v cenách je u expiračních filtrů u ventilátorů typu E, kdy je za sterilizovatelný expirační filtr za životní cyklus vynaloženo 11 591 Kč. Za počet kusů, rovnající se počtu sterilizačních cyklů, které je možné provést u sterilizovatelného expiračního ventilu, byla spočtena částka 166 500 Kč. Podobně tomu je i pro expirační filtr s flow senzorem, kde je rozdíl v částkách 162 606 Kč mezi sterilizovatelným expiračním filtrem a expiračním filtrem na jedno použití. Výsledky komparace potvrzují výsledky studií [93, 95], že ačkoli náklady na pořízení jednorázového spotřebního materiálu jsou u jednorázových spotřebních materiálů často nižší (což vede k vnímání snížených nákladů), opakované použití rozkládá náklady na mnoho použití a obvykle způsobuje, že náklady na opakovaně použitelné spotřební materiály jsou po celou dobu jejich životnosti podstatně nižší než u jednorázových spotřebních materiálů.

U spotřebních materiálů na jedno použití a sterilizovatelných se dostávají do rozporu dva důležité faktory. Macneil [90] uvádí model používání jednorázových materiálů jako v podstatě neudržitelný, protože přispívá k globální ekologické destrukci vyčerpáváním přírodních zdrojů a vytváří nadměrné množství odpadu. Pro představu, pokud by ve sledovaném období za stejných podmínek, jako bylo počítáno v analýze nákladů, vyměnila klinika spotřební materiál na jedno použití za sterilizovatelný, vyprodukovala by nemocnice ve sledovaném období o skoro 16,5 tun méně odpadu. Naproti tomu však stojí překážky v podobě prevence infekcí. Neexistují však přesvědčivé důkazy o tom, že používání jednorázových spotřebních materiálů snižuje počet infekcí získaných ve zdravotnictví [90].

V oblasti porovnání spotřebních materiálů spatřuji velké možnosti, jak tuto práci rozšířit. V práci je uvedeno pouze porovnání nákladů na životní cyklus sterilizovatelného spotřebního materiálu a k tomu náklady na adekvátní počet jednorázového spotřebního materiálu. Není zde evidováno, kolik kusů sterilizovatelného spotřebního materiálu je potřeba na jeden ventilátor pro plynulé používání přístroje. Není zohledněna možnost lidské chyby, kdy je omylem vyhozen sterilizovatelný kus v domnění, že se jedná o kus jednorázový. V úvahu také připadá analýza formou dotazníku zaměřeného na preference personálu, který se spotřebním materiálem pracuje, dále analýza srovnávající dopady na životní prostředí u sterilizovatelného spotřebního materiálu a spotřebního materiálu na jedno použití atd.

Sumář doporučení je vytvořen na základě poznatků získaných v průběhu zpracovávání diplomové práce. Jsou zde uvedeny body, na které se při nákupu plicních ventilátorů a spotřebních materiálů zaměřit a doporučení, která by se měla při vytváření kupních smluv a technických specifikací zvážit. Důležitým aspektem v oblasti hodnocení je zákon č. 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, který nabyl účinnosti 1. října 2016 a který zavádí nové kritérium hodnocení ekonomické výhodnosti. To umožňuje pohled na hodnocení nejvýhodnějšího poměru nákladů a kvality a umožňuje zohledňovat celkové náklady na životní cyklus přístroje. Tento druh vyhodnocování přináší nesporně větší administrativní a časovou náročnost oproti jednokritériálnímu hodnocení, ale může přinést ekonomický benefit v průběhu životnosti přístrojů. Dle České asociace dodavatelů zdravotnických přístrojů [116] podceňování kvality výrobku s sebou přináší dodatečné náklady.

Sumář doporučení byl prezentován personálu kliniky a proběhla otevřená diskuse, při které byla každému bodu doporučení přiřazena váha bodu na stupnici od 0-5 (0 = není pro mě důležité; 5 = vysoká důležitost). Váha bodů byla stanovena za lékařský personál a za sestry.

Mezi body doporučení s vysokou důležitostí pro lékaře i sestry patřila předběžná analýza nákupu. Zdůvodněním vysoké důležitosti je ekonomický, tedy aby se neplýtvalo finančními prostředky. Dalším důvodem jsou dostupné prostory, ať už kolem lůžka pacienta, či prostory pro skladování zdravotnické techniky. Pokud jsou pořízeny přístroje, které nejsou adekvátně používány, dochází k přeplnění kapacity těchto prostorů.

Kvalitní průzkum trhu byl lékaři ohodnocen váhou 4 a sestrami váhou 5. Tento bod byl shledán důležitým, ale lékaři upřednostňují, aby tento průzkum byl prováděn biomedicínskými inženýry a oni následně zhodnotili technologie z medicínského hlediska a z pohledu inovativnosti pro medicínské účely.

Bod zabývající se technickou specifikací je rozdělen do 3 sekcí. Prvním bodem je doporučení vytvářet technickou specifikaci s kvalifikovaným personálem. Váhové ohodnocení je v tomto případě 5. Jak již bylo zmíněno v bodě předchozím, lékaři si plně uvědomují potřebu zainteresování biomedicínských inženýrů pro možnost kvalitního

sledování technických parametrů a inovací v oblasti zdravotnických prostředků. Doporučení přidává také zainteresování ekonomického oddělení, což bylo shledáno jako pozitivní příspěvek pro vytváření technických specifikací.

Další sekci jsou technické požadavky. Nejvyšší důležitost byla přiřazena stanovení nutných ventilačních režimů. Jedná se o základní parametr, který vychází z potřeb oddělení. Dalším bodem s vysokou důležitostí, konkrétně 4 pro obě profese byla stanovena možnost dalších rozšíření a nastavitelné akustické a optické alarmy. I během pandemie COVID 19 bylo potvrzeno, že potřeby kliniky se mohou neustále měnit a možnost rozšíření může pomáhat při adaptaci na vývoj a potřeby v průběhu životnosti přístroje. Zastropování parametrů ovlivňující náklady, nároky na velikost, hmotnost, pojízdnost a možnosti obrazovky přístroje byly označeny váhou důležitosti 3. Požadavky na grafy a trendy dostaly od lékařů váhu 4 a od sester váhu 3. Důvodem vyššího váhového hodnocení u lékařů je fakt, že jsou to právě lékaři, kteří vyhodnocují grafy a trendy z průběhu ventilace, a proto je pro ně parametr důležitější než pro sestry.

Poslední sekci bodu technické specifikace jsou klinické požadavky. Za vysoce důležité je z pohledu klinických pracovníků sjednocování techniky. Tento bod je však velmi diskutabilní a u zadávání veřejných zakázek může být tento parametr také vyhodnocen jako parametr diskriminační. Personál vysokou důležitost argumentoval možností snížení faktoru lidské chyby při práci s přístrojem a možným snížením nákladů při odběru většího množství spotřebních materiálů. To vytváří možnosti další analýzy pro stanovení, zda sjednocení zdravotnické techniky sebou opravdu přináší adekvátní benefity. Vysoká důležitost je přikládána také požadování snadno ovladatelného přístroje s jednoduchým čištěním a dekontaminací. Jedná se však o velmi vágní formulaci a je často obsažena napříč technickými specifikacemi. Vysokou důležitost pro lékaře má také kompatibilita přístroje s dalším vybavením na klinice. Kompatibilita například s monitorem životních funkcí u lůžka je pro lékaře prioritním bodem. Skrze monitory je na klinice možné sledovat velké množství parametrů, zpětné sledování nebo sledování i v případě, že nejsou v blízkosti pacienta skrze připojení k aplikaci. Je tak možné reagovat na vzniklé situace v co nejkratší možné době i v případě, že je lékař mimo kliniku.

U spotřebních materiálů se důležitost pohybuje na váze 2 a 3. Jedinou výjimkou je záruka dodávek pro sestry. Jsou to na klinice právě zaměstnanci na pozici sester, kteří musí reagovat například na výpadky dodávek spotřebních materiálů. Z pohledu sester je tedy stanovení doby dodání spotřebního materiálu od objednání bodem s vysokou důležitostí.

Zavedení vícekritériálního hodnocení pro hodnocení nabídek bylo z pohledu kliniky označeno vysokou důležitostí. Hodnocení nejvýhodnějšího poměru nákladů a kvality s analýzou nákladů na životní cyklus je dle personálu vhodným krokem pro zvýšení

kvality a efektivnosti nákupů. Jako méně důležité byla uvedena analýza enviromentálních dopadů spotřebních materiálů.

Doporučení v oblasti začlenění bodů do kupních smluv bylo nejvíce apelováno na stanovení doby dojezdu servisu od nahlášení závady. Dále uvedení příslušenství, které bude dodáno s přístrojem, pro eliminaci případných dalších nákladů a čekání pro možné plné používání přístroje. Ze zkušeností vyplývá, že zapůjčení přístroje v době servisu není tolik nutné jako pro jiné druhy zdravotnických přístrojů, které jsou na klinice v menším počtu.

Obecně bylo uvedeno, že ekonomické aspekty jako jsou například ceny BTK, stanovení nákladů na likvidaci, nebo zastropování parametrů ovlivňující náklady by měli být v rámci nákupu v kompetenci ekonomického oddělení. Aspekty medicínální v kompetenci právě lékařů a sester a technické aspekty v kompetenci biomedicinských techniků a inženýrů. Z diskuze s personálem kliniky vyšla najevo nutnost propojení jednotlivých oddělení při nákupu zdravotnických prostředků a byla potvrzena potřeba využívání vícekritériálního hodnocení.

7 Závěr

Úvodní část diplomové práce je teoreticky zaměřena na metodu celkových nákladů na vlastnictví. V rámci přehledu současného stavu problematiky je metoda teoreticky popsána a jsou uvedeny její výhody a nevýhody. Je zde uvedeno využití metody ve zdravotnictví obecně a využití metody pro zdravotnické prostředky. Teoretická část se také zaměřuje na poznatky o nákladové efektivitě. Dále je zde rozebrána problematika spotřebních materiálů, a to s důrazem na porovnání sterilizovatelných spotřebních materiálů a spotřebních materiálů na jedno použití. V závěru přehledu současného stavu jsou stanovena východiska pro modifikaci a nákladovou analýzu modelu TCO pro plicní ventilátory. Součástí teoretické části je popis metodologie práce. V návaznosti na poznatky získané z přehledu současného stavu jsou zde uvedeny postupy aplikované v praktické části diplomové práce.

Praktická část prvně definuje nákladové kategorie, které byly stanoveny pro potřeby této diplomové práce. Majoritní podíl v praktické části práce vyhodnocuje a porovnává stanovené nákladové kategorie pro 4 sledované typy plicních ventilátorů ve sledovaném období účetní životnosti. Pro ventilátory typu S jsou stanoveny celkové náklady na vlastnictví. Výsledek analýzy potvrzuje předpoklad z přehledu současného stavu, že kupní cena přístroje nemá největší podíl na celkových nákladech na vlastnictví. V tomto případě se pořizovací náklady na celkových nákladech na vlastnictví podílejí pouze ze 17 %. Oproti tomu náklady na provoz tvoří 74 % z celkové částky. Náklady na servis a údržbu jsou v celkových nákladech na vlastnictví zastoupeny 9 %.

Součástí praktické části je dále komparace sterilizovatelných a jednorázových spotřebních materiálů pro sledované typy plicních ventilátorů. Jako ekonomicky výhodnější jednorázový spotřební materiál vyšel metodou LCC pouze patientský okruh pro sledované typy ventilátorů. Pro ostatní sledovaný spotřební materiál vyšla ekonomicky výhodněji varianta sterilizovatelného spotřebního materiálu.

V závěru byl vytvořen sumář doporučení pro nákup plicních ventilátorů a spotřebních materiálů. Jsou zde uvedeny body, na které se při nákupu plicních ventilátorů a spotřebních materiálů zaměřit, a doporučení, která by se měla při vytváření kupních smluv a technických specifikací zvážit. Sumář doporučení vychází z poznatků získaných v průběhu psaní celé diplomové práce a jednotlivé body jsou váhově ohodnoceny na základě otevřené diskuze s personálem kliniky. Hlavním doporučením je nákup na podkladě vícekriteriálního hodnocení, které se opírá o zákon 134/2016 Sb., o zadávání veřejných zakázek, který zavádí kritérium ekonomické výhodnosti. V rámci hodnocení je tedy doporučeno brát v potaz analýzu nákladů na životní cyklus a analýzu enviromentálních dopadů.

Seznam použité literatury

- [1] LALONDE, Bernard J. a Terrance L. POHLEN. Issues in Supply Chain Costing. *The International Journal of Logistics Management* [online]. 1996, **7**(1), 1–12. ISSN 17586550. Dostupné z: doi:10.1108/09574099610805395
- [2] TRIENEKENS, Jacques H. a Adriaan J.M. BEULENS. Views on inter-enterprise relationships. *Production Planning and Control* [online]. 2001, **12**(5 SPEC.), 466–477 [vid. 2021-04-16]. ISSN 09537287. Dostupné z: doi:10.1080/09537280110042693
- [3] ELLRAM, Lisa M. a Arnold B. MALTZ. The use of total cost of ownership concepts to model the outsourcing decision. *The International Journal of Logistics Management* [online]. 1995, **6**(2), 55–66. ISSN 09574093. Dostupné z: doi:10.1108/09574099510805341
- [4] ELLRAM, Lisa M. a Sue P. SIFERD. Total Cost of Ownership: A Key Concept in Strategic Cost Management Decisions. *Journal of Business Logistics* [online]. 1998, **19**(1), 55–84 [vid. 2021-06-14]. ISSN 07353766. Dostupné z: <http://content.epnet.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=1403161&EbscoContent=dGJyMMv17ESep7Q4y9fwOLCmrlGep65Srqi4Sa6WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGrSUIzqbZMuePfgeyx+Eu3q64A&D=buh>
- [5] RONCHI, Stefano, Federico CANIATO a Davide LUZZINI. Total Cost of Ownership Along the Supply Chain: A Model Applied to the Tinting Industry. *SSRN Electronic Journal* [online]. 2012. ISSN 1556-5068. Dostupné z: doi:10.2139/ssrn.2024571
- [6] SACCANI, Nicola, Marco PERONA a Andrea BACCHETTI. The total cost of ownership of durable consumer goods: A conceptual model and an empirical application. *International Journal of Production Economics* [online]. 2017, **183**, 1–13. ISSN 09255273. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpe.2016.09.021
- [7] RODA, Irene, Marco GARETTI, Irene RODA, Marco GARETTI, T C O EVALUATION a Asset MANAGEMENT. TCO Evaluation in Physical Asset Management: Benefits and Limitations for Industrial Adoption. *IFIP Advances in Information and Communication Technology* [online]. 2014, **440**(Part 3), 216–223. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-662-44733-8_27
- [8] RODA, Irene, Marco MACCHI a Saverio ALBANESE. Building a Total Cost of Ownership model to support manufacturing asset lifecycle management. *Production Planning and Control* [online]. 2020, **31**(1), 19–37 [vid. 2021-04-07]. ISSN 13665871. Dostupné z: doi:10.1080/09537287.2019.1625079
- [9] LEVY, David L. International Sourcing and Supply Chain Stability. *Journal of International Business Studies* [online]. 1995, **26**(2), 343–360. ISSN 0047-2506. Dostupné z: doi:10.1057/palgrave.jibs.8490177
- [10] FERRIN, Bruce G. a Richard E. PLANK. Total cost of ownership models: An exploratory study. *Journal of Supply Chain Management* [online]. 2002, **38**(2), 18–29 [vid. 2021-06-30]. ISSN 1745493X. Dostupné z: doi:10.1111/j.1745-493X.2002.tb00132.x
- [11] MARTELLI, Nicolas, Cyril PUC, Karine SZWARCENZSTEIN, Régis BEUSCART, Hélène COULONJOU, Albane DEGRASSAT-THÉAS, Camille DUTOT, Anne Aurélie EPIS DE FLEURIAN, Florence FAVREL-FEUILLADE, Iliona HOUNLIASSO, Philippe LECHAT, Emmanuel LUIGI, Laurent MAIROT, Thao NGUYEN, Laurent PIAZZA, Christophe ROUSSEL a Cécile VIENNEY. *Hospital-based health technology assessment in France: A focus on medical devices* [online]. B.m.: Elsevier Masson SAS. 1. únor 2017. ISSN 19585578. Dostupné z: doi:10.1016/j.therap.2017.01.002

- [12] COOKE, Colin R. *Economics of Mechanical Ventilation and Respiratory Failure* [online]. 2012. ISBN 07490704/12. Dostupné z: doi:10.1016/j.ccc.2011.10.004
- [13] KAIER, Klaus, Thomas HEISTER, Edith MOTSCHALL, Philip HEHN, Tobias BLUHMKI a Martin WOLKEWITZ. Impact of mechanical ventilation on the daily costs of ICU care: A systematic review and meta regression. *Epidemiology and Infection* [online]. 2019. ISSN 14694409. Dostupné z: doi:10.1017/S0950268819001900
- [14] DRÁBKOVÁ, J. a J. Statistika oboru anesteziologie a intenzivní medicína - A 025. http://aimjournal.cz/artkey/aim-201805-0019_statistika-oboru-anesteziologie-a-intenzivni-medicina-a-025.php [online]. 2018, **29**(5), 305–308 [vid. 2021-11-05]. ISSN 12142158. Dostupné z: http://aimjournal.cz/artkey/aim-201805-0019_statistika-oboru-anesteziologie-a-intenzivni-medicina-a-025.php
- [15] TUNG, Avery. *New developments in anesthesia ventilators* [online]. B.m.: Elsevier. 1. leden 2005 [vid. 2021-11-05]. ISSN 07376146. Dostupné z: doi:10.1016/j.aan.2005.07.002
- [16] JAIN, Rajnish K. a Srinivasan SWAMINATHAN. *Anaesthesia ventilators* [online]. září 2013 [vid. 2021-11-05]. ISSN 00195049. Dostupné z: doi:10.4103/0019-5049.120150
- [17] AD, Marchese, Sulemanji D, Chipman D, Villar J a Kacmarek RM. Performance of current intensive care unit ventilators during pressure and volume ventilation. *Respiratory care* [online]. 2011, **56**(7), 928–940 [vid. 2021-11-05]. ISSN 0020-1324. Dostupné z: doi:10.4187/RESPCARE.00981
- [18] GSELLMEIER, Michael. *Control the Total Cost of Healthcare Technology* [online]. 2012 [vid. 2021-06-07]. Dostupné z: www.fahealthcarefinance.com
- [19] ISON, ERICA a ANNE MILLER. THE USE OF LCA TO INTRODUCE LIFE-CYCLE THINKING INTO DECISION-MAKING FOR THE PURCHASE OF MEDICAL DEVICES IN THE NHS. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management* [online]. 2000, **02**(04), 453–476. ISSN 1464-3332. Dostupné z: doi:10.1142/s1464333200000497
- [20] SHEKHAR PARKHI, DrShilpa. *Total Cost of Ownership(TCO)* [online]. 89. vyd. B.m.: Think Line, 2013 [vid. 2021-06-14]. Dostupné z: www.indianeconomy.asia
- [21] BARRENECHE, J. G., A. M. HERNANDEZ a J. H. GARCIA. Analysis of total cost of ownership (TCO) applied to processes of biomedical technology acquisition competitive intelligence. In: *Pan American Health Care Exchanges, PAHCE* [online]. B.m.: IEEE Computer Society, 2015. ISBN 9781467369671. Dostupné z: doi:10.1109/PAHCE.2015.7173325
- [22] WEBER, Matthias, Michael HIETE, Lars LAUER a Otto RENTZ. Low cost country sourcing and its effects on the total cost of ownership structure for a medical devices manufacturer. *Journal of Purchasing and Supply Management* [online]. 2010, **16**(1), 4–16. ISSN 14784092. Dostupné z: doi:10.1016/j.pursup.2009.06.001
- [23] GRAM, Markus a Werner SCHROEDER. Evaluating the life cycle costs of plant assets: A multidimensional view. *Serbian Journal of Management* [online]. 2012, **7**(2), 287–298. ISSN 1452-4864. Dostupné z: doi:10.5937/sjm7-2545
- [24] TAYLOR, W. B. The use of life cycle costing in acquiring physical assets. *Long Range Planning* [online]. 1981, **14**(6), 32–43. ISSN 00246301. Dostupné z: doi:10.1016/0024-6301(81)90058-3
- [25] BARRINGER, H., David P. WEBER a David WEBER. *Life Cycle Cost Tutorial*. *undefined*. 1996.
- [26] KAWAUCHI, Y. a M. RAUSAND. Life Cycle Cost (LCC) analysis in oil and chemical process industries. *undefined*. 1999.

- [27] SEIF, Javad a Masoud RABBANI. Component based life cycle costing in replacement decisions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [online]. 2014, **20**(4), 436–452. ISSN 13552511. Dostupné z: doi:10.1108/JQME-08-2013-0053
- [28] SALLOOM AJ, Nisreen HJ. Medical Devices Service Life Cycle Cost Management in Al Karak Hospital as a Case Study. *Journal of Accounting & Marketing* [online]. 2015, **04**(02). Dostupné z: doi:10.4172/2168-9601.1000134
- [29] HEILALA, J., K. HELIN a J. MONTONEN. Total cost of ownership analysis for modular final assembly systems. In: *International Journal of Production Research* [online]. 2006, s. 3967–3988. ISSN 00207543. Dostupné z: doi:10.1080/00207540600806448
- [30] ELLRAM, L. M. Total cost of ownership; An analysis approach for purchasing. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* [online]. 1995, **25**(8), 4–23. ISSN 09600035. Dostupné z: doi:10.1108/09600039510099928
- [31] BUSH, Pat, Jim GIETZEN, Bill HURWITCH, Jay PENNINGTON, Peter TAMAYO, Brian TOWNSEND a Jeff SELLERS. *Total Cost of Ownership An Important Piece of Any Sustainability Plan* [online]. 2014 [vid. 2021-04-18]. Dostupné z: <http://nces.ed.gov/programs/SLDS>.
- [32] THIEDE, Sebastian, Tim SPIERING, Stephan KOHLITZ, Christoph HERRMANN a Sami KARA. Dynamic Total Cost of Ownership (TCO) calculation of injection moulding machines. In: *Leveraging Technology for a Sustainable World - Proceedings of the 19th CIRP Conference on Life Cycle Engineering* [online]. B.m.: Springer Berlin Heidelberg, 2012, s. 275–280 [vid. 2021-06-28]. ISBN 9783642290688. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-29069-5_47
- [33] SCHUMAN, Charles A a Alan C BRENT. Asset life cycle management: Towards improving physical asset performance in the process industry. *International Journal of Operations and Production Management* [online]. 2005, **25**(6), 566–579. ISSN 01443577. Dostupné z: doi:10.1108/01443570510599728
- [34] EL-AKRUTI, Khaled, Richard DWIGHT, Tieling ZHANG a Mujbil AL-MARSUMI. The role of life cycle cost in engineering asset management. *Lecture Notes in Mechanical Engineering* [online]. 2015, **19**, 173–188 [vid. 2021-06-28]. ISSN 21954364. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-09507-3_17
- [35] EL-AKRUTI, Khaled, Richard DWIGHT a Tieling ZHANG. The strategic role of Engineering Asset Management. *International Journal of Production Economics* [online]. 2013, **146**(1), 227–239. ISSN 09255273. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpe.2013.07.002
- [36] CHEN, Shibiao a L. Ken KEYS. A cost analysis model for heavy equipment. *Computers and Industrial Engineering* [online]. 2009, **56**(4), 1276–1288. ISSN 03608352. Dostupné z: doi:10.1016/j.cie.2008.07.015
- [37] MANDOLINI, Marco, Eugenia MARILUNGO a Michele GERMANI. A TCO Model for Supporting the Configuration of Industrial Plants. *Procedia Manufacturing* [online]. 2017, **11**, 1940–1949. ISSN 23519789. Dostupné z: doi:10.1016/j.promfg.2017.07.339
- [38] RAMADAN, Saleem Z. Selection of non-repairable series systems' components with Weibull-life and lognormal-repair distributions through minimizing expected total cost of ownership approach. *Modern Applied Science* [online]. 2014, **8**(1), 104–112 [vid. 2021-06-28]. ISSN 19131852. Dostupné z: doi:10.5539/mas.v8n1p104
- [39] LAD, Bhupesh Kumar a M. S. KULKARNI. Integrated reliability and optimal maintenance schedule design: A Life Cycle Cost based approach. *International*

- Journal of Product Lifecycle Management* [online]. 2008, **3**(1), 78–90. ISSN 17435129. Dostupné z: doi:10.1504/IJPLM.2008.019971
- [40] BONETTI, Stefano, Marco PERONA a Nicola SACCANI. Total Cost of Ownership for Product-Service System: Application of a Prototypal Model to Aluminum Melting Furnaces. In: *Procedia CIRP* [online]. B.m.: Elsevier B.V., 2016, s. 60–65. ISSN 22128271. Dostupné z: doi:10.1016/j.procir.2016.03.069
- [41] LANDSCHEIDT, Steffen a Mirka KANS. Method for Assessing the Total Cost of Ownership of Industrial Robots. In: *Procedia CIRP* [online]. B.m.: Elsevier B.V., 2016, s. 746–751. ISSN 22128271. Dostupné z: doi:10.1016/j.procir.2016.11.129
- [42] HWANG, Heung Suk, SUK-TAE BAE a Gyu Sung CHO. Performance model for manufacturing facility planning based on system configuration, Ram and LCC. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*. 2007, **3**(1), 199–209. ISSN 13494198.
- [43] RODA, Irene, Marco GARETTI, Irene RODA, Marco GARETTI, T C O EVALUATION a Asset MANAGEMENT. TCO Evaluation in Physical Asset Management: Benefits and Limitations for Industrial Adoption. *IFIP Advances in Information and Communication Technology* [online]. 2014, **440**(Part 3), 216–223 [vid. 2021-04-16]. ISSN 18684238. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-662-44733-8_27
- [44] WETTEMANN, Rebecca. The Strengths and Weaknesses of NMR. *CSO* [online]. 2003 [vid. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.csoonline.com/article/2116248/the-strengths-and-weaknesses-of-tco.html>
- [45] ISO - ISO 55000:2014 - Asset management — Overview, principles and terminology [online]. 2019 [vid. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/55088.html>
- [46] LOK, T. *Consider the Total Cost of Medical Equipment Ownership When Making Purchasing Decisions* | Attainia [online]. 2018 [vid. 2021-04-18]. Dostupné z: <https://www.attainia.com/blog/consider-the-total-cost-of-medical-equipment-ownership-when-making-purchasing-decisions/>
- [47] VELASCO, Marcial, Garrido FINN, Børlum KRISTENSEN, Camilla Palmhøj NIELSEN a Reinhard BUSSE. *HEALTH TECHNOLOGY ASSESSMENT AND HEALTH POLICY-MAKING IN EUROPE Current status, challenges and potential*. 2008. ISBN 978 92 890 4293 2.
- [48] GAGNON, Marie Pierre. Hospital-Based Health Technology Assessment: Developments to Date. *PharmacoEconomics* [online]. 2014, **32**(9), 819–824 [vid. 2021-10-18]. ISSN 11792027. Dostupné z: doi:10.1007/s40273-014-0185-3
- [49] GAGNON, Marie Pierre, Marie DESMARTIS, Thomas PODER a William WITTEMAN. Effects and repercussions of local/hospital-based health technology assessment (HTA): A systematic review. *Systematic Reviews* [online]. 2015, **3**(1) [vid. 2021-06-28]. ISSN 20464053. Dostupné z: doi:10.1186/2046-4053-3-129
- [50] GRANADOS, Alicia. Health technology assessment and clinical decision making: Which is the best evidence? *International Journal of Technology Assessment in Health Care* [online]. 1999, **15**(3), 585–592 [vid. 2021-10-18]. ISSN 02664623. Dostupné z: doi:10.1017/s0266462399153121
- [51] CHEN, Chee-Cheng a Ching-Chow YANG. Cost-Effectiveness Based Performance Evaluation for Suppliers and Operations. *Quality Management Journal* [online]. 2002, **9**(4), 59–73 [vid. 2021-06-07]. ISSN 1068-6967. Dostupné z: doi:10.1080/10686967.2002.11919036
- [52] MIN, Hokey. International Supplier Selection: A Multi-attribute Utility Approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* [online].

- 1994, **24**(5), 24–33. ISSN 09600035. Dostupné z: doi:10.1108/09600039410064008
- [53] DEGRAEVE, Zeger a Filip ROODHOOFT. Improving the efficiency of the purchasing process using total cost of ownership information: The case of heating electrodes at Cockerill Sambre S.A. *European Journal of Operational Research* [online]. 1999, **112**(1), 42–53. ISSN 03772217. Dostupné z: doi:10.1016/S0377-2217(97)00383-4
- [54] LAUREN, Dubinsky. Hospitals can save millions of dollars with MES contracts. *HealthCare Business News magazine* [online]. 2016 [vid. 2021-06-07]. Dostupné z: <https://www.dotmed.com/news/story/32061>
- [55] REACTION DATA. *The Total Cost of Ownership of Electronic Health Record Systems* [online]. 2017. Dostupné z: <https://reactiondata.com/wp-content/uploads/2015/01/Peer60TCO-online1.pdf>
- [56] EASTAUGH, Steven R. Electronic health records lifecycle cost. *Journal of Health Care Finance* [online]. 2013, **39**(4), 36–43 [vid. 2021-06-08]. ISSN 10786767. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/256447645_Electronic_health_records_lifecycle_cost
- [57] KOL., Healthgrades. *Calculating Total Cost of Ownership for Healthcare Software* / Healthgrades [online]. 2019 [vid. 2021-06-08]. Dostupné z: <https://partners.healthgrades.com/blog/calculating-tco-healthcare-software>
- [58] MCDANIEL, By Don a Clinical Health ACT. *The TOTAL COST OF OWNERSHIP OF EHR IN A MEANINGFUL*. 2012.
- [59] DHILLON, B. S. *Medical equipment reliability: A review, analysis methods and improvement strategies* [online]. B.m.: World Scientific Publishing Company. 13. srpen 2011. ISSN 02185393. Dostupné z: doi:10.1142/S0218539311004317
- [60] JAMSHIDI, Afshin, Daoud AĪT-KADI, Almir BADNJEVIC, Lejla GURBET POKVIĆ, Elvira JIMENEZ, Neven AHMED, Samira ABBASGHOLIZADEH RAHIMI, Daoud AIT-KADI a Angel RUIZ BARTOLOME. *Maintenance of Medical Devices; A Literature Review*. 2014.
- [61] UHEREK, Štěpán. Struktura nákladů v českém zdravotnictví a mechanismy jejich alokace [online]. 2019, 0–27. Dostupné z: <https://www.politikaspolecnost.cz/wp-content/uploads/2020/01/Struktura-nákladů-v-českém-zdravotnictví-a-mechanismy-jejich-alokace-IPPS.pdf>
- [62] ZDRAVOTNICTVÍ, Ministerstvo. *Portál poradních orgánů, pracovních skupin a odborných komisí Ministerstva zdravotnictví* [online]. 2021 [vid. 2021-06-16]. Dostupné z: <https://ppo.mzcr.cz/workGroup/66>
- [63] HOSPODKOVA, Petra, Lucie SEVEROVA, Petr KUDRNA a Katerina SHEJBALOVA. The total cost of ownership of a medical gas source—a case study for the Czech Republic. In: *2019 7th E-Health and Bioengineering Conference, EHB 2019* [online]. B.m.: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2019. ISBN 9781728126036. Dostupné z: doi:10.1109/EHB47216.2019.8969879
- [64] HOSPODKOVÁ, Petra, Petr KUDRNA a Vladimír ROGALEWICZ. Total Cost of Ownership as a Management Tool for Medical Devices Planning: A Case Study of a ST-Analyzer in Perinatology. In: *IFMBE Proceedings* [online]. B.m.: Springer, 2020, s. 1078–1084. ISBN 9783030316341. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-030-31635-8_131
- [65] HOSPODKOVÁ, Petra a Aneta VOCHYÁNOVÁ. The application of the total cost of ownership approach to medical equipment—case study in the Czech Republic. In: *IFMBE Proceedings* [online]. 2019, s. 361–366. ISSN 16800737. Dostupné z: doi:10.1007/978-981-10-9023-3_65

- [66] ECRI. Estimating Cost of Ownership for Intensive Care Ventilators. 2014, 1–7.
- [67] A. MORFONIOS, A. Morfonios, D. Kaitelidou D. KAITELIDOU, G. Filntisis G. FILNTISIS, G. Baltopoulos G. BALTOPOULOS a P. Myrianthefs P. MYRIANTHEFS. Economic Evaluation of Multislice Computed Tomography Scanners Through a Life Cycle Cost Analysis. *Indian Journal of Applied Research* [online]. 2014, **4**(5), 158–161. ISSN 2249555X. Dostupné z: doi:10.15373/2249555x/may2014/49
- [68] SAHU, Anupam, H. VIKAS a Nishant SHARMA. Life cycle costing of MRI machine at a tertiary care teaching hospital. *Indian Journal of Radiology and Imaging* [online]. 2020, **30**(2), 190–194. ISSN 19983808. Dostupné z: doi:10.4103/ijri.IJRI_54_19
- [69] SPRAGUE, Sheila, Laura QUIGLEY, Anthony ADILI a Mohit BHANDARI. Understanding cost effectiveness: Money matters? *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants* [online]. 2007, **17**(2), 145–152 [vid. 2021-11-12]. ISSN 10506934. Dostupné z: doi:10.1615/jlongtermeffmedimplants.v17.i2.70
- [70] ZILBERBERG, M. D. a A. F. SHORR. Understanding cost-effectiveness. *Clinical Microbiology and Infection* [online]. 2010, **16**(12), 1707–1712. ISSN 14690691. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-0691.2010.03331.x
- [71] ROSINA, Jozef, Vladimír ROGALEWICZ, Ilya IVLEV, Ivana JUŘIČKOVÁ, Gleb DONIN, Nikola JANTOSOVÁ, Jakub VACEK, Radka OTAWOVÁ a Peter KNEPPO. Health technology assessment for medical devices. *Lekar a Technika* [online]. 2014, **44**(3), 23–36 [vid. 2021-06-23]. ISSN 03015491. Dostupné z: doi:10.14311/CTJ.2014.3.
- [72] LIU, Jianguo, Zhiyun OUYANG, Wu YANG, Weihua XU a Shuxin LI. Evaluation of Ecosystem Service Policies from Biophysical and Social Perspectives: The Case of China. In: *Encyclopedia of Biodiversity: Second Edition* [online]. B.m.: Academic Press, 2013, s. 372–384. ISBN 9780123847195. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-384719-5.00335-X
- [73] GARBER, Alan M. a Mark J. SCULPHER. Cost Effectiveness and Payment Policy. In: *Handbook of Health Economics* [online]. B.m.: Elsevier, 2011, s. 471–497. ISSN 15740064. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-53592-4.00008-6
- [74] ROGALEWICZ, Vladimír a Ivana JUŘIČKOVÁ. Multiple-criteria decision making : application to medical devices. In: *PROCEEDINGS IWBBIO 2014: 2ND INTERNATIONAL WORK-CONFERENCE ON BIOINFORMATICS AND BIOMEDICAL ENGINEERING*. 2014, s. 1359–1372.
- [75] YANG, J, J SUH, H TCHOE a S SHIN. The Cost-Effectiveness Analysis of The Latent Tuberculosis Infection Screening For Adults 40 Years old In South Korea. *Value in Health* [online]. 2017, **20**(9), A585. ISSN 10983015. Dostupné z: doi:10.1016/j.jval.2017.08.1058
- [76] STELLATO, D., M. THABANE, C. BEAUCHEMIN, R. BORNHEIMER, J.N. CHARRON, J. LACHAINE, K. MATHURIN a T.E. DELEA. PCN87 COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS OF DABRAFENIB PLUS TRAMETINIB AS ADJUVANT TREATMENT FOR BRAF V600 MUTATION-POSITIVE MELANOMA AFTER SURGICAL RESECTION IN CANADA- A SOCIETAL PERSPECTIVE. *Value in Health* [online]. 2019, **22**, S453. ISSN 10983015. Dostupné z: doi:10.1016/j.jval.2019.09.284
- [77] VUJICIC, Z. Cost-Effectiveness Analysis of Schizophrenia Treatment With Haloperidol , Olanzapine And Risperidone In Bosnia and Hercegovina ,Republic of Srpska By Application of The Markov Model. *Value in Health* [online]. 2015, **18**(7), A703. ISSN 10983015. Dostupné z: doi:10.1016/j.jval.2015.09.2631
- [78] CHANDIWANA, D., A. PERRIN a S. SHERMAN. A Cost Effectiveness Analysis of Everolimus Compared with Axitinib in the Treatment of Metastatic Renal Cell

- Carcinoma in the United Kingdom. *Value in Health* [online]. 2014, **17**(7), A640. ISSN 10983015. Dostupné z: doi:10.1016/j.jval.2014.08.2308
- [79] KLIMES, J., M. VOCELKA, T. DOLEZAL a E. SUCHANKOVÁ. PUK11 Cost-Effectiveness Analysis of Once Daily Versus Twice Daily Tacrolimus in Post-Renal Transplant Patients in the Czech Republic. *Value in Health* [online]. 2012, **15**(7), A457. ISSN 10983015. Dostupné z: doi:10.1016/j.jval.2012.08.1449
- [80] BARTŮŇEK, Petr a Dana JURÁSKOVÁ. *Vybrané kapitoly z intenzivní péče* [online]. Praha: Grada Publishing, a.s., 2016 [vid. 2021-11-06]. ISBN 978-80-271-9328-8. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=vzewDQAAQBAJ&pg=PA227&dq=umela+plicni+ventilace+v+intenzivni+peci&hl=cs&sa=X&ved=2ahUKEwjV7v6K5IT0AhUEhP0HHUvxC7sQ6AF6BAgLEAI#v=onepage&q=umela+plicni+ventilace+v+intenzivni+peci&f=false>
- [81] SLUTSKY, A. S. Mechanical ventilation. In: *Chest* [online]. B.m.: Elsevier, 1993, s. 1833–1859 [vid. 2021-11-10]. ISSN 00123692. Dostupné z: doi:10.1378/chest.104.6.1833
- [82] MUTHIAH, Muthiah P. a Muhammad K. ZAMAN. *Mechanical ventilation simplified* [online]. 2009 [vid. 2021-11-10]. ISSN 00384348. Dostupné z: doi:10.1097/SMJ.0b013e3181bfdb91
- [83] JACKSON, Christopher D a Muthiah P MUTHIAH. Mechanical Ventilation: Background, Classifications of Positive-Pressure Ventilators, Indications for Mechanical Ventilation. *Clinical Procedure* [online]. 2020 [vid. 2021-11-10]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/304068-overview>
- [84] KIRTON, Orlando. Mechanical Ventilation in the Intensive Care Unit. *The American Association for the Surgery of Trauma* [online]. 2011 [vid. 2021-11-10]. Dostupné z: <https://www.aast.org/resources-detail/mechanical-ventilation-in-intensive-care-unit>
- [85] DOSTÁL, Pavel a kol. *Základy umělé plicní ventilace*. B.m.: Maxdorf, 2018. ISBN 978-80-7345-562-0.
- [86] PACHL, Jan a Karel ROUBÍK. *Základy anesteziologie a resuscitační péče dospělých i dětí*. Praha: Karolinum, 2003. ISBN 80-246-0479-5.
- [87] WATTS, Nick, Markus AMANN, Nigel ARNELL, Sonja AYEB-KARLSSON, Kristine BELESOVA, Maxwell BOYKOFF, Peter BYASS, Wenjia CAI, Diarmid CAMPBELL-LENDRUM, Stuart CAPSTICK, Jonathan CHAMBERS, Carole DALIN, Meaghan DALY, Niheer DASANDI, Michael DAVIES, Paul DRUMMOND, Robert DUBROW, Kristie L. EBI, Matthew ECKELMAN, Paul EKINS, Luis E. ESCOBAR, Lucia FERNANDEZ MONTOYA, Lucien GEORGESON, Hilary GRAHAM, Paul HAGGAR, Ian HAMILTON, Stella HARTINGER, Jeremy HESS, Ilan KELMAN, Gregor KIESEWETTER, Tord KJELLSTROM, Dominic KNIVETON, Bruno LEMKE, Yang LIU, Melissa LOTT, Rachel LOWE, Maquins Odhiambo SEWE, Jaime MARTINEZ-URTAZA, Mark MASLIN, Lucy MCALLISTER, Alice MCGUSHIN, Slava JANKIN MIKHAYLOV, James MILNER, Maziar MORADI-LAKEH, Karyn MORRISSEY, Kris MURRAY, Simon MUNZERT, Maria NILSSON, Tara NEVILLE, Tadj ORESZCZYN, Fereidoon OWFI, Olivia PEARMAN, David PENCHEON, Dung PHUNG, Steve PYE, Ruth QUINN, Mahnaz RABBANIHA, Elizabeth ROBINSON, Joacim ROCKLÖV, Jan C. SEMENZA, Jodi SHERMAN, Joy SHUMAKE-GUILLEMOT, Meisam TABATABAEI, Jonathon TAYLOR, Joaquin TRINANES, Paul WILKINSON, Anthony COSTELLO, Peng GONG a Hugh MONTGOMERY. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet* [online]. 2019, **394**(10211), 1836–1878 [vid. 2021-11-11]. ISSN 1474547X. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(19)32596-6

- [88] LAU, Winnie W.Y., Yonathan SHIRAN, Richard M. BAILEY, Ed COOK, Martin R. STUCHTEY, Julia KOSKELLA, Costas A. VELIS, Linda GODFREY, Julien BOUCHER, Margaret B. MURPHY, Richard C. THOMPSON, Emilia JANKOWSKA, Arturo Castillo CASTILLO, Toby D. PILDITCH, Ben DIXON, Laura KOERSELMAN, Edward KOSIOR, Enzo FAVOINO, Jutta GUTBERLET, Sarah BAULCH, Meera E. ATREYA, David FISCHER, Kevin K. HE, Milan M. PETIT, U. Rashid SUMAILA, Emily NEIL, Mark V. BERNHOFEN, Keith LAWRENCE a James E. PALARDY. Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. *Science* [online]. 2020, **369**(6509) [vid. 2021-11-11]. ISSN 10959203. Dostupné z: doi:10.1126/SCIENCE.ABA9475
- [89] ECKELMAN, Matthew J. a Jodi D. SHERMAN. Estimated Global Disease Burden From US Health Care Sector Greenhouse Gas Emissions. *American journal of public health* [online]. 2018, **108**(S2), S120–S122 [vid. 2021-11-11]. ISSN 15410048. Dostupné z: doi:10.2105/AJPH.2017.303846
- [90] MACNEILL, Andrea J., Harriet HOPF, Aman KHANUJA, Saed ALIZAMIR, Melissa BILEC, Matthew J. ECKELMAN, Lyndon HERNANDEZ, Forbes MCGAIN, Kari SIMONSEN, Cassandra THIEL, Steven YOUNG, Robert LAGASSE a Jodi D. SHERMAN. Transforming the medical device industry: Road map to a circular economy. *Health Affairs* [online]. 2020, **39**(12), 2088–2097. ISSN 15445208. Dostupné z: doi:10.1377/hlthaff.2020.01118
- [91] OVERBEY, Daniel. What is the Difference Between LCA, LCI, LCIA and LCC? *BNP Media* [online]. 2020 [vid. 2021-11-13]. Dostupné z: <https://www.buildingenclosureonline.com/blogs/14-the-be-blog/post/89376-what-is-the-difference-between-lca-lci-lcia-and-lcc>
- [92] ECKELMAN, Matthew, Margo MOSHER, Andres GONZALEZ a Jodi SHERMAN. Comparative life cycle assessment of disposable and reusable laryngeal mask airways. *Anesthesia and Analgesia* [online]. 2012, **114**(5), 1067–1072 [vid. 2021-11-11]. ISSN 00032999. Dostupné z: doi:10.1213/ANE.0b013e31824f6959
- [93] SANCHEZ, Sarah A., Matthew J. ECKELMAN a Jodi D. SHERMAN. Environmental and economic comparison of reusable and disposable blood pressure cuffs in multiple clinical settings. *Resources, Conservation and Recycling* [online]. 2020, **155**, 104643. ISSN 18790658. Dostupné z: doi:10.1016/j.resconrec.2019.104643
- [94] MCGAIN, F., S. MCALISTER, A. MCGAVIN a D. STORY. The financial and environmental costs of reusable and single-use plastic anaesthetic drug trays. *Anaesthesia and Intensive Care* [online]. 2010, **38**(3), 538–544 [vid. 2021-11-11]. ISSN 0310057X. Dostupné z: doi:10.1177/0310057x1003800320
- [95] SHERMAN, Jodi D., Lewis A. RAIBLEY a Matthew J. ECKELMAN. Life cycle assessment and costing methods for device procurement: Comparing reusable and single-use disposable laryngoscopes. *Anesthesia and Analgesia* [online]. 2018, **127**(2), 434–443 [vid. 2021-11-11]. ISSN 15267598. Dostupné z: doi:10.1213/ANE.0000000000002683
- [96] GIALLULY, C. de, V. MORANGE, E. de GIALLULY, J. LOULERGUE, N. VAN DER MEE a R. QUENTIN. Blood Pressure Cuff as a Potential Vector of Pathogenic Microorganisms A Prospective Study in a Teaching Hospital. *Infection Control & Hospital Epidemiology* [online]. 2006, **27**(9), 940–943 [vid. 2021-11-11]. ISSN 0899-823X. Dostupné z: doi:10.1086/507284
- [97] KNEIFEL, Joshua a David WEBB. *Life cycle cost manual for the federal energy management program* [online]. 2020 [vid. 2021-06-22]. Dostupné z: doi:10.6028/NIST.HB.135-2020
- [98] BACCHETTI, Andrea, Stefano BONETTI, Marco PERONA a Nicola SACCANI. *Investment and Management Decisions in Aluminium Melting: A Total Cost of*

- Ownership Model and Practical Applications* [online]. 2018. ISBN 3903065951. Dostupné z: doi:10.3390/su10093342
- [99] CHAKRAVARTY, Abhijit a Jyotindu DEBNATH. Life cycle costing as a decision making tool for technology acquisition in radio-diagnosis. *Medical Journal Armed Forces India* [online]. 2015, **71**(1), 38–42 [vid. 2021-06-30]. ISSN 22134743. Dostupné z: doi:10.1016/j.mjafi.2014.10.004
- [100] BEKTEMUR, Guven, Nedim MUZOGLU, Mehmet Ali ARICI a Melike Kaya KARAASLAN. Cost analysis of medical device spare parts. *Pakistan Journal of Medical Sciences* [online]. 2018, **34**(2), 472–477 [vid. 2021-11-05]. ISSN 1682024X. Dostupné z: doi:10.12669/pjms.342.14245
- [101] KAUR, Manjit, Sarah Hall EDITOR a Kathy ATTAWELL. Medical supplies and equipment for primary health care A practical resource for procurement and management [online]. nedatováno [vid. 2021-11-05]. Dostupné z: www.echohealth.org.uk
- [102] TIWARI, Apurva a Ankita TIWARI. Performance Evaluation of Outsourced Medical Equipment Maintenance Service in a Tertiary Care Hospital. *International Journal of Scientific and Research Publications* [online]. 2014, **4**(1), 2250–3153 [vid. 2021-11-06]. ISSN 2250-3153. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.656.1128&rep=rep1&type=pdf#page=190>
- [103] DHILLON, B.S. *Medical Device Reliability and Associated Areas* [online]. B.m.: CRC Press, 2000. Dostupné z: doi:10.1201/9781420042238
- [104] MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY. *Registr smluv - Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. [vid. 2021-11-08]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/registr-smluv.aspx>
- [105] FULLER, Sieglinde. Life-Cycle Cost Analysis (LCCA) [online]. nedatováno [vid. 2021-11-13]. Dostupné z: <http://www.wbdg.org/design/lcca.php?print=1>
- [106] *LIFE CYCLE COST ANALYSIS GUIDELINES 2016*. 2016
- [107] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ. *METODICKÉ DOPORUČENÍ PRO PROJEKTY VYTVÁŘEJÍCÍ PŘÍJMY V PROGRAMOVÉM OBDOBÍ 2014-2020 MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ Národní orgán pro koordinaci* [online]. 2016 [vid. 2022-04-11]. Dostupné z: https://www.dotaceu.cz/getmedia/b05f79f2-db04-41cf-abcf-201ae7bfb0f9/MD-projekty-generujici-prijmy_v2.pdf?ext=.pdf
- [108] *Návod k obsluze SAVINA - RZPRO (Národní registr zdravotnických prostředků)* [online]. [vid. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://eregpublicsecure.ksrzs.cz/Registr/RZPRO/ZdravotnickýProstredek/Detail/101254>
- [109] *Návod k obsluze EVITA XL - RZPRO (Národní registr zdravotnických prostředků)* [online]. [vid. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://eregpublicsecure.ksrzs.cz/Registr/RZPRO/ZdravotnickýProstredek/Detail/101253>
- [110] *Návod k obsluze AVEA - RZPRO (Národní registr zdravotnických prostředků)* [online]. [vid. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://eregpublicsecure.ksrzs.cz/Registr/RZPRO/ZdravotnickýProstredek/Detail/83411>
- [111] *Návod k obsluze ENGSTRÖM - RZPRO (Národní registr zdravotnických prostředků)* [online]. [vid. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://eregpublicsecure.ksrzs.cz/Registr/RZPRO/ZdravotnickýProstredek/Detail/100654>
- [112] *Dlouhodobý hmotný majetek | GT News* [online]. [vid. 2022-04-05]. Dostupné

- z: <https://www.gtnews.cz/publikace/dlouhodoby-hmotny-majetek/>
- [113] § 29 paragraf 29 - Zákon o daních z příjmů č. 586/1992 Sb. | Kurzy.cz [online]. [vid. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/zakony/586-1992-zakon-o-danich-z-prijmu/paragraf-29/>
- [114] KOPKÁNĚ, Heřman a Markéta KUBÁLKOVÁ. *Manažerské výpočty a ekonomická analýza (+ CD) - Knihy Google* [online]. Beckova ed. Praha: C.H. Beck, 2009 [vid. 2022-04-08]. ISBN 978-80-7400-154-3. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=rq1cTjx-weAC&oi=fnd&pg=PP2&dq=vypocet+koeficientu+rustu&ots=HmxPKduTGn&sig=M78W6Jihdd14uGjC5wJMdvb-ngQ&redir_esc=y#v=onepage&q=vypocet+koeficientu+rustu&f=false
- [115] TRANSPARENCY INTERNATIONAL. Analysis of public procurement in the health sector. 2016, (December).
- [116] *Naše témata* | *CzechMed* [online]. [vid. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://www.czechmed.cz/nase-temata>

Seznam tabulek

Tabulka 2.1 Přehled studií pro využití metody TCO v oblasti zdravotnických prostředků	22
Tabulka 5.1 Rozdělení a struktura nákladových kategorií	42
Tabulka 5.2 Parametry ventilátorů	43
Tabulka 5.3 Diskontované pořizovací náklady k roku 2017	45
Tabulka 5.4 Průměrné ceny energií v letech 2017–2021 v jednotkách Kč	46
Tabulka 5.5 Náklady na energie plicních ventilátorů v jednotkách Kč	47
Tabulka 5.6 Personální náklady plicních ventilátorů	49
Tabulka 5.7 Spotřební materiál pro ventilátory v jednotkách Kč	52
Tabulka 5.8 Náklady na medicínální plyny plicních ventilátorů v jednotkách Kč	54
Tabulka 5.9 Celkové náklady na provoz plicních ventilátorů v jednotkách Kč.....	55
Tabulka 5.10 Tarifové ceny	57
Tabulka 5.11 Náklady na servis a údržbu pro ventilátory typu S v jednotkách Kč	58
Tabulka 5.12 Náklady na servis a údržbu pro ventilátory typu X, A a E v jednotkách Kč	59
Tabulka 5.13 Analýza celkových nákladů na vlastnictví ventilátorů typu S v jednotkách Kč.....	62
Tabulka 5.14 Souhrnná tabulka celkových nákladů na vlastnictví ventilátorů typu S v jednotkách Kč.....	63
Tabulka 5.15 Souhrnná tabulka diskontovaných celkových nákladů na vlastnictví ventilátorů typu S v jednotkách Kč.....	63
Tabulka 5.16 Komparace nákladů na sterilizovatelný patientský okruh a patientský okruh na jedno použití pro ventilátory typu S v jednotkách Kč	66
Tabulka 5.17 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační ventil a expirační ventil na jedno použití pro ventilátory typu S v jednotkách Kč	66
Tabulka 5.18 Komparace nákladů na sterilizovatelný flow senzor, flow senzor na jedno použití doporučený a používaný pro ventilátory typu S v jednotkách Kč.....	67
Tabulka 5.19 Komparace nákladů na sterilizovatelný patientský okruh a patientský okruh na jedno použití pro ventilátory typu X v jednotkách Kč	68
Tabulka 5.20 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační ventil a expirační ventil na jedno použití pro ventilátory typu X v jednotkách Kč.....	68

Tabulka 5.21 Komparace nákladů na sterilizovatelný flow senzor, flow senzor na jedno použití doporučený a používaný pro ventilátory typu X v jednotkách Kč	69
Tabulka 5.22 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační ventil a expirační ventil na jedno použití pro ventilátory typu A v jednotkách Kč.....	70
Tabulka 5.23 Komparace nákladů na sterilizovatelný patientský okruh a patientský okruh na jedno použití v jednotkách Kč	70
Tabulka 5.24 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační filtr včetně flow senzoru a expirační filtr včetně flow senzoru na jedno použití v jednotkách Kč.....	71
Tabulka 5.25 Komparace nákladů na sterilizovatelný expirační filtr bez flow senzoru a expirační filtr bez flow senzoru na jedno použití v jednotkách Kč	71
Tabulka 5.26 Komparace nákladů na sterilizovatelný flow senzor a flow senzor na jedno použití v jednotkách Kč	72

Seznam obrázků

Obrázek 4.1: Schéma postupu řešení diplomové práce.....	32
Obrázek 4.2: Nákladové kategorie	33
Obrázek 4.3 Obecný algoritmus pro určení životního cyklu.....	39

Seznam grafů

Graf 5.1 Průměrné ceny energií v letech 2017–2021	46
Graf 5.2 Průměrné celkové náklady na energie na typ	48
Graf 5.3 Průměrné výdělky personálu v letech 2017-2021	51
Graf 5.4 Personální náklady pro jednotlivé typy ventilátorů v letech 2017–2021	51
Graf 5.5 Průměrné celkové náklady na medicínální plyny	55
Graf 5.6 Průměrné celkové provozní náklady na typ	56
Graf 5.7 Vývoj provozních nákladů na plicní ventilátory v letech 2017–2021.....	57
Graf 5.8 Průměrné celkové náklady na servis a údržbu na typ.....	59
Graf 5.9 Porovnání diskontovaných průměrných nákladů na provoz ventilátorů	60
Graf 5.10 Porovnání diskontovaných průměrných nákladů na servis a údržbu ventilátorů	61

Graf 5.11 Porovnání diskontovaných průměrných sum nákladů na provoz a servis a údržbu ventilátorů	61
Graf 5.12 Analýza nákladových kategorií a celkových nákladů na vlastnictví ventilátorů typu S	64
Graf 5.13 Rozdělení celkových nákladů na vlastnictví dle nákladových kategorií	64