



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**  
**Katedra biomedicínské techniky**

---

**Návrh modelu nákupu infuzní techniky  
a enterální techniky z hlediska technických  
parametrů a nákladové analýzy**

Diplomová práce

Studijní program: Biomedicínské inženýrství

Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví

Autor diplomové práce: Bc. Nela Švitorková

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivana Kubátová, Ph.D.

---

**Kladno 2016**

## Z a d á n í   d i p l o m o v é   p r á c e

Student: **Nela Švitorková**  
Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví  
Téma: **Návrh modelu nákupu infuzní a enterální techniky z hlediska technických parametrů a nákladové analýzy**  
Téma anglicky: Model for purchasing infusion and enteral techniques in terms of technical parameters and cost analysis

### Zásady pro vypracování:

Cílem práce je definovat potenciální úspory v nákupu infuzní techniky na anesteziologicko-resuscitační oddělení ve zdravotnickém zařízení pomocí metod HTA. Nejprve analyzujte možnosti využití metod HTA při nákupu zdravotnické techniky. Na základě současného stavu problematiky stanovte vhodné metody pro toto hodnocení. Na základě průzkumu trhu stanovte potenciální dodavatele infuzní a enterální techniky. Vyberte vhodné technické parametry a za pomoci multikriteriálního vyhodnocení efektů proveďte analýzu nákladové efektivity. Závěrem navrhnete model nákupu infuzní techniky na pracoviště ARO a definujte potenciální úspory.

### Seznam odborné literatury:

- [1] Rozman J. a kol., Elektronické přístroje v lékařství, ed. 1, Academia, 2006, 406 s., ISBN 80-200-1308-3
- [2] Goodman, C. S., HTA 101, Introduction to health technology assessment, ed. 1, The Lewin Group, Virginia, USA, 2004., 2004
- [3] Brent, R.J., Cost-benefit Analysis and Health Care Evaluations, Edward Elgar Publishing, USA, 2003, ISBN 1-84064-844-9

Vedoucí: Ing. Ivana Kubátová, Ph.D.

Zadání platné do: 20.08.2017

.....  
vedoucí katedry / pracoviště

.....  
děkan

V Kladně dne 29.01.2016

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Návrh modelu nákupu infuzní techniky a enterální techniky z hlediska technických parametrů a nákladové analýzy“ vypracovala samostatně. Veškerou použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Kladně 20.5.2016

.....

Bc. Nela Švitorková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Ivaně Kubátové, Ph.D. za vedení mé práce a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi pomohli při získávání dat a za četné konzultace. Velký dík patří i celé mé rodině za podporu a trpělivost.

## **Název diplomové práce**

Návrh modelu nákupu infuzní techniky a enterální techniky z hlediska technických parametrů a nákladové analýzy

## **Abstrakt**

Diplomová práce měla několik cílů: zmapovat současný stav studií využívaných pro nákup lékařské techniky, zmapovat současný trend nákupu infuzní a enterální techniky na anesteziologicko-resuscitačních odděleních v České republice a pomocí vybraných metod HTA stanovit nejefektivnější model nákupu vybrané lékařské techniky. V rámci současného stavu problematiky byly analyzovány studie týkající se nákupu lékařských přístrojů. Z těchto studií byly vybrány nejvhodnější metody, které byly aplikovány v praktické části práce. Následně byl proveden průzkum na anesteziologicko-resuscitačních odděleních s cílem zjistit současný stav využívaných infuzních a enterálních pump. Data z dotazníků byla vyhodnocena pomocí Paretova diagramu a byly vybrány nejčastěji zastoupené typy infuzní a enterální techniky. Následně byla pomocí vybraných odborníků stanovena kritéria přístrojů a stanoveny váhy těchto kritérií. Pomocí vybraných metod TOPSIS a AHP byly vypočteny efekty pro jednotlivé infuzní a enterální pumpy. Následně byla vypočtena nákladová analýza pro všechny vybrané varianty, které byly mezi sebou porovnány. Nejvyšší nákladovou efektivitu vykázal za infuzní i za enterální pumpu přístroj Infusomat Space od firmy B. Braun Medical s.r.o. Z výsledků je patrné, že i přes vyšší pořizovací cenu je tento model pro toto oddělení z hlediska požadovaných kritérií nejefektivnější.

## **Klíčová slova**

Infuzní technika, enterální technika, multikriteriální analýza, Health technology assessment, nákladová efektivita, TOPSIS, AHP

## **Master's Thesis title**

Model for purchasing infusion and enteral techniques in terms of technical parameters and cost analysis

## **Abstract**

This Master's thesis had several goals: to map the current state of studies used for buying medical devices, to map current buying trend of infusion and enteral techniques for anesthesiology and resuscitation department in the Czech Republic, and with a help of selected methods HTA determine the most effective buying model for selected medical devices. In regards to the current problem only studies focused on buying medical device were analysed. From these studies, the most appropriate methods were chosen and were applied in the practical part of this thesis. Subsequently, a research of anesthesiology and resuscitation department was conducted with the attempt to determine the current state of used infusion and enteral pumps. Data from the questionnaires were processed by Pareto's diagram and the most frequently used types of infusion and enteral devices were selected. Consequently, criteria of the medical tools and its weight were determined by selected professionals. The effect of individual infusion and enteral pumps were calculated through selected TOPSIS and AHP methods. After, an expense analysis was calculated for all selected variations that were compared. In regards to cost effectiveness, Infusomat Space produced by B. Braun Medical s.r.o. had the highest cost-effectiveness ratio. The analysis revealed that despite higher purchase cost this model is the most cost effective for this department.

## **Keywords**

Infusion technique, enteral technique, multicriterial analysis, Health technology assessment, cost effectiveness, TOPSIS, AHP

# Obsah

Úvod.....	1
1 Přehled současného stavu problematiky .....	2
1.1 Aktuální stav ve světě.....	2
1.2 Aktuální stav v České republice .....	4
1.3 Health Technology Assessment (HTA).....	7
1.4 Využití metod v odborných studiích .....	9
1.4.1 Nákladové analýzy .....	10
1.4.2 Metody hodnotového inženýrství.....	12
1.4.3 Metody multikriteriálního hodnocení.....	12
1.4.4 Shrnutí využití metod ve vybraných studiích.....	14
1.5 Standardy pro anesteziologicko-resuscitační oddělení.....	15
1.6 Úvod do problematiky infuzní a enterální techniky .....	16
1.6.1 Druhy infuzní terapie .....	18
1.6.2 Infuzní technika v praxi.....	22
1.6.3 Enterální pumpy .....	23
1.6.4 Enterální technika v praxi .....	24
2 Cíle práce a pracovní hypotézy .....	25
3 Metody .....	26
3.1 Paretův diagram.....	26
3.2 Metody hodnotového inženýrství .....	27
3.2.1 Bodovací metoda.....	27
3.2.2 Saatyho metoda .....	28
3.3 Metody multikriteriálního hodnocení .....	30
3.3.1 Metoda TOPSIS .....	30
3.3.2 Metoda AHP.....	32
3.4 Nákladové analýzy .....	33
3.4.1 Analýza nákladové efektivity.....	33
4 Výsledky.....	35
4.1 Průzkum na anesteziologicko-resuscitačním oddělení .....	35
4.1.1 Výběr nejčtetnějších infuzních a enterálních pump .....	35
4.1.2 Průzkum v oblasti využívaných infuzních a enterálních setů .....	38
4.1.3 Shrnutí výsledků z průzkumu.....	42

4.2	Hodnocení infuzní techniky.....	43
4.2.1	Hodnocení vah kritérií pro nákup infuzní techniky .....	44
4.2.2	Multikriteriální hodnocení u infuzní techniky .....	47
4.2.3	Analýza nákladové efektivity pro infuzní techniku .....	55
4.3	Hodnocení enterální techniky.....	57
4.3.1	Hodnocení vah kritérií pro nákup enterální techniky.....	58
4.3.2	Multikriteriální hodnocení u enterální techniky.....	60
4.3.3	Analýza nákladové efektivity pro enterální techniku.....	67
4.4	Návrh četnosti výměn infuzního a enterálního setu .....	69
4.5	Shrnutí výsledků pro infuzní a enterální techniku na ARO.....	71
5	Diskuze.....	74
5.1	Citlivostní analýza výsledků.....	75
5.2	Shrnutí výsledků citlivostní analýzy.....	85
	Závěr.....	87
	Seznam použité literatury .....	89
	Seznam obrázků .....	94
	Seznam grafů.....	95
	Seznam tabulek .....	96
	Seznam příloh.....	98



# Seznam symbolů a zkratk

AHP	Analytický hierarchický proces
ARO	Anesteziologicko-resuscitační oddělení
ARIP	Anestezie, resuscitace, intenzivní péče
BBM	B. Braun Medical s.r.o.
CEA	Cost effectiveness Analysis
DEHP	Di(2-ethylhexyl )phthalate (Bis(2-ethylhexyl) ftalát)
DPH	Daň z přidané hodnoty
HDP	Hrubý domácí produkt
HTA	Health Technology Assessment (Hodnocení zdravotnických technologií)
ICER	Incremental cost effectiveness ratio (poměr inkrementálních nákladů a přínosů)
IKEM	Institut klinické a experimentální medicíny
MCDA	Multi-Criteria Decision Analysis (Multikriteriální rozhodování)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)
PVC	PolyVinylChlorid
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (technika pro řazení preferencí podle podobnosti ideálnímu řešení)
ÚPS	Ústavní pohotovostní léčba
ZP	Zdravotnický přístroj
ZZ	Zdravotnické zařízení

# Úvod

Tato diplomová práce se zabývá návrhem efektivního modelu nákupu infuzní a enterální techniky na anesteziologicko-resuscitační oddělení.

Všeobecně nákup lékařských přístrojů ve zdravotnickém zařízení tvoří významnou položku v každoročních výdajích. Vzhledem k růstu veškerých výdajů ve zdravotnictví je snaha o zvýšení efektivity jednotlivých nákupů, ať již spotřebního materiálu, či samotné zdravotnické techniky. Zdravotnická zařízení tedy nakupují přes elektronické aukce, centralizují nákupy nemocnic v jednom kraji apod.

O nákupu zmíněné zdravotnické techniky, rozhoduje samo zdravotnické zařízení na základě požadavků oddělení a na základě cenových nabídek výrobců. V poslední době ale i tyto lékařské přístroje prošly řadou inovací, a to vedlo i k růstu pořizovací ceny. Zejména pracoviště, jakým je například anesteziologicko-resuscitační oddělení se snaží v rámci finančních možností nakupovat co nejpřesnější a nejkvalitnější techniku. Stojí před rozhodnutím, který z přístrojů na trhu svou cenou i parametry odpovídá jejich požadavkům.

První část práce se zabývá současným stavem problematiky jak z pohledu metod, tak z pohledu analýzy stavu zdravotnické techniky v České republice i ve světě.

Vzhledem k novému multifunkčnímu přístroji je samotná analýza nákupu rozdělena na dvě případové situace. První model nákupu spočívá v pořízení přístroje, který zastoupí jak enterální, tak infuzní pumpu podle aktuální potřeby u pacienta. Druhým modelem je nákup infuzních a enterálních pump zvlášť, kdy se často nákup nesjednotí a pořídí se infuzní a enterální pumpa od jiných dodavatelů podle současné potřeby oddělení.

Pomůckou při rozhodování je v rámci této diplomové práce použita analýza nákladové efektivity, kdy je efekt stanoven metodou multikriteriálního hodnocení.

Cílem práce je zjistit pomocí průzkumu nejčteněji zastoupené infuzní a enterální pumpy na tomto oddělení a vyhodnotit pomocí metody nákladové efektivity nejvhodnější model nákupu. Součástí cíle je také vyhodnocení používání infuzních a enterálních setů z hlediska četnosti výměn a definovat potenciální úsporu v nákupu. Tento materiál tvoří významnou součást nákladů spojených s touto technikou.

Dílním cílem je pomocí odborníků vybrat požadovaná kritéria, která jsou následně ohodnocena bodovací a Saatyho metodou. Následně jsou váhy z těchto metod využity v metodách TOPSIS a AHP.

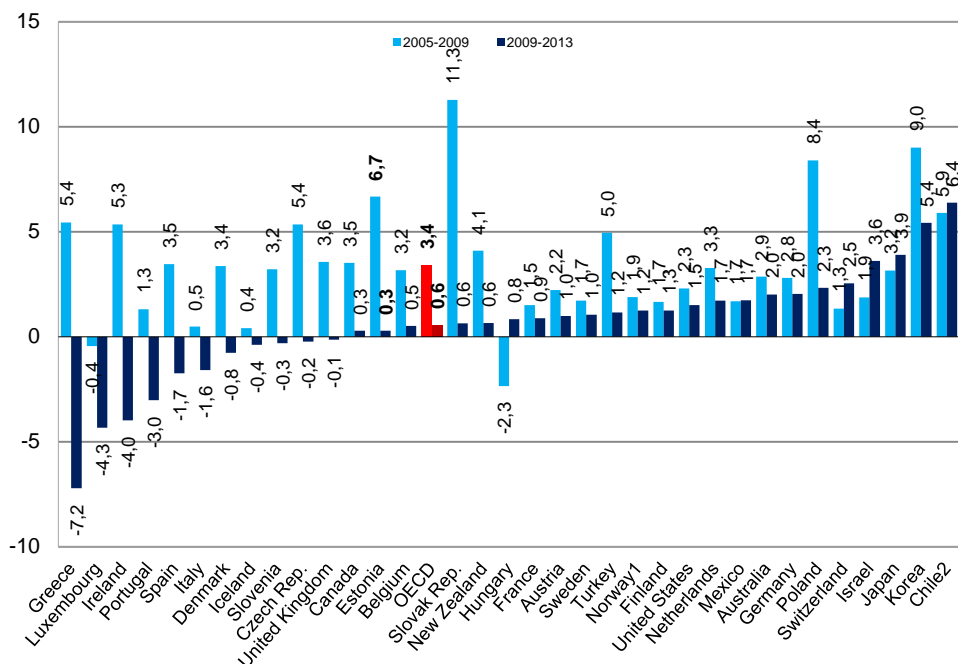
Na základě výsledků je doporučena nejefektivnější varianta na daná oddělení.

# 1 Přehled současného stavu problematiky

Do zdravotnictví se jak ve světě, tak i v České republice vynakládá čím dál více finančních prostředků. Tato kapitola se věnuje aktuálnímu stavu problematiky v České republice i ve světě. Jejím cílem je zmatovat současný stav nákupu ve zdravotnictví a zjistit z dostupných studií jaké postupy a metody jsou vhodné aplikovat v této diplomové práci.

## 1.1 Aktuální stav ve světě

V nejrůznějších zdrojích je popsán fakt, že v posledních letech se zvyšují náklady na celkovou zdravotní péči spolu s náklady na nákup zdravotnické techniky i spotřebního materiálu. Tato skutečnost je dána zejména technologickým pokrokem, který si žádá navýšení ceny. Rozpočty zdravotnických zařízení ale nerostou přímo úměrně tomuto trendu a je zapotřebí důkladné analýzy, která pomůže zajistit rovnováhu mezi zajištěním kvalitní péče a přijatelnými náklady. Například Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) je organizace 34 ekonomicky nejrozvinutějších států na světě. Tato organizace shromažďuje různá data, statisticky je zpracovává a každoročně publikuje zajímavé informace s různým zaměřením. Každoročně vydává také *Health at a Glance*, kde srovnává údaje o výkonnosti zdravotnických systémů v zemích OECD. V posledním vydání srovnává také průměrnou roční míru růstu výdajů ve zdravotnictví na obyvatele v letech 2005-2009 a 2009-2013. Graf 1 znázorňuje, že v letech 2009-2013 oproti minulému srovnávanému období se ve většině zemí podařilo výdaje snížit. Konkrétně mezi lety 2009 a 2013 průměrný roční růst výdajů na zdravotnictví v rámci OECD byl 0,6%, na rozdíl od 3,4% v období mezi lety 2005 a 2009. Je tedy patrné, že otázka úspor ve zdravotnictví je aktivně řešena ve všech těchto zemích. Graf také zahrnuje podrobný popis, kde vysvětluje situace v jednotlivých zemích [1].

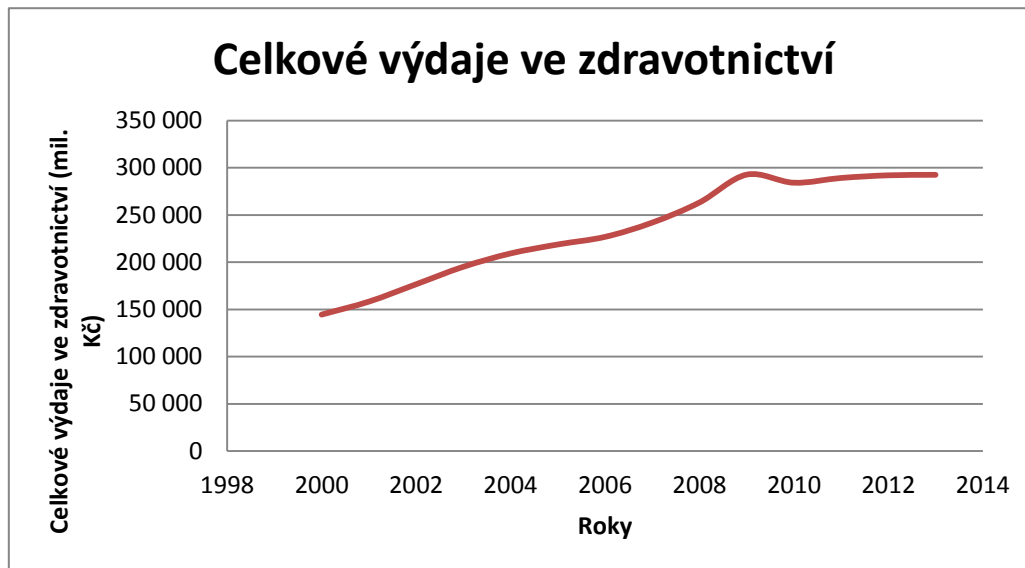


**Graf 1: Průměrná roční míra růstu výdajů na zdravotnictví na obyvatele, v letech 2005 až 2013 [1]**

Autoři Kanavos P.a Sorenson C., řešili otázku zadávání veřejných zakázek zdravotnických technologií v Evropě. Tato studie pojednává o zadávání veřejných zakázek vybraných zdravotnických prostředků v pěti zemích (Anglie, Francie, Německo, Itálie a Španělsko). Ve všech zemích bylo zavedeno jak regulační, tak politické opatření, které ovlivňují zadávání veřejných zakázek. Snažili se prosadit centralizaci nákupů i centralizaci veřejných zakázek se zavedením nákupních skupin. Autoři poukazují zejména na nutnost spolupráce mezi lékaři a vládou, aby stejně důležitým kritériem jako je nákladové omezení, byla také kvalita a výsledky péče [2].

## 1.2 Aktuální stav v České republice

V České republice, i přes snahy zefektivnit situaci ve zdravotnictví, výdaje v této sféře stále rostou (viz Graf 2).



Graf 2: Celkové výdaje ve zdravotnictví v letech 2000-2013 [3]

V současné době je nákup zdravotnických prostředků dán pouze zákonem č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách a jeho novelou 55/2012 Sb. V tomto zákoně je nákup zdravotnického materiálu v základu hodnocen pouze dvěma způsoby. Na základě nejnižší nabídkové ceny a ekonomicky výhodnější nabídkou. Spíše výjimečně se stává, že hodnocení proběhne na základě více kritérií. Přitom právě vícekritériální hodnocení by mohlo zajistit dostatečně přesnou specifikaci v zadávací dokumentaci ve veřejné zakázce a tím předejít nákupu nevhodné techniky, která musí být mnohem dříve nahrazena novou. Tím se náklady duplikují a opět zvyšují [4].

Ekonomičtí náměstci zdravotnických zařízení stojí v obtížné situaci, kdy je potřeba každou investici zvážit z několika úhlů a často tak dělají podle cenových nabídek bez jakékoliv hlubší analýzy. Dalším faktem je, že peněžní toky jsou ve zdravotnictví obtížně kontrolovatelné. Podle agentury Transparency International je celosvětově největším problémem zdravotnictví korupce a netransparentní výběrová řízení, která často probíhají nesprávně nebo zdravotnické zařízení výběrové řízení ani nevypíše [5].

O úsporu se zdravotnická zařízení snaží proto několika způsoby. Zejména tlakem na cenu při zadávání výběrových řízení, centralizací nákupů, zavedením elektronických aukcí, snižováním počtu lůžek, zaváděním nejrůznějších opatření na zefektivnění procesů,

maximalizací sdílení informací mezi zadavateli. V posledních letech se několik velkých nemocnic snažilo o úspory právě díky centralizacím nákupů zdravotnického materiálu, lékařských přístrojů, léků i služeb. Vzhledem k vysokým vstupním investicím, které si tento krok žádal, se výše úspor ukáže za několik let. Základním principem je situace, kdy díky spojení nákupu všech zapojených nemocnic vzroste celkový objem nákupu na úroveň nadlimitní zakázky a tím se cena v konečném důsledku může snížit pro všechna zapojená zařízení [6].

Ministerstvo zdravotnictví se rozhodlo v roce 2014 o vypsání veřejné zakázky na centralizovaný nákup vybraných zdravotnických prostředků pro všechny nemocnice spadající pod Ministerstvo zdravotnictví. V první fázi se jednalo o nákup spotřebního materiálu (injekční stříkačky, jehly, drenážní systémy, atd.). Ministerstvo zdravotnictví se takto rozhodlo zejména díky výsledkům centralizace nákupu silových energií, kdy úspora dosáhla výše 100 milionů korun. Vyčíslení úspor v první fázi centralizace nákupu spotřebního materiálu ale doposud nebylo Ministerstvem zdravotnictví vyčísleno [7].

MUDr. Martin Jan Stránský tvrdí, že ušetřit by se dalo díky elektronickým aukcím a to až 20%. Konkrétně ve Fakultní nemocnici Sv. Anny v Brně se za rok 2009 a 2010 ušetřilo v elektronických aukcích právě 15-20% z pořizovací ceny. Ve Všeobecné fakultní nemocnici v Praze ušetřili v aukcích téměř 26 milionů korun. V nemocnici IKEM (Institut klinické a experimentální medicíny) za první čtvrtletí 2010 ušetřili 50 milionů korun [8].

Otázce úspor se věnují zejména lidé pracující v managementu nemocnic. Z několika konzultací s vedením pracovišť ve zdravotnických zařízeních vzešlo, že právě management nákupu se v poslední době snaží snížit zejména ceny zdravotnické techniky, spotřebního materiálu a léků na minimum a často se opomíjí kvalita těchto komponentů.

Ministerstvo zdravotnictví přišlo také s protikorupčním opatřením v podobě Národního informačního systému na sledování nejčastějších komodit nakupovaných do ZZ. Jde o systém, který je zapojen do projektu financovaným z Evropské Unie. Cílem je vyřešit stávající situaci, která je charakteristická nedostatkem informací o nákupech, cenách a dalších informacích, a to vede k neefektivnosti vynakládaných prostředků. Tento systém by měl být účinným nástrojem zejména právě pro management zdravotnických zařízení, kdy bude přesně zřejmé, zda je stanovená hodnota veřejné zakázky transparentní a v systému by měl být dostatek dat k možnosti kontrole cen. Dalšími uživateli systému by byly zřizovatelé zdravotnických zařízení, kteří by díky tomuto systému mohli kontrolovat efektivitu řízení

organizace, a zdravotní pojišťovny by je využily při stanovení úhrad. Využitelné by to bylo i pro dodavatele k zajištění transparentnosti trhu [9].

U zdravotnické techniky by byly uvedeny tyto informace [9]:

- Typ a název;
- použitá technologie;
- typ výběrového řízení;
- cena;
- životnost přístroje;
- informace týkající se pojišťovny.

V současné době se zřejmě stále sestavuje expertní tým. Poslední informace k tomuto tématu byly zveřejněny v roce 2011, kdy informační systém měl začít fungovat od dalšího roku. Přes to, že tento systém vyvolal velmi kladné ohlasy, není nikde uvedeno, že by již byl v provozu a dokončený [9].

V roce 2014 byla Ministerstvem zdravotnictví České republiky zřízena Přístrojová komise. Jde o poradní orgán Ministerstva zdravotnictví a má za úkol posuzovat zdravotnické prostředky, které jsou hrazené z veřejného zdravotního pojištění a to zejména z hlediska účelnosti jejich pořízení ve vztahu k potřebě dostupnosti těchto prostředků v rámci ČR. Zohledňuje jejich efektivní vytížení a posuzuje i nákup nových technologií z veřejného zdravotního pojištění. Komise posuzuje nákupy přístrojů s cenou nad 5 mil. Kč bez DPH. Závěry vydává ve formě doporučení. Pro vyhodnocování využívá zejména metody Health Technology Assessment. V komisi jsou zastoupeni členové Ministerstva zdravotnictví ČR, zástupci krajů, zástupci České lékařské komory, zástupci Českomoravské konfederace odborových svazů, zástupci Lékařského odborového klubu, zástupci Všeobecné zdravotní pojišťovny ČR, zástupci Svazu zdravotních pojišťoven ČR, zástupci devíti odborných medicínských společností (radiologie, nukleární medicína, kardiovaskulární chirurgie, robotická chirurgie, neurochirurgie, biomedicínské inženýrství aj.). Jedná se o útvar, který má zajistit větší transparentnost a efektivitu. Využité metody u jednotlivých doporučení nejsou ale veřejně dostupné [10; 11].

MUDr. Miroslav Palát ve svém článku uvedl, že celkové výdaje za zdravotní péči rostou zhruba o 2% rychleji než HDP. V USA je to dokonce o 2,5%. Uvedl také, že ceny zdravotnických technologií jsou srovnatelné napříč mezinárodním trhem, ale náklady

na personál takto srovnatelné nejsou. Z některých statistik dokonce vyplývá, že pokud se do zdravotní péče vloží více peněz, tak se přerozdělí do osobních nákladů namísto alokace nákladů na nové či stávající technologie [12].

Pohledů na současný stav v alokaci finančních zdrojů ve zdravotnictví je popsáno několik. Nemění to ale nic na skutečnosti, že je potřeba dostupné peněžní zdroje využívat efektivněji. O to se snaží agentury využívající metody HTA (Health Technology Assessment) a to jak v rámci Evropské unie, tak mimo ní.

Vzhledem k faktu, že v současné době neexistuje žádný ucelený postup hodnocení ZP, je cílem této práce jej navrhnout pro konkrétní skupinu ZP a to infuzní a enterální techniku na specializovaném pracovišti ARO. Nejprve je potřeba popsat procesy spojené s HTA, které nabízejí metody využitelné pro tuto problematiku.

Na trhu nabízí infuzní a enterální techniku několik firem. Mezi největší distributory se řadí Fresenius KABI, B. Braun Medical, Covidien ECE. Firma B. Braun Medical nabízí mimo standardní infuzní a enterální pumpy také přístroj, který je uzpůsoben k terapii jak infuzní, enterální i transfuzní. Cílem této práce je zjistit efektivitu tohoto nového přístroje oproti dosud využívaným standardním infuzním a enterálním přístrojům. Po konzultaci s obchodními zástupci této firmy bylo zjištěno, že nejčastěji je tento typ přístroje pořizován na anesteziologicko-resuscitační oddělení, kde podle Vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 92/2012 o požadavcích na minimální technické a věcné vybavení zdravotnických zařízení a kontaktních pracovišť domácí péče, je právě toto oddělení povinné mít u každého lůžka, jako jedno z mála oddělení pro dospělé, infuzní pumpu v počtu minimálně dvou kusů. Zejména z tohoto důvodu je tato diplomová práce zaměřena na nákup na toto pracoviště [13].

### **1.3 Health Technology Assessment (HTA)**

Health Technology Assessment neboli Hodnocení zdravotnických technologií bylo v druhé polovině 20. století zavedeno jako objektivní metoda rozhodování ve zdravotnictví. Má za úkol souhrnně hodnotit klinické a ekonomické dopady zdravotnických procesů. Zejména v současné době, kdy je zdravotní péče čím dál nákladnější je potřeba využívat tyto metody a procesy ve zdravotnictví a dále je zefektivňovat. HTA má několik metodických postupů, které vycházejí z pravidel medicíny založené na důkazech (Evidence Based Medicine) a metod ekonomie [14; 15].



Studie HTA se může věnovat několika problémům.

- Hodnocení zaměřené na důsledky technologie (hodnocení klinické, ekonomické, sociálním, atd.);
- Návrh strategie pro řešení konkrétního problému – vytvoření standardů;
- Projektově zaměřené hodnocení pro umístění technologie v konkrétním zdravotnickém zařízení či projektu.

Proces HTA má tři kroky. Hodnocení, posouzení a rozhodnutí. U hodnocení jde o vypracování vlastní studie. Tu by měla vypracovat instituce, která se touto metodou zabývá. Posouzení má za úkol oponentura [16].

V současné době se využívá analytických metod, které lze rozdělit do několika skupin:

**Primární datové metody** – vycházejí ze sběru původních dat a to od randomizovaných studií po různé případové studie, pozorovací studie, atd.

**Integrační metody** – také nazývané jako "sekundární" či "syntetické" metody. Ty hodnotí data z jich existujících zdrojů a z předchozích primárních datových metod. Do této kategorie spadají meta-analýzy studií, expertní názory, literární rešerše

**Metody analýzy nákladů** – využívají primárních i integračních metod. Analýzy nákladů jsou v poslední době stále populárnější. Mezi hlavní typy metod patří:

- analýza minimalizace nákladů (Cost-minimization analysis),
- analýza nákladové efektivity (Cost-effectiveness analysis),
- analýza nákladů a užitku (Cost-utility analysis),
- analýza nákladů a přínosů (Cost-benefit analysis).

Jednotlivé analýzy nám poskytnou informace o tom, která technologie je pro nás z hlediska nákladů nejvýhodnější. U celkového zhodnocení musíme zvažovat také klinický efekt, což nám přinese zhodnocení poměru ceny a kvality. Výstupy (outcomes) jednotlivých analýz mají různé jednotky. Každá analýza má svá specifika a záleží na tom, čeho chceme jejím použitím dosáhnout [17].

Není pochyb o tom, že v České republice je znatelná snaha o snížení nákladů a zvýšení efektivity nákupů nejen ve zdravotnictví. Bohužel využití HTA metod se v České republice začalo až na začátku 21. století. První metody se použily v klinické onkologii. První HTA organizaci založil Tomáš Doležal a šlo o Institut pro zdravotní Ekonomiku a Technology Assessment iHETA. V roce 2007 bylo v novele zákona č. 48/1997 Sb. o veřejném

zdravotním pojištění, která nabyla účinnosti v září 2015, stanoveno, že pro stanovení úhrad léčivých přípravků a potravin je potřeba předložit „hodnocení nákladové efektivity a dopadu na finanční prostředky zdravotního pojištění způsobeného užíváním léčivého přípravku nebo potraviny pro zvláštní lékařské účely, s vyjádřením nákladů na 1 pacienta a odhadovaný počet pacientů léčených za rok“. V roce 2012 Ministerstvo zdravotnictví začalo vyžadovat zprávu HTA při zařazování nové technologie do úhrad z veřejného zdravotního pojištění. Další subjekty, které se zabývají HTA jsou CzechHTA(ČVUT), ČFES, atd [16; 18].

V České republice se metod HTA pro zdravotnickou přístrojovou techniku využívá zejména v absolventských pracích. Tato práce by mohla sloužit jako metodika přímo pro zdravotnická zařízení, která by nákup infuzní a enterální techniky chtěla zefektivnit.

## 1.4 Využití metod v odborných studiích

Cílem této části diplomové práce bylo vyhledat konkrétní metody, které by se daly použít pro tuto problematiku. Bylo použito článků a studií z veřejných databází Web of Science, Google Scholar, Medvik, PubMed, kde bylo stanoveno několik klíčových slov zejména v anglickém jazyce. V databázích byla použita tato klíčová slova: „*medical device*“, „*cost analysis*“. Z důvodu velkého množství článků bylo vyhledávání specifikováno na konkrétní metody: „*medical device, health technology assessment*“, apod. Počet objevených článků potvrzuje fakt, že využití těchto metod v poslední době je stále častější. Většina těchto článků se ale věnuje pouze klinickým studiím a efektivitě využitých farmakologických či léčebných postupů. Studií, které by se zabývaly zdravotnickou technikou a přímo jejím nákupem, bylo nalezeno velmi málo.

International Journal of Technology Assessment in Health Care slouží jako fórum pro širokou škálu tvůrců a profesionálů se zájmem o hospodářské, sociální, etické, lékařské otázky a o dopad na veřejné zdraví zdravotní technikou. Zabývá se rozvojem, hodnocením, šířením a využíváním zdravotnické techniky a také jejím dopadem na organizaci a řízení systémů zdravotní péče a veřejného zdraví. Právě v tomto mezinárodním věstníku vyšla studie, která se zabývala využitím HTA metod pro hodnocení zdravotnických přístrojů mimo státy Evropské unie. Studie hodnotila využití HTA metod pro zdravotnické prostředky ze tří hledisek. Organizační struktura, procesy a samotné metody. Nakonec bylo zařazeno do studie 36 HTA agentur napříč 20 zeměmi mimo Evropskou unii. Zjistilo se, že pouze jedna agentura vyvinula metodické postupy přímo pro zdravotnickou techniku. Šlo o agenturu Department of Science and Technology in Brazil [19].

### 1.4.1 Nákladové analýzy

Jak již bylo zjištěno, tak veřejných studií, které by se zabývaly přímo hodnocením zdravotnické techniky, je velmi málo. Nejčastěji jsou použity nákladové studie, které porovnávají diagnostické a terapeutické metody. Většina z nich využívá jako výslednou hodnotu QALY (počet kvalitních let života). V těchto studiích se ale nezabývají nákupem zdravotnického přístroje a proto podmínky pro naše potřeby nesplňují. Některé studie ale využívaly nejen QALY, ale také hodnotily různé náklady související s danou problematikou.

P. Sutcliffe a spol. se věnovaly otázce klinické efektivity a nákladové analýzy u druhé a třetí generace levo-komorové asistence pomocí přístrojů. Studie hodnotila nákladovou efektivitu vs. klinickou efektivitu u pacientů nad 16 let jako dočasnou terapii při čekání na transplantaci a nákladovou a klinickou efektivitu u pacientů nad 16 let, kde by tato metoda nahradila transplantaci. Výsledkem studie bylo porovnání hodnoty QALY u obou metod spolu s náklady. Obě varianty prokázaly podobné výsledky [20].

Philip Jacobs se ve své studii věnoval otázce vyhodnocení nákladů a přínosů opakovaného použití jednorázových zdravotnických prostředků. Bylo zjištěno, že úspory byly asi 49% z přímých nákladů na nákup spotřebního materiálu. Tyto úspory ale kompenzovaly náklady na nežádoucí události [21].

Další studii provedli Hinz a spol. Analyzovali náklady dvou anestetických přístrojů. Přístroje byly podrobeny analýze nákladů na pořízení, údržbu, školení, příslušenství a další specifické náklady pro každý anestetický přístroj. Výsledkem bylo zhodnocení, který z přístrojů má vyšší provozní náklady na hodinu. Ve výpočtech se využily lineární odpisy pořizovací ceny přístrojů, dále byly posuzovány průměrné náklady na příslušenství a náklady na údržbu, které byly fixní. Dále se posuzovaly náklady na energii, kyslík atd., které také hrály ve výsledku důležitou roli. Ve studii došli k závěru, že je možné tímto standardizovat analýzu nákladu pro anestetické stroje z pohledu porovnání pořízení, údržby a provozních nákladů [22].

Projekt EUnetHTA byl založen s cílem vytvořit efektivní a udržitelné síť pro HTA po celé Evropě. Snaží se vyvinout a zavést praktické nástroje, které by poskytovaly spolehlivé a transparentní přenositelné informace pro členské státy. Ve své pilotní studii se snaží aplikovat HTA metody na porovnání multispirální počítačové tomografie (MSCT) s koronární angiografií u pacientů s nízkým až středním rizikem ischemické choroby srdeční. Využili skupiny metod HTA pro diagnostické technologie a otestovali je pro svůj projekt.

Celý projekt byl rozdělen na několik částí. U každé části bylo stanoveno několik otázek. Cílem bylo, aby si jednotlivé části nebo celek mohly ostatní státy využít pro svá vlastní hodnocení. Mezi hlavní témata patřila bezpečnost, diagnostická přesnost, účinnost, náklady a ekonomické hodnocení, etické aspekty, právní aspekty, popis technologie. V otázce nákladů a ekonomického hodnocení se zabývali zejména úsporou při využití této metody a nevyužití invazivní koronární angiografie. Pokud by se provedl screening a odhalila se subklinická ateroskleróza, mohla by se léčit již v rané fázi a vyhnulo by se pozdější dražší invazivní péči a kvalita života by se zvýšila. Pacienti jsou ale v této preventivní fázi vystaveni vysoké dávce záření. Stanovená otázka tedy zněla, zda je MSCT nákladově efektivnější alternativa oproti standardní diagnostice a léčbě ischemické choroby srdeční u pacientů s nízkým a středním rizikem vzniku kardiovaskulárních příhod. Ale jako u většiny takto zaměřených studií bylo nalezeno pouze málo studií a důkazů o vlivu diagnostických postupů v této problematice. Jako hlavní výstup byl v této sekci index QALY, který vyšel pro oba modely stejně. Nakonec byly porovnány náklady na jednoho pacienta z dostupných provozních dat radiologického pracoviště. Výstupem studie bylo, že neexistuje žádný racionální ekonomický výsledek, který by doporučil využití MSCT angiografie pro pacienty s nízkým rizikem jako preventivní diagnostická péče [23].

Členové Ústavu epidemiologie a ochrany veřejného zdraví Bradfordské nemocnice ve Velké Británii využili metod nákladové efektivity pro porovnání účinnosti inhalačních přístrojů na astma a chronické obstrukční onemocnění dýchacích cest. Postupně provedli klinické studie na jednotlivé typy terapeutických přístrojů. Výsledky z jednotlivých studií vyhodnotili pomocí nákladové efektivity a zjistili, že z terapeutického hlediska není mezi jednotlivými typy zásadní rozdíl a shledali tedy jako nejefektivnější ty přístroje, které jsou finančně nejméně náročné [24].

Kuppermann a kolektiv vyhodnocovali randomizované studie, které se zabývaly nákladovou efektivitou mezi ICD terapií a léčbou antiarytmií. U léčby antiarytmií byly započítané počáteční náklady na léčbu, pokračující náklady léčby, očekávané náklady na léčbu vedlejších účinků a komplikace. Náklady na implantaci defibrilátoru byly sestaveny z nákladů na zařízení představující počáteční náklady, náhradní baterie a pravidelné sledování spolu s pooperačními komplikacemi tvořily další část nákladů. Výsledek studií, které využívaly několik nákladových analýz (analýzu nákladů a užitku, analýzu nákladů a přínosů a analýzu nákladové efektivity), prokázal výhodnost implantace defibrilátorů před léčbou antiarytmií u daných srdečních chorob. Studie prokázaly finanční výhodnost tohoto terapeutického postupu [25].

### 1.4.2 Metody hodnotového inženýrství

Hodnotové inženýrství se nejčastěji využívá ve firmách například pro stanovení optimální konkurenční strategie, či ke zvýšení výkonnosti podniku nebo i v logistických otázkách řízení firmy [26].

Kakiashvilia a kol. využili Fullerovu metodu v oblasti psychiatrie (konkrétně u poruch autistického spektra), kdy porovnávali důkazy klinických studií s aplikacemi v léčbě. Cílem studie bylo zjistit pomocí dotazníků dopady autismu a vyhodnotit je pomocí vektoru vah. Bylo zjištěno, že díky dotazníkům skutečně došlo k mírnému zlepšení v oblasti diagnostické přesnosti [27].

Metody hodnotového inženýrství se využívají jako součást metod multikriteriálního hodnocení a tudíž samostatných studií na toto téma nebylo nalezeno pro přístrojovou techniku mnoho. Ale z dalších uvedených metod multikriteriálního hodnocení je zřejmé, že jsou součástí modelů při porovnávání přístrojové techniky a to zejména při jejich nákupech.

### 1.4.3 Metody multikriteriálního hodnocení

Turri popsal uplatnění metody AHP (Analytický hierarchický proces) při výběru dodavatele magnetické rezonance do dané nemocnice. Komise vybrala několik kritérií, která byla mezi sebou u těchto tří variant porovnávána. Do kritérií byla zahrnuta pořizovací cena přístroje, servis, servisní smlouva, pohodlí pacienta, rozměry, využitá technologie a kryogenní smlouva. Na základě těchto kritérií vybrali konečného dodavatele díky metodě AHP za mnohem kratší čas než při využití dosavadních rozhodovacích metod [28].

Hummel a spol. pomocí Saatyho matice a multikriteriálního hodnocení AHP porovnali novou krevní pumpu s pulzačním katetrem s dalšími dvěma nejčastěji využívanými pumpami. Členy komise byli vývojoví technici, inženýři, kardiolog, chirurg, veterinář a výrobci. Kritéria byla vybrána z oblastí ekonomické, technické, medicínské i sociální. Výsledkem bylo doporučení k využití této nové pumpy pro specifickou skupinu pacientů kvůli snadnějšímu použití a vyšší bezpečnosti [29].

Chatburn a Priamano také využili multikriteriální hodnocení, a to pro nákup ventilátorů na jednotku intenzivní péče. Do výběru byly zapojeny tři ventilátory, které splňovaly základní technické požadavky stanovené komisí. Další hodnocení probíhalo ve dvou fázích. V první fázi byly počítány ekonomické náklady každé varianty, které zahrnovaly nejen pořizovací

cenu, ale také cenu pozáručního servisu, bylo počítáno se spotřebním materiálem, provozními náklady, předpokládanými náklady na opravy. Ve druhé fázi bylo provedeno provozní hodnocení. Každá z variant byla připojena k plicnímu simulátoru a po dobu jednoho týdne byla testována sestavenou skupinou, kterou tvořili zaměstnanci oddělení, na které se budou ventilátory nakupovat. Tedy lékaři intenzivní péče, respirační terapeuti, manažeři ZZ a biomedicínskými inženýry. Na konci vyplňovali dotazník, kde hodnotili klíčové funkce z hlediska technických parametrů a obslužnosti. Na základě těchto výsledků byla vybrána nejvhodnější varianta v poměru ceny a kvality [30].

Sloane a kolektiv využili multikriteriální hodnocení k výběru plicního ventilátoru na neonatologii. Ventilátory byly posuzovány ze 4 hledisek – bezpečnost, klinické faktory, biomedicínské faktory a náklady. Váhy byly stanoveny pro 46 kritérií. K vyhodnocení bylo použito počítačového programu, který provedl porovnání variant. Jeho použití bylo velmi jednoduché a vyhodnotilo nejefektivnější variantu nákupu na oddělení [31].

Rossetti a Selandari provedli studii, kdy aplikovali multikriteriální hodnocení pro zhodnocení doručovacího systému v lékárnách a laboratořích. Metoda porovnávala možnost využití mobilních robotů za tradiční systém pracovníků. Vyhodnocení bylo prováděno na základě ekonomických, technických, sociálních, lidských i environmentálních kritérií. Vyhodnocení prokázalo, že systém robotů by mohl být efektivnější řešení z dlouhodobého hlediska [32].

Wahlster provedl studii využití metody MCDA. Cílem této studie bylo přezkoumat aplikování MCDA metod, kdy hlavním kritériem je kompromis mezi náklady a přínosy. Přezkoumal nejprve literaturu mezi lety 1990 až 2014, kdy byla tato metoda použita a s jakými kritérii. Většina zařazených studií zkoumala otázky úhrad. Počty použitých kritérií se pohybovaly mezi 3-15. Nejčastěji se používala kritéria ohledně zdraví, dopadu onemocnění, provedení výkonu. Ekonomická kritéria byla v 64% zejména z pohledu efektivnosti a z 36% šlo o kritérium celkových nákladů vs. náklady na dopad výkonu. Celkově ekonomické aspekty byly v jednotlivých studiích velmi odlišné. U některých studií byly náklady přímo porovnávány s ostatními kritérii, jiné zase ekonomický dopad zahrnuly až ve druhém kroku [33].

Simoens se ve své studii zabýval otázkou využití HTA metod pro zdravotnické technologie pro vážná onemocnění. HTA metody zvažují nákladovou efektivitu zdravotnických technologií, která ale pro vzácná onemocnění bývají zřídka kdy efektivní. Pokládal si otázku: „Pokud metody HTA nelze využít pro tuto problematiku, které metody tedy jsou vhodné k vyhodnocení těchto technologií a poskytnou nám důkazy k pravomocnému rozhodnutí

v medicíně založené na důkazech?“ Multikriteriální rozhodnutí stanovuje relevantní kritéria pro rozhodování a jednotlivé důkazy jsou ohodnoceny odbornou skupinou. Odborníky jsou stavena kritéria, která jsou dále posouzena podle důležitosti. Na základě celkového skóre se určí jejich pořadí. Tato kritéria většinou obsahují jak technické parametry, výsledky pro pacienta, tak nákladové analýzy [34].

Několik autorů jako Huges – Wilson aspoň argumentovalo, že standardní metody HTA je potřeba zdravotnické technice přizpůsobit. The Office of Health Economics nechal experty stanovit 8 nepeněžních kritérií (4 ohledně nemoci a 4 o technologii) a na základě těchto kritérií posoudil dvě zdravotnické technologie. Autoři se shodli na tom, že tento rámec by se dal použít jako transparentní důkaz pro rozhodování [35].

Přímo pro zdravotnickou techniku tuto teorii využil ve své studii Wahlster, který u zájmových skupin ve zdravotnictví provedl posouzení snímače tepové frekvence. Cílem této studie bylo prozkoumat perspektivy a preference zúčastněných stran při posuzování zdravotnických intervencí, za použití multikriteriálního posouzení plicního snímače tepové frekvence. V rámci studie bylo osloveno 100 účastníků. Zastoupeni byli jak pacienti, tak ekonomičtí náměstci zdravotnických zařízení i technici. K vyhodnocení bylo využito multikriteriálního hodnocení. Účastníci stanovili váhy pro každé kritérium na základě dostupných dat. Průzkumu se nakonec zúčastnilo 54 účastníků a nejdůležitější váhu dostaly efektivita přístroje, výsledky na pacientovi, závažnost onemocnění, bezpečnost, kvalita evidence. Ve srovnání s ostatními účastníky ekonomičtí náměstci dali větší váhu rozpočtu a kvalitě evidence. Největší rozdíly v hodnocení kritérií byly mezi ekonomickými náměstky a techniky. Výsledek této studie prokázal velké rozdíly mezi zájmy jednotlivých stran. Díky tomuto faktu by se mělo lépe zaměřit na vyrovnání hodnot mezi jednotlivými stranami při sestavování požadavků při nákupu zdravotnické techniky [36].

#### **1.4.4 Shrnutí využití metod ve vybraných studiích**

U většiny nákladových analýz se studie zabývaly analýzou nákladů a užitku. Hodnota QALY je pro hodnocení ZP ale nevyužitelná a taktéž i hodnocení nákladů a přínosů není pro tuto problematiku nejvhodnější metodou. Pro tuto práci se z uvedených studií jeví jako nevhodnější analýza nákladové efektivity. U této metody mohou být vstupní veličinou pořizovací náklady přístroje a hodnota efektu vypočtena z metod multikriteriálního hodnocení.

Studii o využití hodnotového inženýrství v oblasti zdravotnictví nebylo nalezeno mnoho a nebude tedy tuto metodu využita.

Studie využívající multikriteriální hodnocení dokázaly, že tuto metodu je vhodné využít pro ZP. Nejčastěji využívané metody z multikriteriálního hodnocení jsou metoda TOPSIS a metoda AHP. Ty se také jeví jako nejvhodnější pro hodnocení zdravotnické techniky a budou tedy využity pro tuto práci spolu s nákladovou efektivitou.

## 1.5 Standardy pro anesteziologicko-resuscitační oddělení

Anesteziologicko-resuscitační oddělení je označováno podle Vyhlášky MZ ČR č. 134/1998 Sb., kterou se vydává seznam zdravotních výkonů, jako jednotka vyšší intenzivní péče (resuscitační) s převahou funkce léčby orgánových selhání. Intenzivní péče je specifická péče o pacienty, kteří jsou ohroženi selháním základních životních funkcí. Náplní péče o takovéto pacienty jsou jak diagnostické, tak léčebné postupy, ošetřování, monitorace či podpora životních funkcí. Délka intenzivní péče může být krátkodobá či dlouhodobá [37].

Podle Vyhlášky MZ ČR č. 92/2012 jsou pro akutní lůžkovou péči intenzivní jasně definované standardy ohledně minimální plochy na jedno lůžko (9 m<sup>2</sup>), minimální manipulační šíře v pokoji (100 cm). Dále jsou stanoveny nutné rozvody plynů na oddělení.

Doporučuje se, z důvodu organizace práce, 6-12 lůžek.

Mezi minimální vybavení na intenzivní péči 3. Stupně – resuscitační péče patří [13]:

- a) resuscitační lůžka,
- b) defibrilátor,
- c) EKG přístroj,
- d) ventilátor transportní,
- e) mobilní RTG přístroj, pokud není dostupný na jiném pracovišti zdravotnického zařízení,
- f) monitorovací centrála,
- g) přístroj pro extrakorporální eliminaci (CVVH),
- h) přístroj nebo modul pro měření hemodynamiky.



Vybavení u lůžka [13]:

- a) dávkovač stříkačkový 3 ks,
- b) infuzní pumpa 2 ks,
- c) monitor vitálních funkcí (EKG/RESP, NIBP, SpO<sub>2</sub>, IBP, Temp),
- d) zařízení pro zvlhčování dýchacích cest,
- e) ventilátor pro umělou ventilaci pacienta.

V již výše zmíněné novele vyhlášky č. 134/1998 Sb., kterou se vydává seznam zdravotních výkonů, jsou v kapitole 5. *Ošetrovací dny* rozdělené úhrady za výkony, hodnoty bodu za ošetrovací dny podle druhu lůžka. Jsou zde i zaznamenány průměrné délky hospitalizace podle jednotlivých oborů, kdy u anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny je průměrná délka hospitalizace 6 dnů s maximální horní a dolní odchylkou o dva dny. Spolu s otorinolaryngologií a audiologií je to nejnižší počet průměrných hospitalizovaných dnů ze všech oborů.

Dále je přesně stanoveno minimální personální vybavení u ošetrovacího dne na resuscitační péči (viz *Tabulka 1*) [37].

**Tabulka 1: Minimální personální vybavení na intenzivní resuscitační péči [37]**

pracovník	kvalifikace	úvazek
vedoucí lékař	specializovaná způsobilost	1,0 na stanici
ošetřující lékař	specializovaná způsobilost	0,6 na lůžko
lékař ÚPS	specializovaná způsobilost	1,0 pouze pro stanici
staniční sestra – ZPBD	ZPBD + ARIP	1,0 na stanici
sestra – ZPBD ev. ZPOD	z toho ARIP alespoň 50 %	3,0 na lůžko
ZPOD bez maturity	--	0,3 na lůžko

## 1.6 Úvod do problematiky infuzní a enterální techniky

Infuzní i enterální techniky se zpravidla řadí do rizikové třídy II b. Třidu zdravotnického prostředku určuje jeho výrobce při uvedení zdravotnického prostředku na trh, přičemž musí respektovat klasifikační pravidla stanovená prováděcími předpisy. V současné době je v české legislativě pro zdravotnické prostředky směrodatný zákon č. 268/2014 Sb., o zdravotnických prostředcích. Tento zákon vychází ze směrnice č. 93/42/EEC pro zdravotnické prostředky [38; 39].

Infuzní technika se řadí mezi významnou skupinu zdravotnických prostředků charakteru terapeutické přístrojové techniky. Tato technika se uplatňuje jak v akutní a chronické léčbě, ale setkat se s ní můžeme i v ambulantní péči. Nejčastěji je tento terapeutický prostředek využit u lůžek intenzivní péče. Klinické využití spočívá v dávkování většího objemu tekutin pacientovi jak při dlouhodobé, tak krátkodobé intravenózní terapii.

Hlavním důvodem k využití infuzní techniky je nastolit zpět rovnováhu pacientova vnitřního prostředí. Podávají se zejména fyziologické roztoky, umělá výživa, léčiva, apod.

Přesto, že v dnešní době jde o nejčastěji se vyskytující zdravotnický terapeutický prostředek, tak jeho zrod sahá teprve do druhé poloviny 20. století. O to rychlejší bylo ale jeho zdokonalování a dnes je tato technika na velmi vysoké úrovni a je vybavena vyspělým softwarem.

Její používání je neodmyslitelně provázáno se speciálním spotřebním zdravotnickým materiálem, který přímo ovlivňuje jak kvalitu, tak i bezpečnost poskytované péče.

Existuje několik faktorů, které vyjadřují kvalitu infuzní techniky. Jde především o spolehlivost a kapacitu elektrického zdroje, který se využívá především v terénu, mimo dosah elektrické sítě, dále možnost propojení do systému zdravotnického zařízení a samozřejmě servisní podpora a provozní údržba [40].

## **Důvody k podání infuze: [41]**

### 1) Diagnostické

- Roztok je nositelem diagnostické látky;
- Vyšetření konkrétního orgánu.

### 2) Terapeutické

- Vyrovnání rovnováhy vody a elektrolytů;
- Úprava acidobazické rovnováhy;
- Doplnění cirkulujícího objemu;
- Vyrovnání osmotické diurézy;
- Zajištění energetických potřeb organismu;
- Podání vybraných léků.

## 1.6.1 Druhy infuzní terapie

Mezi základní infuzní terapie se řadí gravitační infuzní terapie a přetlaková infuze. V této podkapitole budou stručně vysvětleny.

### Gravitační infuzní terapie

Gravitační infuzní terapie neboli „kapačka“ je ještě dnes velmi využívanou metodou. Jde o manuální metodu, kdy vytvořením dostatečně vysokého hydrostatického tlaku převýšíme tlak žilního řečiště v místě vstupu a kapalina se tak gravitačním přetlakem dostane do cévního řečiště. Soustava gravitační infuze se skládá z láhve či vaku s infuzním roztokem, ventilu, Martinovy baňky, jezdce, převodové soustavy, spojovací hadičky, injekční jehly či plastové kanyly nebo katetru. Martinova baňka je průhledná nádobka, která díky kapacitnímu zařízení umožňuje kontrolovat počet kapek, zadržuje roztok a brání nasátí vzduchu do další části soustavy. Množství roztoku se reguluje jezdcem. Přesto, že jde o ekonomicky výhodnou a medicínsky jednoduchou metodu, nese s sebou i několik nevýhod, kvůli kterým ji některá klinická pracoviště nevyužívají. Jde především o přesnost dávkování, nízkou bezpečnost z hlediska vzniku vzduchové embolie, riziko rozpojení setu a s ním spojené krevní ztráty. Vyžaduje velmi vnímavou a pozornou obsluhu, která dokáže odhalit ucpaní průtokové cesty, ukončení terapie, správné nastavení a regulaci průtoku pomocí kolečkové tlačky. *Obrázek 1* představuje standardní infuzní set pro gravitační metodu [40; 41].



Obrázek 1: Infuzní set EasyWay [42]

### Přetlaková infuze

Přetlaková infuze pracuje na principu, kdy mechanickým pohybem pomocí infuzních pump je způsoben přetlak, který zajistí pohyb kapaliny do těla pacienta.

Existují dvě skupiny přetlakových pump:

- **Lineární dávkovače**

Vývoj infuzní techniky začal v roce 1951 lineárními dávkovači, které sloužili zejména po podávání velmi malých dávek účinné látky s vysokou přesností a časovou stabilitou. Zejména z těchto důvodů se nedaly využívat gravitační metody. Ty se ale nadále používaly zejména pro dávkování vysokých objemů. Lineární dávkovače se začaly využívat na parenterální a enterální výživu, terapii bolesti i lokální anestezii. Jde o velmi bezpečnou terapii, která dokáže eliminovat nevýhody gravitační metody. Zdokonalení nepotkalo pouze software, ale i spotřební materiál. Biokompatibilita byla nutná jak s přístrojem, tak s materiálem a využitou technologií. Příklad lineárního dávkovače je zobrazen (viz *Obrázek 2*) [40].

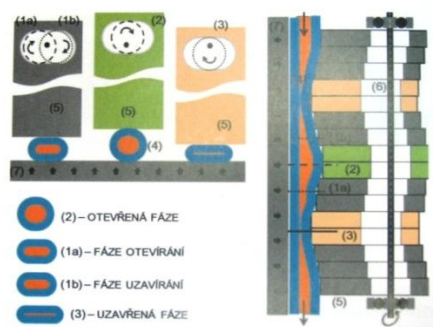


Obrázek 2: Lineární dávkovač Perfusor® Space [43]

- **Volumetrické infuzní pumpy**



Obrázek 3: B. Braun Medical - Infuzomat Space [vlastní foto]



**Obrázek 4: Princip lamelové infuzní pumpy [40]**

Právě volumetrické infuzní pumpy jsou hlavním tématem této diplomové práce. První volumetrické pumpy přišly na trh až po téměř dvaceti letech po prvním lineárním dávkovači. Po celou tuto dobu se využívala pouze gravitační metoda. První infuzní pumpy vycházely z principu peristaltické krevní pumpy. Dnes se využívá zejména lamelového typu pumpy. Jejím principem je systém lamelových pump, které ovládá válečkový systém (viz *Obrázek 3*, *Obrázek 4*). Řízeným systémem tedy stlačují a uvolňují čerpací část tlakového setu.

Využívají se zejména kvůli přesnému dávkování i většího množství kapalin. Svoje zastoupení mají v celkové anestezii, u podávání léčiv na specializovaných pracovištích (kardiologie, onkologie, hematologie, neonatologie), atd. Díky tomu, že lze využít vyšší tlak než u gravitační metody, využívá se volumetrická infuzní pumpa i u arteriální infuze, enterální a parenterální výživy [40; 44].

Lamel je nejčastěji v segmentu 12 ( $\pm 5$ ) a vytváří jakousi vlnku (sinusoidu), která vytlačuje přesný objem kapaliny postupně dále do setu. Současně otevírá čerpací segment, kterým je pod tlakem nasávána kapalina. Průtok infuzní pumpou je ovlivněn provozními podmínkami, zejména tlakem vstupu a výstupu, stavem infuzního setu. Proto je důležité, aby se používaly správné infuzní sety s předepsanou geometrií a vlastnostmi. Jinak není výrobcem zaručeno, že průtok setem bude stejný jako na displeji přístroje. Při použití nevhodného setu může dojít k nežádoucí situaci a tím k ohrožení kvality poskytované zdravotní péče. Zdravotnické zařízení se vystavuje tomuto riziku zejména tehdy, pokud využívá několik typů pump a setů od různých dodavatelů [40].

Dnešní infuzní volumetrická pumpa musí splňovat základní technické parametry, bezpečnostní funkce a povinné vybavení s příslušenstvím.

Mezi hlavní parametry se řadí:

- Rychlost dávkování;
- Objem dávkování, celkový objem přečerpané krve;
- Doba dávkování;
- Měření tlaků (okluzních, vstupních a výstupních);
- Indikace ukončení terapie;
- Indikace zavzdušnění setu;
- Indikace otevřených dvířek;
- Kapkový detektor;
- Výkon pumpy.

Neoddělitelnou součástí infuzních pump jsou infuzní soupravy. Na dnešním trhu je k dostání velké množství variant. Liší se jak materiálem, tak délkou setu, spojkami, rozdělovači, přídatnými prvky, koncovkami. Hadička bývá transparentní a nejčastěji je vyrobena z měkčeného PVC. Právě odolnost a tvrdost hadiček musí být výrobcem garantována. V dnešní době se ale od materiálu PVC upouští, jelikož obsahuje změkčovadlo označované jako DEHP (lipofilní ester kyseliny ftalové Bis(2-etyhlhexyl) ftalát. Tato látka je zařazena do seznamu prioritních nebezpečných chemikálií, které vzbuzují mimořádné obavy a podléhají chemické politice Evropské unie. Zejména z těchto důvodů se od výrobků obsahujících tuto látku upouští a nahrazují ho materiály označované například jako DEHP a PVC free. I hadičky infuzních pump prošly tedy svým vývojem a jedním z nich je i snaha o zvýšení životnosti hadičky a zamezení snižování průtoku. Jako řešení zvolily výrobci silikonové segmenty, které jsou využité ve vnitřní oblasti pumpy (viz *Obrázek 5*). Tato inovace zapříčinila ale zdražení setu, což vzhledem ke spotřebovanému množství nelze zanedbat [40].



**Obrázek 5: Infuzní set se silikonovým segmentem (B. B. Medical – Infusomat Space – set pro infuzní soupravu [45])**

Další důležitý aspekt setu je jeho biokompatibilita a to jak materiálová, tak technologická. Musí být jasně určená informace pro použití u rizikových skupin pacientů. Dále jsou důležité informace o garanci sterilizačních technologií. Obecně jsou informace ohledně volumetrických pump velmi strohé a tištěné literatury nelze nalézt mnoho. Nejvíce informací nalezneme ke konkrétním infuzním pumpám a spotřebnímu materiálu od výrobců. Z těchto informací se bude vycházet zejména v praktické části této práce [40; 44].

### 1.6.2 Infuzní technika v praxi

Tyto přístroje jsou využívány nejčastěji v intenzivní medicíně, zejména na odděleních kardiologie, koronární jednotky, neonatologie, onkologie, anesteziologie, atd. Využívají se ale i u lůžek dlouhodobé intenzivní péče (DIP) a lůžek dlouhodobé intenzivní ošetrovatelské péče (DIOP). Podle posledních informací ze statistik společnosti ÚZIS (Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR) vyplývá, že v České republice byl v roce 2013 tento počet anesteziologických a intenzivních lůžek (viz Tabulka 2) [46].

**Tabulka 2: Lůžkový fond nemocnic ČR v roce 2003 [vlastní tabulka]**

Obor	Počet lůžek
ARO	904
Intenzivní péče	271
Neonatologie	173
DIOP a DIP	345

K základnímu vybavení takového intenzivního lůžka dnes patří zejména monitor vitálních funkcí, odsávačka, ventilátor a právě infuzní technika. K jednomu lůžku se standardně počítá 4-8 infuzních přístrojů. Každé zdravotnické zařízení má sice k dispozici jiné počty intenzivních lůžek, ale průměrná krajská či fakultní nemocnice má na jednom oddělení pooperační intenzivní péče do 10 lůžek. Celkově tedy můžeme počítat na jedno oddělení 50-80 infuzních přístrojů. V současné době se ale vzhledem k předchozí hypotéze nachází ve zdravotnickém zařízení velké množství infuzních přístrojů od různých firem. Liší se jak typem, kvalitou, tak stářím a to zapříčiňuje celkovou nejednotnost [46].

Mnohdy nejsou zdravotnická zařízení ani dostatečně informována o možnostech dnešních infuzních přístrojů, a tak se často u nákupů této techniky dostanou do situace, kdy zbytečně nakupují místo jednoho multifunkčního přístroje více specializovaných přístrojů a tím se tato koupě stává méně efektivní. Na trhu existují sety zejména na 24 hodinové použití, firmy ale přišly na trh se sety, které lze využívat až na 96 hodin. Podle dostupných studií přesto, že dochází v důsledku cyklického stlačování k degradaci segmentu, tak nedochází ke změně dávkování a nedochází tak k ovlivnění terapie. Pokud by byl set využíván nepřetržitě více jak pět dnů, může dojít ke změně přesnosti dávkování, proto firmy vyrábějící sety se silikonovým segmentem zaručují přesnost maximálně na 96 hodin. I z hlediska mikrobiologické bezpečnosti je doporučeno standardní sety vyměňovat častěji oproti setům silikonovým. Materiál, ze kterého jsou vyráběny standardní sety totiž po několika hodinách vlivem tlaku, může praskat a mikrotrhlinou se může do setu dostat vzduch či infekce. Firmy již v dnešní době přecházejí právě na sety se silikonovým segmentem, který toto riziko minimalizuje, jelikož je silikon odolnější po delší dobu a přesto zaručuje přesné dávkování. Je tedy na obchodním oddělení, aby si vypočítalo po jaké době je již ekonomicky výhodné sety měnit tak, aby byla zabezpečena správnost jejich funkce. V praktické části probíhalo dotazníkové šetření, jaké varianty ARO v České republice používá a po kolika hodinách sety mění [40].

### 1.6.3 Enterální pumpy

Dalším zdravotnickým prostředkem, pro tuto diplomovou práci významným, je enterální pumpa. Enterální pumpa je modifikací peristaltické pumpy. Je určena výhradně pro dávkování výživy pacientům a to jak u lůžek intenzivní péče, tak i na běžných odděleních. Není již dnes výjimkou využití i pacientem v domácí péči. Enterální pumpy pracují na principu neúplné okluze a jsou většinou vybaveny třemi okluzními válečky, které napínají silikonový segment setu. Neúplné okluze je docíleno právě přiměřeným napnutím segmentu. Čerpací segment je na rotoru pumpy zajištěn pomocí speciálních úchytek, které vymezují velikost tahu, tím určují výkon enterální pumpy, tlak dávkování a okluzní tlak. Je důležité zajistit plynulé otáčení okluzních válečků s minimálním odporem, jinak hrozí poškození silikonového segmentu setu. U enterálních pump je důležitá zejména biokompatibilita a to hlavně ve vztahu k ftalátům (DEHP), o kterých již bylo zmíněno v předchozí kapitole. Významnou roli hrají z toho důvodu, že enterální výživa obsahuje velmi často také látky charakteru tuků. Právě tuky jsou jednou z látek, které zapříčiní zvýšené vyplavování DEHP.



Vzhledem k faktu, že na enterální pumpy nejsou kladeny tak vysoké požadavky na bezpečnost, tak je tento přístroj konstrukčně jednodušší s menším počtem ovládacích prvků a je tedy i jednodušší pro obsluhující personál. K podání enterální výživy je využívána nasogastrická sonda nebo perkutánní endoskopická gastrostomie. Na dalším obrázku je příklad jedné z enterálních pump (viz *Obrázek 6*) [40].



**Obrázek 6: Enterální pumpa (Covidien ECE– Kangaroo) [47]**

#### **1.6.4 Enterální technika v praxi**

Enterální technika je často využívána jak v nemocniční, tak domácí péči a k tomu je také uzpůsobena z hlediska technických parametrů jako je velikost, váha, výdrž záložního zdroje, jednoduchost ovládání atd.

Na anesteziologicko-resuscitačním oddělení je tato technika využívána téměř u každého lůžka vzhledem k indikaci uložení pacientů na toto oddělení.

V dnešní době existují enterální pumpy bez automatického proplachu či s automatickým proplachem. Záleží na konkrétní preferenci oddělení. Z konzultací na oddělení bylo zjištěno, že enterální pumpa Kangaroo, která disponuje funkcí automatického proplachu je sice oblíbená, ale obchodní zástupce dané firmy sdělil, že při poptávkách ZZ po enterálních pumpách často není specifikována či dokonce vyžadována tato funkce proplachu a tak nezapadají do standardních poptávek. Vzhledem k vyšší ceně setu je nabídka často pro ZZ nezajímavá.

## 2 Cíle práce a pracovní hypotézy

Hlavním cílem práce je navrhnout nejefektivnější model nákupu infuzní a enterální techniky na odborné pracoviště ARO ve zdravotnickém zařízení pomocí metod HTA.

Díličními cíli diplomové práce jsou:

- Analýza možnosti využití metod HTA pro nákup zdravotnické techniky;
- Zmapování současného stavu nákupu infuzní a enterální techniky a infuzních a enterálních setů pomocí průzkumu na pracovištích ARO;
- Hodnocení nákladové analýzy vybraných infuzních a enterálních pump;
- Návrh modelu nákupu infuzní a enterální techniky na odborné pracoviště ARO;
- Návrh četnosti výměn infuzního a enterálního setu u vybraného typu přístroje a definovat potenciální úspory v nákupu.

## 3 Metody

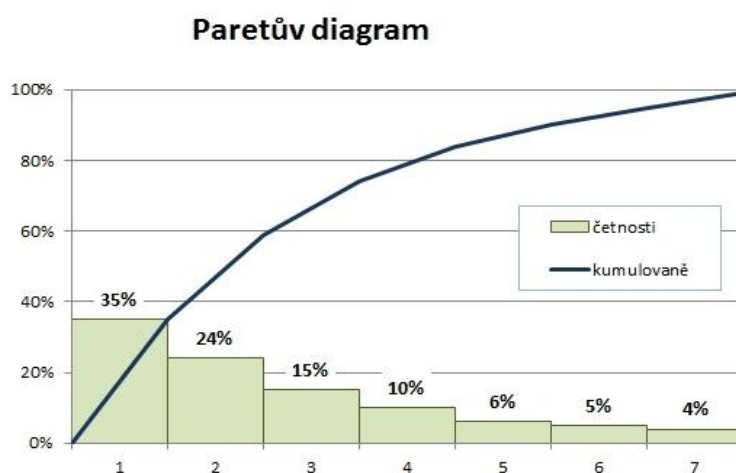
V této kapitole budou uvedeny a postupně rozebrány metody, které budou využity v metodice této práce. Metody byly vybrány díky předchozí analýze studií s ohledem na využitelnost pro hodnocení zdravotnické techniky s cílem dosažení objektivních a transparentních výsledků.

### 3.1 Paretův diagram

Paretův diagram je jednoduchým, ale účinným nástrojem, díky kterému byli v této práci vybráni nejčastější dodavatelé infuzní a enterální techniky na oddělení ARO v České republice. Základním principem je tzv. Paretovo pravidlo 80/20, podle kterého je 80 % veškerých důsledků způsobeno 20 % příčin. Své uplatnění nalezne ale i v procesu nákupu, kde vychází ze skutečnosti, že 80 % obrátu je tvořeno 20 % sortimentu a 80 % nákupní hodnoty tvoří 20 % dodavatelů [48].

Postup sestrojení Paretova diagramu:

- 1) Záznam a utřídění sledovaných dat;
- 2) Setřídění dat sestupně podle hodnoty sledovaného ukazatele (dle četnosti);
- 3) Výpočet kumulativního součtu hodnot ukazatele a procentuální vyjádření;
- 4) Sestrojení Paretova diagramu;
- 5) Sestrojení spojnice kumulativních četností tzv. Lorenzovi křivky
- 6) Vyhodnocení získaných dat (viz Obrázek 7) [48].



Obrázek 7: Paretův diagram s Lorenzovou křivkou [48]

## 3.2 Metody hodnotového inženýrství

Velmi využívanou metodou je metoda hodnotového inženýrství. Hodnotová analýza se využívá zejména při navrhování nových výrobků. Jde o sestavení souboru metod, které navrhnou zlepšení a zefektivnění funkcí analyzovaného objektu. Kritériem efektivnosti řešení je poměr mezi úrovní uspokojení potřeb a splnění funkcí spolu s náklady. Cílem je dosažení co nejvyššího užítku při minimálních nákladech. Hodnotové inženýrství potom využívá hodnotové analýzy, aby vytvořil nový objekt, který efektivně řeší nově stanovené potřeby. Mezi základní metody hodnocení patří bodovací metoda, Fullerova metoda a Saatyho matice [49]. V této práci je využita bodovací a Saatyho metoda.

### 3.2.1 Bodovací metoda

Tato metoda je založena na posouzení důležitosti jednotlivých kritérií pomocí bodů v rozmezí 0-10 (viz Tabulka 3). Čím je parametr důležitější, tím je hodnota bodu vyšší. Pro převod bodů na normované váhy lze využít vzorec:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3.1)$$

Nejdůležitější kritérium získá číslo  $n$ , druhé  $n-1$  a nejméně důležité číslo 1. I-tému kritériu je přiřazeno číslo  $b_i$ ,  $v_i$  je potom váha vypočteného kritéria [16].

**Tabulka 3: Slovní ohodnocení bodovací metody [16]**

<b>Body</b>	<b>Slovní ohodnocení bodu</b>
0	Zcela nevýznamné
1	Mimořádně málo významné
2	Velmi málo významné
3	Málo významné
4	Podprůměrně významné
5	Sotva průměrně významné
6	Průměrně významné
7	Nepatrně nadprůměrně významné
8	Nadprůměrně významné
9	Velmi významné
10	Nejvýznamnější

### 3.2.2 Saatyho metoda

Metoda je založena na vyhodnocení relativních významů, které vyjadřují jednotlivé významnosti v párovém srovnávání. Matice se dá vyjádřit jak v bodové stupnici, tak se dají tyto hodnoty převést na verbální hodnocení (viz Obrázek 8). Velikosti preferencí  $i$ -tého proti  $j$ -tému kritériu se uspořádají do matice [17].

hodnotící stupeň	porovnání prvků A a B A je ... než B	vysvětlení
1	<b>stejně</b> významný <i>equal importance</i>	oba prvky přispívají stejnou měrou cíli
3	<b>mírně</b> významnější <i>moderate importance</i>	zkušenosti a úsudek mírně preferují první prvek před druhým
5	<b>silně</b> významnější <i>strong importance</i>	silná preference prvního prvku před druhým
7	<b>velmi silně</b> významnější <i>very strong importance</i>	velmi silná preference prvního prvku před druhým
9	<b>extrémně</b> významnější <i>extreme importance</i>	skutečnosti upřednostňující první prvek před druhým mají nejvyšší stupeň průkaznosti

Obrázek 8: Bodová stupnice Saatyho metody [50]

S. Prvky matice představují odhady podílu vah  $i$ -tého a  $j$ -tého kritéria dle následujícího vzorce:

$$s_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j}, i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (3.2)$$

Matice S je čtvercová řádu  $n \times n$  a pro její prvky platí a je reciproční.  $V_i, v_j$  jsou vektory hodnot kritérií.

$$s_{ij} \approx \frac{1}{s_{ji}}, i, j = 1, 2, \dots, n, \quad (3.3)$$

Na diagonále matice S je vždy hodnota 1. Je potřeba také ověřit, že matice párových porovnávání je konzistentní. Pokud by matice bylo konzistentní, platil by tento vztah:

$$S_{hj} = S_{hi}S_{ij}, h, i, j = 1, 2, 3, \dots, n, \quad (3.4)$$

Dokonale konzistentní matice je ale výjimečný stav. Míra konzistence se měří indexem C.I.

$$C.I. = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n-1}. \quad (3.5)$$

Saatyho matice je dostatečně konzistentní, pokud platí  $C.I. < 0.1$ .

Další možností ověření konzistentnosti matice je poměrem konzistence pomocí vzorce:

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}, \quad (3.6)$$

Prvek R.I. představuje průměrný index konzistence pro 500 náhodně vytvořených recipročních matic při použití škály 1 – 9 dle Saatyho (viz Obrázek 9). Matice je zcela konzistentní, pokud je dosažena hodnota  $C.R. < 0,1$ .

<b>m</b>	2	3	4	5	6	7	8
<b>RI(m)</b>	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40
<b>m</b>	9	10	11	12	13	14	15
<b>RI(m)</b>	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

**Obrázek 9: Průměrný index konzistence pro 500 náhodně vytvořených recipročních matic [50]**

Po doplnění prvků do matice lze odvozovat jednotlivé prvky vektorů  $v$ . K výpočtu se využívají tyto vzorce:

$$S \cdot v = \lambda_{\max} \cdot v, \quad (3.7)$$

kde  $\lambda_{\max}$  představuje největší číslo matice.

Pro stanovení vah jednotlivých preferencí je vhodné použít geometrický průměr řádků matice  $S$ .

$$v_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}, \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3.8)$$

Výsledná matice by vypadala takto (viz *Obrázek 10*) [51]:

$$S = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1m} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mm} \end{pmatrix}.$$

Obrázek 10: Obecný tvar Saatyho matice [50]

### 3.3 Metody multikriteriálního hodnocení

Další metodou je multikriteriální hodnocení. Metoda hodnotí možné alternativy podle několika nesouměrných kritérií. U této metody je porovnávání z nejrůznějších hledisek a některá kritéria lze hodnotit pouze slovně. Při použití více kritérií je možno vzájemně hodnotit alternativy i z různých pohledů. Mezi hlavní metody multikriteriálního hodnocení patří: stanovení vah významu funkcí, Analytický hierarchický model (AHP), metoda TOPSIS, metoda ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la Realite), metoda MAUT (Multi-Attribute Utility Theory). Tyto metody patří do kardinálních metod, které vyžadují stanovení významnosti kritérií. Podle několika studií se tato teorie dá využít také pro hodnocení zdravotnických technologií. Zejména pak metoda TOPSIS. Pro hodnocení si stanovíme kritéria a váhy jejich významu. Základem je hodnocení od odborného týmu, jak k významnosti hodnocených funkcí, tak o hodnotě významu jednotlivých funkcí. Výsledek nám vyjádří vážený průměr jednotlivých hodnotitelů [17].

#### 3.3.1 Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS je zkratka Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, neboli technika pro řazení preferencí podle podobnosti ideálnímu řešení. Jde o metodu vícekritériálního rozhodování. Tato metoda je založena na principu minimalizace vzdálenosti od ideální varianty a maximalizace vzdálenosti od varianty bazální.

Ideální variantou je myšlena ta, která dosahuje ve stanovených kritériích nejlepších hodnot. Bazální varianta je naopak ta, která dosahuje nejhoršího hodnocení podle daných kritérií. Váhy kritérií jsou získány ze Saatyho matice [51].

Nejprve se pomocí vzorce musí převést všechna kritéria na maximalizační hodnoty. Dále je třeba vytvořit normalizovanou kritériální matici  $R = (r_{ij})$ .

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ij})^2}}, y = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k \quad (3.9)$$

Sloupce v matici  $R$  jsou po normalizaci hodnot vektory jednotkové délky. V dalším kroku je třeba vypočítat váženou kriteriální matici  $W$  tak, že každý prvek  $j$ -tého sloupce normalizované matice  $R$  vynásobíme příslušnou váhou  $v_j$

$$W_{ij} = v_j r_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k \quad (3.10)$$

Dále je potřeba určit ideální variantu  $H = (H_1, H_2, \dots, H_k)$  a variantu bazální  $D = (D_1, D_2, \dots, D_k)$  vzhledem k hodnotám ve vážené kriteriální matici, kde:

$$H_j = \max_i W_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (3.11)$$

$$D_j = \min_i W_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (3.12)$$

Jsou provedeny dva výpočty, kterými se určí vzdálenosti od ideální varianty ( $d_i^+$ ) a od bazální varianty ( $d_i^-$ )

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (W_{ij} - H_j)^2}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.13)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (W_{ij} - D_j)^2}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.14)$$

Posledním krokem je vypočítat hodnotu relativního ukazatele vzdáleností variant od bazální varianty vzorcem:

$$c_i = \frac{d_i^+}{d_i^+ + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.15)$$



Pro hodnoty  $c_i$  platí, že se nacházejí mezi 0 a 1, přičemž 0 se nabývá pro bazální a 1 pro ideální variantu.

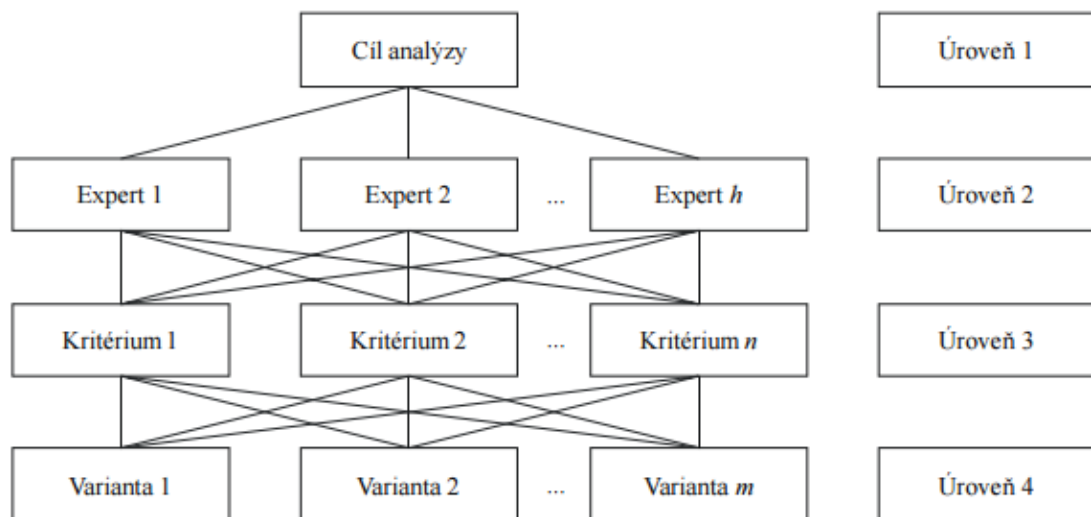
Nakonec se výsledné hodnoty seřadí sestupně dle hodnot relativních ukazatelů. Tím získáme potřebné uspořádání všech variant [16; 17; 50].

### 3.3.2 Metoda AHP

Metoda Analytického hierarchického procesu byla navržena prof. Saatyem v roce 1980. Tato metoda je vhodná pro posouzení většího počtu kritérií. Výsledkem je porovnání variant a výběr nejoptimálnější z nich. Tato metoda spočívá se stanovení vah jednotlivých kritérií pomocí párového srovnávání. V první fázi se stanoví soubor kritérií a jednotlivých variant. Pro zdravotnickou techniku se mohou kritéria také rozdělit do několika skupin:

- Technická kritéria;
- Kritéria orientovaná na pacienta (bezpečnost, komfort);
- Ekonomická kritéria (pořizovací cena, životnost, cena servisu, cena spotřebního materiálu);
- Kritéria orientovaná na obsluhu (uživatelský komfort, bezpečnost).

Na obrázku jsou patrné 4 úrovně, kdy každá z nich obsahuje několik prvků (viz *Obrázek 11*).



Obrázek 11: Metoda AHP - Analytický hierarchický proces [17]

- 1) úroveň – cíl analýzy;
- 2) úroveň – experti, kteří se na hodnocení podílí;
- 3) úroveň – kritéria vyhodnocování;
- 4) úroveň – posuzované varianty.

Stejně jako u Saatyho matice se mezi kritérii určovaly váhy kritérií, tak i u této metody lze určit vztah mezi jednotlivými úrovněmi hierarchie. Ve druhé úrovni bude matice párového porovnání o rozměrech  $h \times h$ , ve třetí  $n \times n$  a ve čtvrté  $m \times m$ . Varianty si rozdělí hodnotu váhy daného kritéria, která byla stanovena například pomocí Saatyho matice. Hodnoty, které jsou získány od jednotlivých kritérií, jsou na konci metody sečteny a jejich výsledek určuje pořadí jednotlivých variant [17; 50].

### 3.4 Nákladové analýzy

Rešerší nákladových studií bylo zjištěno, že analýza minimalizace nákladů se využívá, pokud jsou klinické výsledky u obou přístrojů téměř totožné a důležitá je pro nás levnější varianta. Analýza nákladové efektivity nám vyhodnocuje efektivitu nákladu na naturální jednotku výstupu. Analýzou nákladů a užítku měříme výstupy v umělých jednotkách, které zohledňují délku a kvalitu života (např. QALY). U analýzy nákladů a přínosů jsou výstupem peněžní jednotky a využíváme ji v případě, že chceme znát právě finanční výhody dané technologie. Pro tuto práci je využito metody nákladové efektivity [50].

#### 3.4.1 Analýza nákladové efektivity

Analýza nákladové efektivity se využívá pro výpočet poměru nákladů k efektu. Ukazatelem CEA je kritérium efektivity:

$$\frac{C_A}{E_A} < \frac{C_B}{E_B}, \quad (3.16)$$

Kde  $C_A$  označuje současnou hodnotu nákladů možnosti A,  $C_B$  současnou hodnotu nákladů možnost B.  $E_A$  naturální efekt výdajů možnosti A a  $E_B$  naturální efekt výdajů možnosti B.

Díky této analýze může být vyhodnoceno, která možnost je pro nás z hlediska nákladů i efektu výhodnější. Může se také využít koeficient ICER (Incremental cost effectiveness

ratio), který je definován jako poměr rozdílu nákladů daných možností a rozdílu jejich klinických efektů,

$$ICER = \frac{\Delta C}{\Delta E} = \frac{C_2 - C_1}{E_2 - E_1} \leq ?, \quad (3.17)$$

$C_1$  jsou náklady na stávající technologii,  $C_2$  jsou náklady na novou technologii,  $E_1$  klinický efekt na stávající technologii a  $E_2$  efekt na novou technologii. Místo otazníku se stanovuje částka, kterou jsou ZZ ochotny vynaložit.

Pro nákladovou analýzu se využívá hodnot z metody TOPSIS [51; 53].

## 4 Výsledky

V následující kapitole je popsán postup práce, vyhodnocení výsledků pomocí metod HTA a návrh řešení. Cílem bylo nalézt nejefektivnější model nákupu infuzní a enterální techniky na anesteziologicko-resuscitační oddělení, a to použitím vybraných metod popsaných v kapitole 3.

Postup práce koresponduje s výše uvedenými cíli práce uvedených v kapitole 2. Nejprve byly po prostudování souvisejících studií zvoleny vhodné metody, které se pro hodnocení zdravotnické techniky dají využít. V první fázi práce byl proveden průzkum na anesteziologicko-resuscitačních odděleních v České republice. Data z dotazníků byla vyhodnocena Paretovým diagramem. Byla stanovena skupina odborníků na problematiku infuzní a enterální techniky, která sestavila vhodná kritéria pro hodnocení této techniky. Kritéria dále byla odborníky ohodnocena bodovací a Saatyho metodou. Z těchto metod byly výsledkem váhy kritérií, které byly dále využity v metodách TOPSIS a AHP. Výsledný efekt byl použit v analýze nákladové efektivity.

Do analýzy nákladů byla zapojena pouze pořizovací cena, ostatní náklady na provoz byly zařazeny do multikriteriálního hodnocení.

V poslední části bylo provedeno zhodnocení používání infuzních a enterálních setů na základě dat z průzkumu. Z výpočtů byl navržen nejefektivnější postup pro stanovení četnosti výměn těchto setů na oddělení.

### 4.1 Průzkum na anesteziologicko-resuscitačním oddělení

V této části práce bude popsán postup a vyhodnocení průzkumu ohledně infuzní a enterální techniky spolu se spotřebním materiálem na vybraném pracovišti

#### 4.1.1 Výběr nejčtetnějších infuzních a enterálních pump

V lednu 2016 byl sestaven a následně rozeslán dotazník na všechna oddělení ARO v České republice, jejichž e-mailový kontakt byl k dispozici (Dotazník naleznete v Příloze A). Dotazník obsahoval 4 otázky. Dvě otázky se týkaly samotných infuzních a enterálních pump a dvě otázky potom používaných setů. Respondent měl vypsát přesný název využívaných infuzních a enterálních pump na oddělení spolu s počty. Z těchto dat byly vyhodnoceny pomocí Paterovy metody nejčtetnější infuzní a enterální pumpy využívané

na anesteziologicko-resuscitačním oddělení. Celkem byl dotazník rozeslán na 86 e-mailových adres. Ve větším případě bylo využito kontaktu na vrchní sestru anesteziologicko resuscitačního oddělení. Pokud kontakt nebyl dohledán, bylo využito adresy sekretariátu oddělení, primáře oddělení, či hlavní sestry nemocnice. 6 e-mailových adres nebylo funkčních a nebyl tedy dotazník doručen. Několik nemocnic má nastavená přísná pravidla ohledně vyplňování dotazníků a spolupráce na absolventských pracích. U 8 nemocnic bylo tedy zapotřebí oslovit náměstkyni ošetrovatelské péče a požádat o svolení. Bohužel u 5 oslovených jsem doposud nedostala odpověď. Návratnost dotazníků byla 42% (viz *Tabulka 4*).

**Tabulka 4: Výsledek dotazníkového šetření**

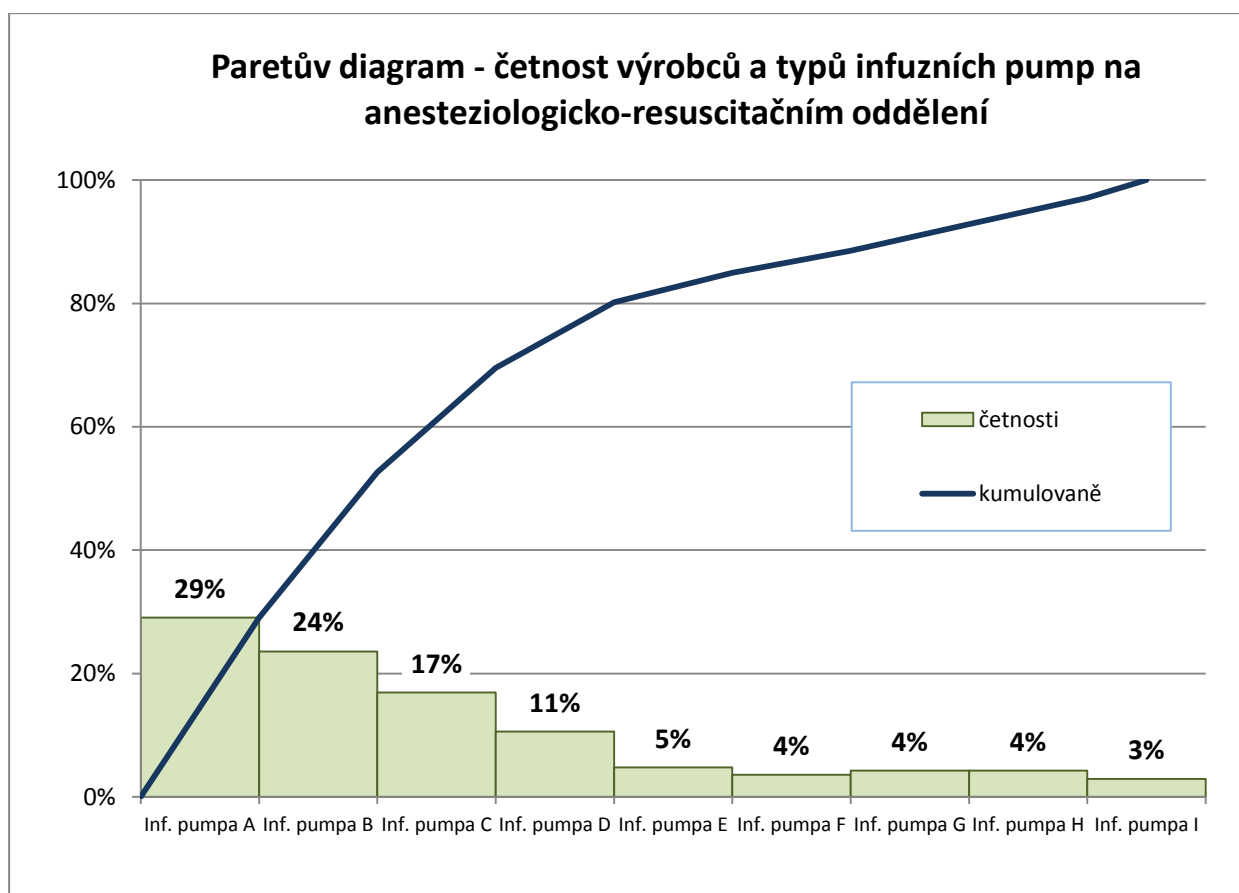
Počet oslovených respondentů	Počet vyplněných dotazníků	Návratnost [%]
86	38	42

Na základě vyhodnocení dotazníků zaslanych na anesteziologicko resuscitačních oddělení a následné konzultace s vrchními sestrami bylo zjištěno, že nákup infuzní a enterální techniky probíhá zejména ve dvou modelech. První model nákupu se řídí zvláště poptávkou infuzní a enterální techniky. Hlavním důvodem je skutečnost, že nedochází k potřebě nakoupit oba přístroje v tutéž dobu. Tudíž se v jeden čas nakoupí infuzní pumpy a po určité době se nakoupí pumpy enterální podle postupného vyřazování stávajících pump. Druhý model nákupu, který se na tomto oddělení vyskytuje, je nákup infuzní pumpy, která je vhodná i k využití jako pumpy enterální.

Po diskuzi s personálem v několika nemocnicích byl shledán jako jeden z důvodů odděleného nákupu přístrojů fakt, že personál sestavující poptávku nemá informaci o tom, že na trhu existuje přístroj, který lze využít jako infuzní i jako enterální pumpu. Na ostatních pracovištích, kde o této skutečnosti věděli, si provedli brainstorming a podle aktuální situace se rozhodli. Jako další důvod uvedli, že oddělení nakupuje přístroje postupně podle potřeby.

Anesteziologicko resuscitační oddělení je vysoce specializované pracoviště, kde inovace v oblasti techniky využívají jako jedni z prvních oddělení ve ZZ a často mají možnost si je i na zkušební dobu zapůjčit.

Data z dotazníků byla vyhodnocena pomocí Paretova diagramu (viz *Graf 3*, *Graf 4*). Na základě výsledků byly vybrány 4 infuzní a 4 enterální pumpy.

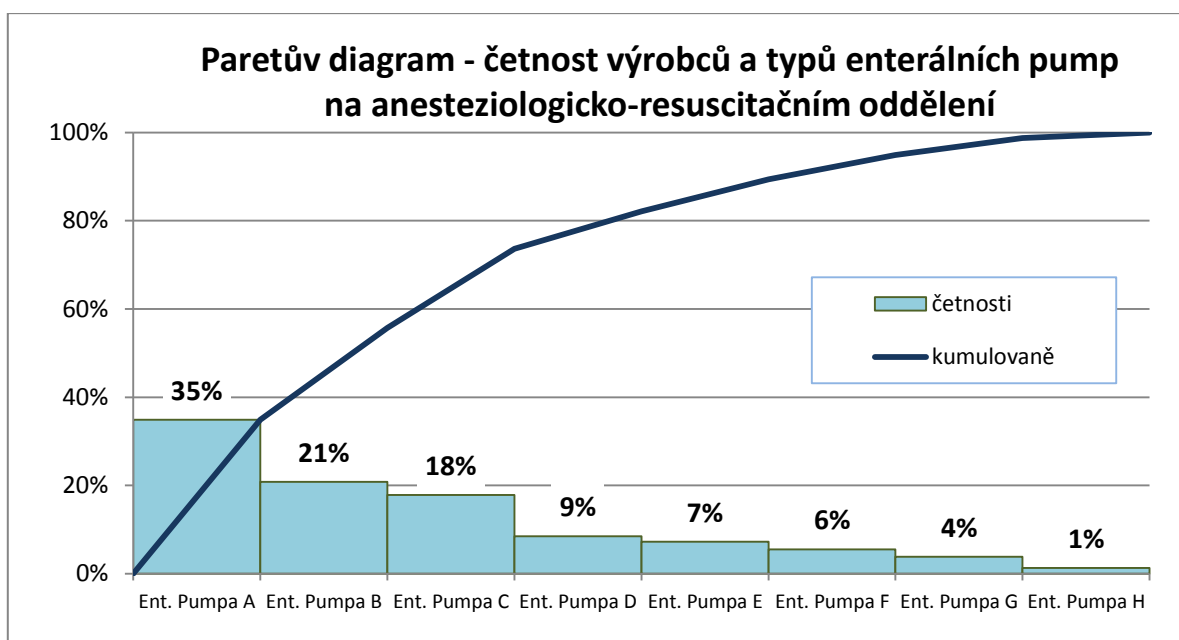


**Graf 3: Paretův diagram – četnost výrobců na anesteziologicko – resuscitačním oddělení v ČR**

Nejčetnějšími infuzními pumpami z dotazníků vyšly pumpy v následující tabulce a jsou tedy použity v dalších metodách (viz *Tabulka 5*):

**Tabulka 5: Nejčetnější infuzní pumpy podle dotazníkového šetření**

Varianta	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
<b>Firma – typ přístroje</b>	B. Braun Medical – Infusomat P	B. Braun Medical – Infusomat Space	Fresenius – Volumat Agilia	B. Braun Medical – Space P



**Graf 4: Paretův diagram – četnost výrobců a typů enterálních pump na anesteziologicko-resuscitačním oddělení**

Z dotazníkového šetření vyšly jako nejčetnější, které tvoří 80% z celkového počtu, tyto enterální pumpy (viz *Tabulka 6*).

**Tabulka 6: Nejčetnější enterální pumpy podle dotazníkového šetření**

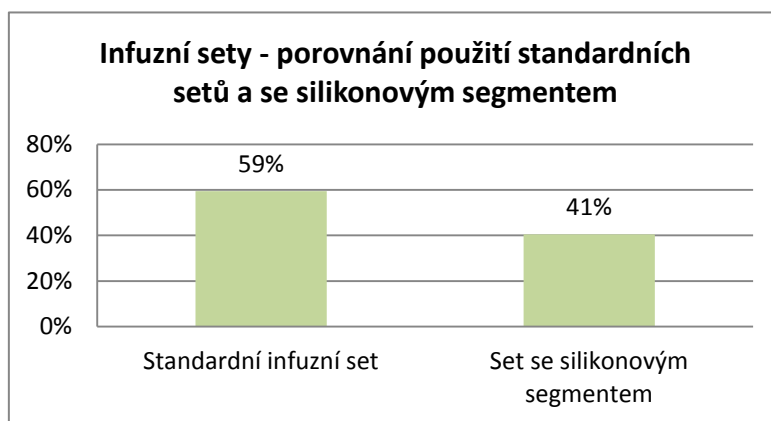
Varianta	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C	Enterální pumpa D
<b>Firma – typ přístroje</b>	Covidien ECE -Kangaroo	Fresenius – Applis	B. Braun Medical -Infusomat space	Nutricia – Flocare 800

#### 4.1.2 Průzkum v oblasti využívaných infuzních a enterálních setů

Součástí dotazníkového šetření bylo také zodpovězení otázek, jaké infuzní a enterální sety na oddělení využívají. Zda standardní či se silikonovým segmentem a po kolika hodinách sety mění a zda je to kvůli doporučení výrobcem či kvůli vnitřní směrnici. Rozdíl mezi standardními sety a sety se silikonovým segmentem byl popsán v kapitole 1.6.1.

Výsledky z dotazníkových dat jsou zpracovány v následujících grafech. Z grafu 4 je patrné, že stále převládají na odděleních sety standardní, které mají garantované přesné dávkování pouze 8 až 24 hodin. Z osobních rozhovorů s obchodními zástupci firem

B. Braun Medical, Fresenius KABI a Covidien ECE je ale patrné, že poptávka po infuzních pumpách, které jsou uzpůsobené na sety se silikonovým segmentem, přibývá. Pokud vnitřní nařízení nemocnice povoluje použití silikonového setu na výrobcem garantovaných 96 hodin použití, tak i přes vyšší pořizovací cenu je výsledná cena na den nižší než u setu standardního. Na následujících grafech je zaznamenáno procentuální rozložení použití standardních setů a setů silikonových (viz Graf 5).

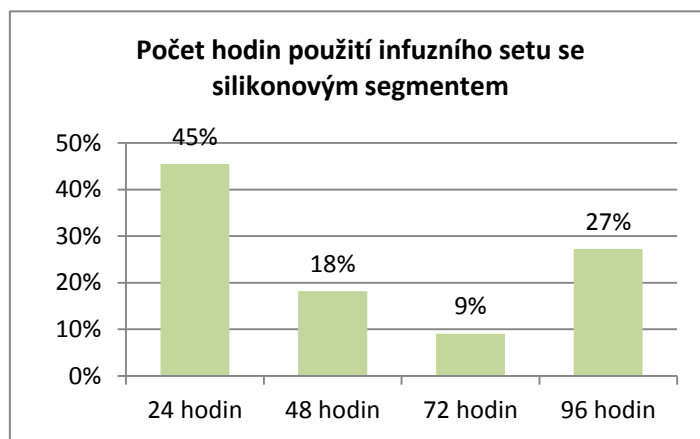


**Graf 5: Výsledek z dotazníkového šetření – porovnání používání standardních infuzních setů a setů se silikonovým segmentem**

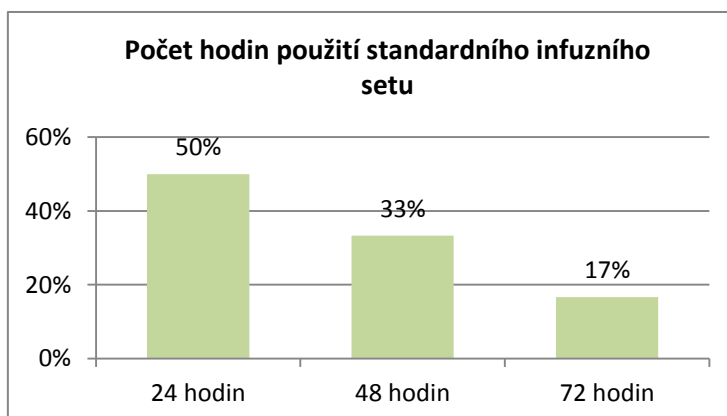
U standardních setů je použití v polovině případů stanoveno na 24 hodin. Z rozhovorů s respondenty bylo zjištěno, že nejčastěji postupují podle doporučení výrobcem, kdy je doba stanovena na 24 hodin. Ve zbylých případech je ale použití prodlouženo na 48 – 72 hodin a to zejména z důvodu metodického pokynu dané nemocnice, která nařizuje sety po této době měnit, přestože již výrobce negarantuje přesnost ani kvalitu materiálu (viz Graf 7). V několika nemocnicích se vyskytl problém u standardního setu, kdy opotřebením materiálu, a to tlakem lamel přístroje, v setu vznikly mikrotrhliny, které nasály vzduch. Čidlo přístroje personál ARO na tuto skutečnost alarmem upozornilo. Tuto situaci řeší buď posunutím nezdeformované části setu do přístroje, nebo výměnou za set nový. Sety se silikonovým segmentem jsou ve více než čtvrtině případů již zvyklí vyměňovat po předepsaných 96 hodinách (viz Graf 6). U ostatních respondentů se vyměňuje stále po méně hodinách právě kvůli nařízení nemocnice. Bylo zjištěno, že průběžně se v nemocnicích tento standard přepracovává a u několika nemocnic již bylo v metodickém pokynu rozlišeno, zda se jedná o sety standardní či silikonové a podle toho jsou nařizovány výměny setů. Nejvíce se personál ale přiklání k tomu, aby v pokynech byla uvedena výměna dle doporučení výrobcem. Tato varianta se vrchním sestrami, které byly osloveny, zdá jako nejefektivnější. Skutečnost,



že v dnešní době vrchní sestry řídí své nákupy na oddělení a jsou zodpovědné za jejich efektivitu, tak je pro ně otázka spotřebního materiálu velmi důležitá a často samy podnikají kroky k zefektivnění svých nákupů na oddělení. Konkrétní úspora při dodržování četnosti výměn setu dle výrobce je řešena v kapitole 4.4

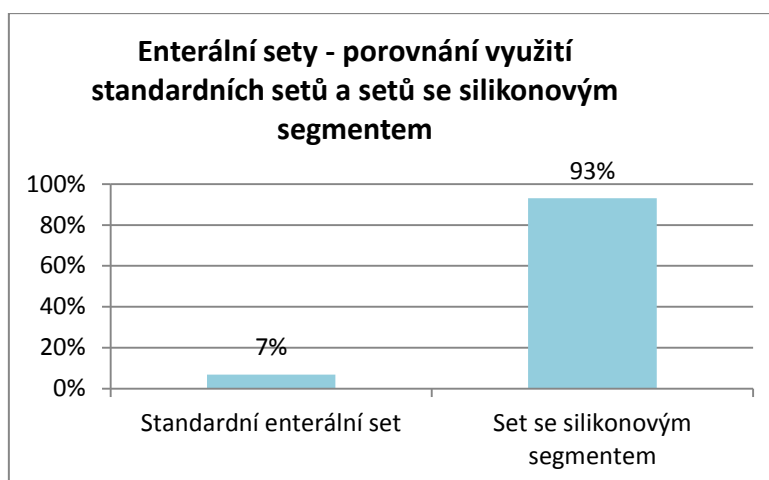


**Graf 6: Počet hodin použití infuzního setu se silikonovým segmentem**



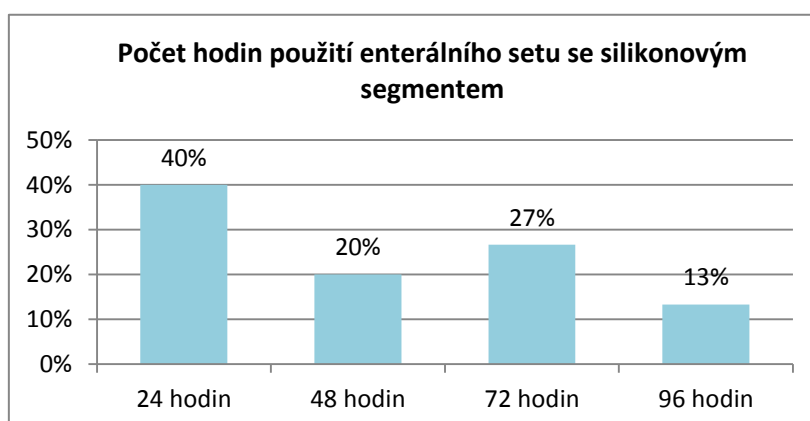
**Graf 7: Počet hodin použití standardního infuzního setu**

Na dalších grafech je situace znázorněna pro sety na enterální výživu. Graf 8 zobrazuje, že novější enterální pumpy již používají sety se silikonovým segmentem. Důvodem je zejména delší trvanlivost setu. Pouze u starších enterálních pump využívají sety standardní, ale ze všech dotázaných tvoří pouze 7%.

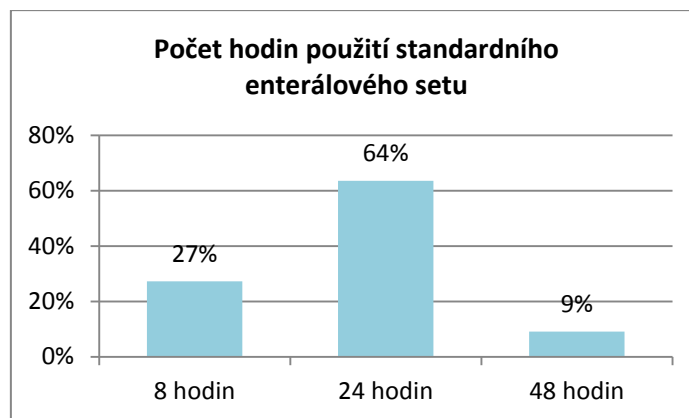


**Graf 8: Výsledek z dotazníkového šetření - porovnání používání standardních setů a setů se silikonovým segmentem u enterálních pump**

Graf 9 a Graf 10 znázorňuje rozložení použití podle počtu hodin. U standardního setu, který je využívám pouze v 7% je nejčastější výměna po 24 hodinách. V jedné čtvrtině případů je vyměňován dokonce po 8 hodinách. Zatím co sety se silikonovým segmentem se pomalu využívají i na delší časové období. 40% je ale stále vyměňován po 24 hodinách stejně jako standardní set (viz Graf 9). Z rozhovorů s vrchními sestrami bylo zjištěno, že i v těchto případech jde o metodický pokyn vedení nemocnice. V těchto případech je patrné, že metodické pokyny nejsou aktualizovány dostatečně často a díky nim je používání setů mnohem méně efektivní, než by bylo podle pokynů výrobce.



**Graf 9: Počet hodin použití enterálního setu se silikonovým segmentem**



**Graf 10: Počet hodin použití standardního enterálního setu**

### 4.1.3 Shrnutí výsledků z průzkumu

Z dotazníkového průzkumu bylo zjištěno, že mezi nejčtenější infuzní pumpy na anesteziologicko – resuscitačním oddělení patří:

- Infuzní pumpa A: B. Braun Medical – Infusomat P;
- Infuzní pumpa B: B. Braun Medical – Infusomat Space;
- Infuzní pumpa C: Fresenius KABI- Volumat Agilia;
- Infuzní pumpa D: B. Braun Medical – Space P.

Je tedy patrné, že na mnoha pracovištích již došlo k nákupu nových zařízení, jelikož například Infusomat Space od firmy B. Braun Medical s.r.o. patří mezi novinky na trhu. Podle obchodních zástupců firem B. Braun Medical a Fresenius KABI jsou tyto typy přístrojů doposud nabízeny jako nejkvalitnější a nejpropracovanější a jsou zařazovány do nabídek pro zdravotnická zařízení.

Potvrzeno to bylo i z četných rozhovorů s pracovníky nemocnic, že zejména na tomto sledovaném oddělení se snaží v rámci dostupných zdrojů o modernizaci jak prostor, tak technického zázemí, v rámci dostupných zdrojů, co nejčastěji.

Bylo provedeno zhodnocení vybraných typů infuzní techniky podle technické dokumentace a tyto 4 přístroje jsou podle základních technických parametrů srovnatelné a budou tedy porovnávány metodami HTA.

Výsledky ohledně enterálních pump byly také srovnány a Paretovou analýzou byly určeny také 4 nejčtenější, které jsou:

- Enterální pumpa A: Covidien ECE –Kangaroo;
- Enterální pumpa B: Fresenius KABI – Applis;
- Enterální pumpa C: B. Braun Medical -Infusomat Space;
- Enterální pumpa D: Nutricia – Flocare 800.

Z rozhovorů s respondenty bylo zjištěno, že enterální pumpa od firmy Nutricia se ale do zdravotnických zařízení pouze zapůjčuje a oddělení je zavázáno k odběru spotřebního materiálu i výživ od této firmy. Do dalšího porovnávání tedy nebude zařazeno, jelikož v posledním kroku u hodnocení nákladové efektivity je počítáno s pořizovací cenou přístroje, kterou se nepodařilo od firmy zjistit.

Z výsledků je také patrné, že oddělení, která již zakoupila infuzní pumpu od firmy B. Braun Medical – Infusomat Space, ji využívají také jako enterální pumpu. Tato infuzní pumpa totiž jako jediná na trhu umožňuje volbu, zda ji personál v danou chvíli chce využít jako pumpu infuzní či jako pumpu enterální. Pumpa je přizpůsobená jak technickými parametry, tak z hlediska setů i softwarově. Záleží tedy na současném požadavku personálu.

Z těchto informací lze soudit, že lze rozdělit nákup infuzní a enterální pumpy do dvou modelů.

- Model č 1. – Nákup infuzní pumpy, které umí zastoupit také funkci enterálních pump a lze jejich použití nastavovat podle potřeby;
- Model č. 2 – Nákup infuzních a enterálních pump zvlášť, často i od jiného dodavatele.

Dalšími metodami bude zjištěno, který z modelů je pro oddělení nejefektivnější.

## 4.2 Hodnocení infuzní techniky

Metody HTA, které budou využívány, byly již blíže popsány v kapitole 3. V předchozí kapitole byly díky Paretově analýze vybrány 4 infuzní pumpy, které budou porovnávány právě pomocí metod HTA. Po prostudování manuálů a komunikaci s obchodními zástupci vybraných firem bylo zjištěno, že neexistují výrazné odchylky v základní technické specifikaci mezi vybranými typy pump. Tyto infuzní pumpy mají podobné nastavení objemů infuze (liší se Infusomat Space, který má možnost nastavovat objemy také v kroku 0,01 ml/hod, tedy zaručuje vysokou přesnost dávky), doby trvání infuze, rychlosti dávkování,

nastavování alarmů, nastavení bolusu, detektory vzduchových bublin, knihovnu léčiv atd. Hlavním rozdílem je možnost využití. Zatím co Infusomat Space lze využít jak pro infuzní a enterální terapii, je uzpůsoben také pro podání transfuze a to dokonce z hlediska vysoké přesnosti také na onkologii a neonatologii. Ostatní infuzní pumpy jsou určeny pouze k infuzní terapii.

V následujících kapitolách bude popsán proces výběru kritérií, kterým odborníci stanovili pomocí bodovací a Saatyho metodě váhy, které byly využity pro multikriteriální hodnocení TOPSIS a AHP. Efekty z těchto metod dále složily jako jedna ze vstupních dat do analýzy nákladové efektivity.

#### **4.2.1 Hodnocení vah kritérií pro nákup infuzní techniky**

Kapitola vyhodnocení vah kritérií je rozdělena na proces výběru kritérií a samotné hodnocení vah kritérií pomocí bodovací a Saatyho metody

##### **Proces výběru kritérií**

Výběr kritérií byl konzultován se skupinou odborníků, kteří aktivně pracují s infuzní technikou a disponují letitou praxí a zkušenostmi. Do skupiny byly zahrnuty dvě vrchní a dvě staniční sestry z anesteziologicko-resuscitačního oddělení z různých nemocnic v České republice. Čtyři biomedicínské inženýři, z nichž dva mají na starosti přímo oddělení ARO v různých nemocnicích a dva pracují jako servisní technici pro infuzní a enterální techniku různých firem. Každý z odborníků zvláště navrhl kritéria, která by měla být zařazena do stanovení vah. Následně byly tyto návrhy zpracovány, zpětně konzultovány a následně každý ohodnotil konečná kritéria pomocí bodovací a Saatyho matice. *Tabulka 7* uvádí vybraná kritéria odbornou skupinou.

Tabulka 7: Vybraná kritéria odbornou skupinou pro infuzní pumpy

Označení kritéria	Kritérium
K1	Ovladatelnost (hodnocení 0-10)
K2	Cena servisu (Kč bez DPH/2 roky)
K3	Cena spotřebního materiálu (Kč bez DPH/ ks/ den)
K4	Možnost propojení s nemocničním informačním systémem (0/1)
K5	Rozměry – celková výška 8 přístrojů nad sebou (mm)
K6	Celková hmotnost (kg)
K7	Možnost proškolení technikem na vlastní servis ve ZZ (0/1)
K8	Provozní doba záložního zdroje (hod)
K9	Kompatibilita (0/1)

Vybraná kritéria bylo možné kvantifikovat dle technických specifikací a ceníkových cen. Ovladatelnost byla posuzována personálem, který dané přístroje aktivně využívá, a to ve stupnici od 1 do 10.

Cena servisu zahrnovala u všech firem kompletní bezpečnostně technickou kontrolu včetně desinfekce přístroje. Cena dopravy nebyla zahrnuta.

Cena spotřebního materiálu zahrnuje pořizovací cenu setu přepočítanou na den. Bylo tak učiněno kvůli rozdílným garancím přesnosti dávkování výrobcem. Například u infuzních pump Infusomat P a Infusomat Space P je přístroj kompatibilní pouze se standardním setem, který má maximální garanci 24 hodin, zatím co Infuzní pumpy Infusomat Space a Agillia jsou již kompatibilní se silikonovými sety, které mají garanci bezpečnosti setu po dobu 96 hodin. Cena setů tedy byla sjednocena a přepočítána u všech na cenu za 24 hodin.

Ostatní technické specifikace byly kvantifikovány jak z technických manuálů daných přístrojů, tak za pomoci servisních techniků dané firmy, kteří se přímo infuzní technikou zabývají nebo přímo z technické dokumentace přístroje, která byla firmou poskytnuta.

Během výběru parametrů bylo vyřazeno kritérium pořizovací ceny a možnost rozšíření o nadstavbový software.

Požizovací cena byla vyřazena z důvodu jejího využití pro analýzu nákladové efektivity, Kritérium možnosti rozšíření o nadstavbový software bylo sloučeno pod kritérium kompatibility.

**Kritérium kompatibility zahrnuje**

- kompatibility přístroje k ostatním přístrojům od dané firmy;
- kompatibility k nadstavbovému softwaru;
- možnosti dokoupení kompatibilního příslušenství (dokovací stanice, spotřební materiál);
- kompatibility s enterální pumpou od příslušné firmy.

**Výpočet vah kritérií pro hodnocení infuzní techniky**

Pro hodnocení infuzní techniky bylo využito těchto metod:

- Bodovací metoda;
- Saatyho metoda.

Obě metody hodnotili všichni zapojení odborníci. S každým odborníkem probíhalo osobní vyhodnocení obou metod, kdy mu byl předložen dotazník s instrukcemi, které mu byly ještě ústně vysvětleny včetně tabulky na zapisování odpovědí (dotazník pro odborníky zařazen do přílohy B).

Princip a výpočet vah pomocí bodovací a Saatyho metody byly zmíněny v kapitole 3.2.

S využitím následujícího vzorce 5.1 byly hodnoty u obou metod od jednotlivých odborníků zprůměrovány (viz příloha C). U Saatyho matic byl stanoven podle vzorce (3.5) a (3.6) poměr konzistence, který u všech 16 matic vyšel  $CR < 0.1$ . Matice tedy jsou konzistentní.

$$\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i, \quad 5.1$$

Následující *Tabulka 8* zaznamenává výsledky vah z bodovací i Saatyho matice.

Tabulka 8: Výsledky stanovení vah kritérií bodovací a Saatyho metodou pro infuzní techniku

Označení kritéria	Kritérium	Váhy z bodovací metody	Váhy ze Saatyho metody
K1	Ovladatelnost	0,133	0,153
K2	Cena servisu	0,104	0,097
K3	Cena spotřebního materiálu	0,124	0,127
K4	Možnost propojení s KIS	0,051	0,070
K5	Rozměry	0,112	0,060
K6	Celková hmotnost	0,105	0,051
K7	Možnost proškolení technikem k vlastnímu servisu	0,131	0,139
K8	Provozní doba záložního zdroje	0,138	0,176
K9	Kompatibilita	0,103	0,126
<b>Suma</b>		1,000	1,000

### Shrnutí výsledků z hodnocení vah kritérií u infuzní techniky

Při porovnání výsledků (viz *Tabulka 8*) z obou metod bylo zjištěno, že pořadí kritérií se v hlavních kritériích neliší, pouze se liší kritéria s menší vahou, ale hodnota vah je mezi kritérii téměř stejná. Rozdíly jsou pravděpodobně způsobeny citlivějším zhodnocením Saatyho metodou než bodovací metodou. Tyto váhy byly použity v následném multikriteriálním hodnocení.

#### 4.2.2 Multikriteriální hodnocení u infuzní techniky

##### Hodnocení pomocí metody TOPSIS

V této kapitole byly využity váhy z bodovací a Saatyho metody pro potřeby výpočtu metody TOPSIS.

V této kapitole je popsán postup výpočtů, který zahrnuje určení normalizovaných kritériálních hodnot, stanovení ideální a bazální varianty, vzdálenosti od ideální a bazální varianty. Průběžné výsledky jsou zařazeny do Přílohy C. Poslední fází výpočtů je určení



relativních ukazatelů vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty podle vzorce (3.15). Tabulka 9 obsahuje vstupní data pro výpočty. Postupná data jsou uvedena v následujících tabulkách (viz Tabulka 9 Tabulka 13).

**Tabulka 9: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty pro infuzní pumpy**

Hodnocené parametry – Infuzní technika	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Infuzní pumpa A	9	1310	10,8	0	1920	3,1	3,5	1	0
Infuzní pumpa B	10	1310	14,75	1	656	1,4	8,5	1	1
Infuzní pumpa C	9	1028	11,19	0	1300	2	6	0	0
Infuzní pumpa D	10	1310	10,8	1	656	1,4	4	1	1
<i>Povaha kritéria</i>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Max</b>	<b>Max</b>

Všechna kritéria bylo nutné převést na maximalizační povahu. Kritéria K2 (cena servisu), K3 (cena spotřebního materiálu), K5 (rozměr) a K6 (hmotnost) tedy byly vynásobené hodnotou (-1).

**Tabulka 10: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty převedené na maximalizační hodnoty**

Hodnocené parametry – Infuzní technika	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Infuzní pumpa A	9	-1310	-10,8	0	-1920	-3,1	3,5	1	0
Infuzní pumpa B	10	-1310	-14,75	1	-656	-1,4	8,5	1	1
Infuzní pumpa C	9	-1028	-11,19	0	-1300	-2,0	6,0	0	0
Infuzní pumpa D	10	-1310	-10,8	1	-656	-1,4	4,0	1	1
<i>Povaha kritéria</i>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Max</b>	<b>Max</b>

Pomocí vzorce (3.9) byla z kriteriaálních hodnot stanovena normalizovaná kriteriaální matice.

Tabulka 11: Normalizovaná kritériální matice pro infuzní techniku

Normalizovaná kritériální matice	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Infuzní pumpa A	0,473	-0,526	-0,450	0,000	-0,769	-0,740	0,300	0,577	0,000
Infuzní pumpa B	0,526	-0,526	-0,615	1,000	-0,263	-0,334	0,728	0,577	0,707
Infuzní pumpa C	0,473	-0,413	-0,466	0,000	-0,521	-0,478	0,514	0,000	0,000
Infuzní pumpa D	0,526	-0,526	-0,450	0,000	-0,263	-0,334	0,342	0,577	0,707

V dalším kroku byla vypočtena vážená kritériální matice a stanoveny ideální a bazální hodnoty (viz *Tabulka 12*, *Tabulka 13*) a to jak pro váhu stanovenou z bodovací metody, tak ze Saatyho metody (vzorec (3.11)(3.12)).

Tabulka 12: Vážená kritériální matice (kritériální váhy z bodovací metody) pro infuzní techniku

Vážená kritériální matice (bodovací metoda)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Infuzní pumpa A	0,008	-0,006	-0,007	0,000	-0,010	-0,008	0,005	0,011	0,000
Infuzní pumpa B	0,009	-0,006	-0,009	0,002	-0,003	-0,004	0,012	0,011	0,007
Infuzní pumpa C	0,008	-0,004	-0,007	0,000	-0,007	-0,005	0,009	0,000	0,000
Infuzní pumpa D	0,009	-0,006	-0,007	0,000	-0,003	-0,004	0,006	0,011	0,007
<b>Bazální hodnota (H)</b>	<b>0,008</b>	<b>-0,006</b>	<b>-0,009</b>	<b>0,000</b>	<b>-0,010</b>	<b>-0,008</b>	<b>0,005</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<b>Ideální hodnota (D)</b>	<b>0,009</b>	<b>-0,004</b>	<b>-0,007</b>	<b>0,002</b>	<b>-0,003</b>	<b>-0,004</b>	<b>0,012</b>	<b>0,011</b>	<b>0,007</b>

Tabulka 13: Vážená kritériální matice (kritériální váhy ze Saatyho metody) pro infuzní techniku

Vážená kritériální matice (Saatyho metoda)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Infuzní pumpa A	0,011	-0,005	-0,007	0,000	-0,003	-0,002	0,006	0,018	0,000
Infuzní pumpa B	0,012	-0,005	-0,010	0,005	-0,001	-0,001	0,014	0,018	0,011
Infuzní pumpa C	0,011	-0,004	-0,008	0,000	-0,002	-0,001	0,010	0,000	0,000
Infuzní pumpa D	0,012	-0,005	-0,007	0,000	-0,001	-0,001	0,007	0,018	0,011
<i>Bazální hodnota (H)</i>	<b>0,011</b>	<b>-0,005</b>	<b>-0,010</b>	<b>0,000</b>	<b>-0,003</b>	<b>-0,002</b>	<b>0,006</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
<i>Ideální hodnota (D)</i>	<b>0,012</b>	<b>-0,004</b>	<b>-0,007</b>	<b>0,005</b>	<b>-0,001</b>	<b>-0,001</b>	<b>0,014</b>	<b>0,018</b>	<b>0,011</b>

### Hodnocení pomocí metody AHP

V kapitole 3.3 byl popsán princip metody AHP, který spočívá ve vyjádření preference mezi jednotlivými variantami z pohledu každého kritéria. Jednotlivé hodnoty do následujících matic byly stanovené stejnou skupinou odborníků jako u Bodovací a Saatyho matice. Dotazník je vložen jako Příloha E. Odborníci vycházeli z technických parametrů jednotlivých variant zobrazené v tabulce. (viz *Tabulka 9*).

Z následující matice vyplývá, že rozdíly mezi ovladatelností, kterou mají jednotlivé varianty téměř na stejné úrovni, hodnotí odborníci důležitost pouze o něco méně či více významnější.

Tabulka 14: Saatyho matice pro kritérium: Ovladatelnost

Ovladatelnost	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	1/3	1	1/3
Infuzní pumpa B	3	1	3	1
Infuzní pumpa C	1	1/3	1	1/3
Infuzní pumpa D	3	1	3	1

U následujících matic, které se věnují ceně servisu a spotřebního materiálu, je patrné, že odborníci opět menší rozdíly mezi cenou servisu jednotlivých variant hodnotí pouze o něco

méně jako důležité. Při stanovení důležitosti u ceny spotřebního materiálu ale již i drobné rozdíly hrály pro odborníky vyšší důležitost.

**Tabulka 15: Saatyho matice pro kritérium: Cena servisu**

Cena servisu	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	1	1/3	1
Infuzní pumpa B	1	1	1/3	1
Infuzní pumpa C	3	3	1	3
Infuzní pumpa D	1	1	1/3	1

**Tabulka 16: Saatyho matice pro kritérium: Cena spotřebního materiálu**

Cena spotřebního materiálu	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	5	3	1
Infuzní pumpa B	1/5	1	1/3	1/5
Infuzní pumpa A	1/3	3	1	1/3
Infuzní pumpa B	1	5	3	1

Otázka propojení informačního systému byla pro odborníky velmi důležitá a její absenci stanovily jako silně významnou nevýhodu.

**Tabulka 17: Saatyho matice pro kritérium: Možnost propojení s KIS**

Možnost propojení s KIS	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	1/7	1	1
Infuzní pumpa B	7	1	7	7
Infuzní pumpa C	1	1/7	1	1
Infuzní pumpa D	1	1/7	1	1

U určování významnosti bylo patrné, že rozdíly v rozměrech byly hodnoceny větší významností než při hodnocení hmotnosti přístroje.

**Tabulka 18 Saatyho matice pro kritérium: Rozměry přístroje**

Rozměry	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	1/9	1/5	1/9
Infuzní pumpa B	9	1	7	1
Infuzní pumpa C	5	1/7	1	1/7
Infuzní pumpa D	9	1	7	1

**Tabulka 19 Saatyho matice pro kritérium: Hmotnost přístroje**

Hmotnost	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	1/7	1/5	1/7
Infuzní pumpa B	7	1	3	1
Infuzní pumpa C	5	1/3	1	1/3
Infuzní pumpa D	7	1	3	1

Vzhledem k četnému využívání infuzní techniky i mimo připojení k síti je i důležitost výdrže baterie z pohledu hodnotitelů významná a hraje při rozhodování velkou roli.

**Tabulka 20 Saatyho matice pro kritérium: Provozní doba záložního zdroje**

Provozní doba záložního zdroje	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	1/9	1/7	1/3
Infuzní pumpa B	9	1	3	5
Infuzní pumpa C	7	1/3	1	3
Infuzní pumpa D	3	1/5	1/3	1

U větších nemocnic je přikládána velká významnost vlastnímu servisu a na hodnocení je možnost proškolení brána za velmi významnou výhodu.

**Tabulka 21 Saatyho matice pro kritérium: Proškolení technikem k vlastnímu servisu**

Proškolení technikem	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	1	7	1
Infuzní pumpa B	1	1	7	1
Infuzní pumpa C	1/7	1/7	1	1/7
Infuzní pumpa D	1	1	7	1

Kompatibilita přístrojů mezi sebou, taktéž kompatibilita s přidruženým příslušenstvím, softwarem a spotřebním materiálem hraje u hodnotitelů také velkou roli.

**Tabulka 22 Saatyho matice pro kritérium: Kompatibilita**

Kompatibilita	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
Infuzní pumpa A	1	1/9	1	1/9
Infuzní pumpa B	9	1	9	1
Infuzní pumpa C	1	1/9	1	1/9
Infuzní pumpa D	9	1	9	1

Následně byl pro všechna kritéria vypočten vážený průměr a ten byl rozdělen podle vah z bodovací i Saatyho matice. Výsledné součty a pořadí jsou zaznamenány tabulkách. (viz Tabulka 23 a Tabulka 24). U infuzní pumpy má nejvyšší hodnotu efektu při využití vah z bodovací i Saatyho metody Infusomat Space od firmy B. Braun Medical s.r.o. s hodnotou 0,166 a 0,159. Jako druhý v pořadí je Space P. U 3. a 4. pořadí došlo u bodovací a Saatyho metody k prohození.

**Tabulka 23: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah z bodovací metody, jejich součet a výsledné pořadí**

Varianta/Kritéria	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
<b>K1</b>	0,017	0,05	0,017	0,05
<b>K2</b>	0,017	0,017	0,052	0,017
<b>K3</b>	0,048	0,008	0,019	0,048
<b>K4</b>	0,005	0,036	0,005	0,005
<b>K5</b>	0,004	0,049	0,01	0,049
<b>K6</b>	0,005	0,042	0,017	0,042
<b>K7</b>	0,006	0,075	0,036	0,015
<b>K8</b>	0,044	0,044	0,006	0,044
<b>K9</b>	0,005	0,046	0,005	0,046
<b>Součet</b>	<b>0,151</b>	<b>0,367</b>	<b>0,166</b>	<b>0,316</b>
<b>Pořadí</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

**Tabulka 24: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah ze Saatyho metody, jejich součet a výsledné pořadí**

Varianta/Kritéria	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
<b>K1</b>	0,019	0,057	0,019	0,057
<b>K2</b>	0,016	0,016	0,048	0,016
<b>K3</b>	50	0,009	0,019	0,05
<b>K4</b>	0,007	0,049	0,007	0,007
<b>K5</b>	0,002	0,026	0,005	0,026
<b>K6</b>	0,002	0,02	0,008	0,02
<b>K7</b>	0,006	0,08	0,038	0,016
<b>K8</b>	0,056	0,056	0,008	0,056
<b>K9</b>	0,006	0,057	0,006	0,057
<b>Součet</b>	<b>0,165</b>	<b>0,37</b>	<b>0,159</b>	<b>0,305</b>
<b>Pořadí</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

## Shrnutí výsledků pro infuzní techniku z multikriteriálního hodnocení

Tabulka 25 a Tabulka 26 zobrazuje spočtené efekty pro infuzní techniku pomocí vah z bodovací a Saatyho metody v metodě TOPSIS a AHP. Přístroj s největším efektem je přístroj Infusomat Space od firmy B. Braun Medical s.r.o. s hodnotou efektu 0,858 a 0,913 v metodě TOPSIS a 0,367 a 0,370 v metodě AHP. Sestupně podle velikosti efektu jsou podle metody TOPSIS Space P, Infusomat P také od firmy B. Braun Medical a přístroj Volumat Agilia od firmy Fresenius KABI. U metody AHP došlo k prohození 3. a 4. Pořadí oproti metodě TOPSIS.

Tabulka 25: Výsledné efekty z metody TOPSIS pro infuzní techniku

Varianta přístroje	Efektivní hodnota		Pořadí
	Bodovací/TOPSIS	Saaty/TOPSIS	
<b>BBM-Infusomat P</b>	0,457	0,547	<b>3</b>
<b>BBM-Infusomat Space</b>	0,859	0,891	<b>1</b>
<b>Fresenius KABI-Volumat Agilia</b>	0,299	0,185	<b>4</b>
<b>BBM-Space P</b>	0,685	0,704	<b>2</b>

Tabulka 26: Výsledné efekty z metody AHP pro infuzní techniku

Varianta přístroje	Efektivní hodnota		Pořadí
	Bodovací/AHP	Saaty/AHP	
<b>BBM-Infusomat P</b>	0,151	0,165	<b>4</b>
<b>BBM-Infusomat Space</b>	0,367	0,370	<b>1</b>
<b>Fresenius KABI-Volumat Agilia</b>	0,166	0,159	<b>3</b>
<b>BBM-Space P</b>	0,316	0,305	<b>2</b>

### 4.2.3 Analýza nákladové efektivity pro infuzní techniku

Modelování nákladové efektivity bylo prováděno z pohledu zřizovatele ZZ. V této kapitole budou provedeny výpočty pomocí rovnice (3.16). Bylo počítáno s náklady, které představují pořizovací cenu přístroje. Náklady na personál ani náklady na energie nebyly posuzovány,



jelikož se neliší. V následující tabulce jsou uvedeny pořizovací ceny vybraných infuzních pump. Budeme uvažovat, že se pořizují infuzní pumpy k 1 patientskému lůžku. Díky četným konzultacím s personálem na tomto oddělení, byl stanoven počet 5 kusů jako průměrný k jednomu lůžku. Vždy záleží na individuálním stavu pacienta. Pořizovací cena je tedy násobena číslem 5.

**Tabulka 27: Pořizovací cena 5-ti kusů infuzních pump**

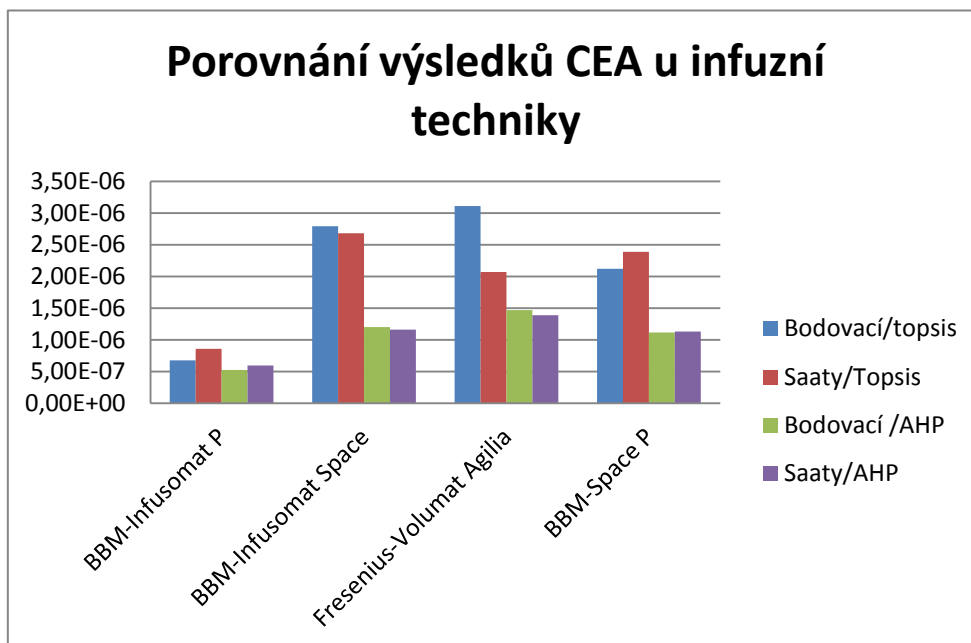
Typ infuzní pumpy	Pořizovací cena (Kč bez DPH/5ks)
BBM - Infusomat P	239950
BBM - Infusomat Space	294500
Fresenius KABI - Volumat Agilia	130000
BBM - Space P	294500

Pomocí vzorce pro nákladovou efektivitu byl proveden výpočet vždy pro oba výsledky z metody TOPSIS u všech variant.

**Tabulka 28: Výsledné hodnocení nákladové efektivity infuzní techniky**

CEA / Typ infuzní pumpy	CEA (Bodovací/TOPSIS)	CEA (Saaty /TOPSIS)	CEA (Bod./AHP)	CEA (Saaty /AHP)	Pořadí
BBM-Infusomat P	1,90605E-06	2,30612E-06	6,30535E-07	6,88288E-07	3
BBM-Infusomat Space	<b>2,91663E-06</b>	<b>3,02176E-06</b>	<b>1,27638E-06</b>	<b>1,2571E-06</b>	1
Fresenius KABI-Volumat Agilia	2,30092E-06	1,43943E-06	1,2483E-06	1,22656E-06	4
BBM-Space P	2,32735E-06	2,51992E-06	1,07459E-06	1,03625E-06	2

Tabulka 28 dokazuje, že jednoznačně nejvyšší efekt na korunu má, podle všech využitých metod, pořízení přístroje Infusomat Space i v počtu 5-ti kusů. Všechny výsledky u jednotlivých variant jsou zobrazené v následujícím grafu (viz Graf 11).



Graf 11: Porovnání výsledků CEA u infuzní techniky

### 4.3 Hodnocení enterální techniky

V kapitole 5.2 bylo provedeno vyhodnocení nejefektivnějšího typu infuzní techniky. V této kapitole bude za pomoci stejných metod provedeno hodnocení enterální techniky. Z Paretova diagramu vyšly nejčtenější 4 enterální pumpy. Enterální pumpa značky Nutricia – Flocare 800 byla nakonec vyřazena z důvodu jiné prodejní politiky firmy a neposkytnutí prodejní ceny pro tyto účely diplomové práce. Tato enterální pumpa se na oddělení pouze zapůjčuje a nesplňuje tedy požadavky na naši nákladovou analýzu, kdy efekt je počítán z pořizovací ceny přístroje. Budou tedy posuzovány první tři enterální pumpy:

- Enterální pumpa A: Covidien ECE – Kangaroo;
- Enterální pumpa B: Fresenius KABI – Applix;
- Enterální pumpa C: Braun Medical – Infusomat Space.

Tyto pumpy jsou všechny uzpůsobené na set se silikonovým segmentem, mají podobné možnosti nastavení rychlosti podávání či objemu podávání výživovacího roztoku. Lze nastavit počet a interval dávek, nastavovat alarmy apod.

Rozdíl je u enterální pumpy Covidien ECE – Kangaroo, která má jako jediná na trhu enterální pumpu s proplachem sond. Jde o funkci, kdy si přístroj provede proplach sám

a personál nemusí zasahovat manuálně. Proplach sond je nutné provádět pravidelně a to po 3-4 hodinách malým množstvím převařené vody. U ostatních enterálních pump proplach provádí personál. Nevýhodou u pumpy s proplachem je vyšší cena spotřebního materiálu, tedy setu.

### 4.3.1 Hodnocení vah kritérií pro nákup enterální techniky

Kapitola vyhodnocení vah kritérií je, stejně jako u infuzní techniky, rozdělena na proces výběru kritérií a samotné hodnocení vah kritérií pomocí bodovací a Saatyho metody.

#### Proces výběru kritérií

Kritéria pro enterální techniku byla vybírána stejnou odbornou skupinou jako kritéria pro infuzní techniku. Všichni členové skupiny jak z řad sester na oddělení, tak techniků pracují také s enterálními pumpami, takže jejich posouzení kritérií je na odborné úrovni a letité praxi.

Všichni odborníci se také shodli, že bude využito stejných kritérií jako u infuzní techniky, jelikož všechna kritéria jsou stejně významná i pro tento druh přístrojové techniky. Pouze u kritéria K5 místo výšky přístrojů bylo toto kritérium poupraveno o celkový rozměr v mm<sup>3</sup>. Tato změna vzešla z faktu, že u jednoho lůžka je obvykle potřeba pouze jedna enterální pumpa. Je tedy důležitý zejména její celkový rozměr. U kritéria K9 bylo definováno posouzení ohledně důležitosti vzájemné kompatibility infuzní pumpy a enterální pumpy.

Tabulka 29: Seznam zvolených kritérií pro enterální techniku

Označení kritéria	Kritérium
K1	Ovladatelnost (hodnocení 0-10)
K2	Cena servisu (Kč bez DPH/2 roky)
K3	Cena spotřebního materiálu (Kč bez DPH/ ks/ den)
K4	Možnost propojení s nemocničním informačním systémem (0/1)
K5	Rozměry – celková výška 8 přístrojů nad sebou (mm <sup>3</sup> )
K6	Celková hmotnost (kg)
K7	Možnost proškolení technikem na vlastní servis ve ZZ (0/1)
K8	Provozní doba záložního zdroje (hod)
K9	Kompatibilita (0/1)

## Výpočet vah kritérií pro hodnocení enterální techniky

Stejně jako u hodnocení infuzní techniky bylo využito bodovací a Saatyho metody.

Členové odborné skupiny vyplňovali dotazník, který byl stejný jako pro infuzní techniku (Viz Příloha B).

Výsledné váhy kritérií jsou zaznamenány ( viz *Tabulka 30*). Průběžné výsledky jsou zařazené do Přílohy D.

**Tabulka 30: Výsledky stanovení vah kritérií bodovací a Saatyho metodou pro enterální techniku**

Označení kritéria	Kritérium	Váhy z bodovací metody	Váhy ze Saatyho metody
<b>K1</b>	Ovladatelnost	0,180	0,184
<b>K2</b>	Cena servisu	0,110	0,093
<b>K3</b>	Cena spotřebního materiálu	0,135	0,167
<b>K4</b>	Možnost propojení s KIS	0,042	0,050
<b>K5</b>	Rozměry	0,119	0,096
<b>K6</b>	Celková hmotnost	0,102	0,087
<b>K7</b>	Možnost proškolení technikem k vlastnímu servisu	0,076	0,071
<b>K8</b>	Provozní doba záložního zdroje	0,122	0,136
<b>K9</b>	Kompatibilita	0,116	0,116
<b>Suma</b>		1,000	1,000

## Shrnutí výsledků z hodnocení vah kritérií u enterální techniky

Z výsledků vzešlo, že i když jsou kritéria podle velikosti váhy seřazena u obou metod rozdílně, tak jde pouze o prohození 3 kritérií mezi sebou, a to kompatibility, rozměru a ceny servisu. U Saatyho metody cena servisu a rozměry dosáhly stejné váhy a jsou tedy stejně významné. U bodovací metody jsou kritéria seřazena sestupně takto: rozměry, kompatibilita a cena servisu. Nejedná se ale o velké rozdíly v hodnotách vah.

### 4.3.2 Multikriteriální hodnocení u enterální techniky

#### Hodnocení pomocí metody TOPSIS

U hodnocení metodou TOPSIS byly využity, stejně jako pro infuzní techniku, váhy z bodovací a Saatyho metody. Opět byla díky metodě TOPSIS určena matice normalizovaných kritériálních hodnot, stanovena ideální a bazální varianta a vzdálenosti od ideální a bazální varianty. V závěru jsou spočítané relativní ukazatele vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty podle vzorce (3.15). *Tabulka 31* obsahuje opět vstupní data pro výpočty. Průběžné výpočty jsou uvedeny v Tabulkách 31-34.

**Tabulka 31: Kritériální hodnoty pro jednotlivé varianty enterálních pump**

Hodnocené parametry – Infuzní technika	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Enterální pumpa A	10	1244	45,25	0	2 719 980	0,93	16	0	0
Enterální pumpa B	10	1310	42,5	1	1 804 448	1,4	8,5	1	1
Enterální pumpa C	9	1379	51,12	0	3 203 928	1,22	15	0	0
<i>Povaha kritéria</i>	Max	Min	Min	Max	Min	Min	Max	Max	Max

Všechna kritéria bylo opět nutné převést na maximalizační povahu. Kritéria K2, K3, K5 a K6 tedy byly vynásobené hodnotou (-1).

**Tabulka 32: Kritériální hodnoty pro jednotlivé varianty převedené na maximalizační hodnoty**

Hodnocené parametry – Infuzní technika	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Enterální pumpa A	10	-1244	-45,25	0	-2 719 980	-0,93	16	0	0
Enterální pumpa B	10	-1310	-42,5	1	-1 804 448	-1,4	8,5	1	1
Enterální pumpa C	9	-1379	-51,12	0	-3 203 928	-1,22	15	0	0
<i>Povaha kritéria</i>	Max	Min	Min	Max	Min	Min	Max	Max	Max

Pomocí vzorce (3.9) byla z kritériálních hodnot stanovena normalizovaná kritériální matice.

**Tabulka 33: Normalizovaná kritériální matice pro infuzní techniku**

Normalizovaná kritériální matice	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Enterální pumpa A	0,597	-0,547	-0,563	0,000	-0,595	-0,448	0,680	0,000	0,000
Enterální pumpa B	0,597	-0,576	-0,528	1,000	-0,395	-0,674	0,361	1,000	1,000
Enterální pumpa C	0,537	-0,607	-0,636	0,000	-0,700	-0,587	0,638	0,000	0,000

V dalším kroku byla, stejně jako u infuzní techniky, vypočtena vážená kritériální matice a stanoveny ideální a bazální hodnoty (Tabulka 34 a Tabulka 35), a to jak pro váhu stanovenou z bodovací metody, tak ze Saatyho metody (vzorce (3.11)(3.12)).

**Tabulka 34: Vážená kritériální matice (kritériální váhy z bodovací metody)**

Vážená kritériální matice (bodovací metoda)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Enterální pumpa A	0,019	-0,007	-0,010	0,000	-0,008	-0,005	0,004	0,000	0,000
Enterální pumpa B	0,019	-0,007	-0,010	0,002	-0,006	-0,007	0,002	0,015	0,013
Enterální pumpa C	0,017	-0,007	-0,012	0,000	-0,010	-0,006	0,004	0,000	0,000
Bazální hodnota (H)	<b>0,017</b>	<b>-0,007</b>	<b>-0,012</b>	<b>0,000</b>	<b>-0,010</b>	<b>-0,007</b>	<b>0,002</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Ideální hodnota (D)	<b>0,019</b>	<b>-0,007</b>	<b>-0,010</b>	<b>0,002</b>	<b>-0,006</b>	<b>-0,005</b>	<b>0,004</b>	<b>0,015</b>	<b>0,013</b>

Tabulka 35: Vážená kritériální matice (kritériální váhy ze Saatyho metody)

Vážená kritériální matice (Saatyho metoda)	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Enterální pumpa A	0,020	-0,005	-0,016	0,000	-0,005	-0,003	0,003	0,000	0,000
Enterální pumpa B	0,020	-0,005	-0,015	0,002	-0,004	-0,005	0,002	0,018	0,013
Enterální pumpa C	0,018	-0,005	-0,018	0,000	-0,006	-0,004	0,003	0,000	0,000
Bazální hodnota (H)	<b>0,018</b>	<b>-0,005</b>	<b>-0,018</b>	<b>0,000</b>	<b>-0,006</b>	<b>-0,005</b>	<b>0,002</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
Ideální hodnota (D)	<b>0,020</b>	<b>-0,005</b>	<b>-0,015</b>	<b>0,002</b>	<b>-0,004</b>	<b>-0,003</b>	<b>0,003</b>	<b>0,018</b>	<b>0,013</b>

### Hodnocení pomocí metody AHP

Stejnou formou jako u využití metody AHP pro infuzní techniku, tak i u enterální techniky vybrání odborníci vyhodnotili významnost jednotlivých kritérií u vybraných variant. Vycházeli z technických dat, které uvádí *Tabulka 31*.

U enterální techniky došli k závěrům jednotliví odborníci vždy téměř jednomyslně. Pouze u kritérií kompatibility vznikly spory vzhledem k předchozím zkušenostem odborníků v otázkách kompatibility s infuzní technikou. Taktéž u propojení s KIS se někteří přikláněli k menší důležitosti u enterálních pump. Ze stran sester ale z hlediska dokumentace pacienta bylo propojení s KIS velmi důležité.

Kritérium ovladatelnost má pouze malou odchylku od ostatních variant a odborníci mu nepřikládali moc velkou důležitost.

Tabulka 36: Saatyho matice pro kritérium: Ovladatelnost

Ovladatelnost	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	1	3
Enterální pumpa B	1	1	3
Enterální pumpa C	1/3	1/3	1

V ceně servisu i spotřebního materiálu byly, stejně jako u infuzní techniky, rozdíly v závěrečném hodnocení odborníků významné.

Tabulka 37: Saatyho matice pro kritérium: Cena servisu

Cena servisu	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	5	5
Enterální pumpa B	1/5	1	3
Enterální pumpa C	1/5	1/3	1

Tabulka 38: Saatyho matice pro kritérium: Cena spotřebního materiálu

Cena spotřebního materiálu	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	1/5	5
Enterální pumpa B	5	1	7
Enterální pumpa C	1/5	1/7	1

Odborníci se u otázky propojení s KIS domluvili, že z otázky provozu a dokumentace je toto kritérium významné.

Tabulka 39: Saatyho matice pro kritérium: Možnost propojení s KIS

Možnost propojení s KIS	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	1/7	1
Enterální pumpa B	7	1	7
Enterální pumpa C	1	1/7	1



Stejně jako i infuzní techniky byly rozdíly v rozměrech i hmotnosti hodnoceny vyšší významností.

**Tabulka 40: Saatyho matice pro kritérium: Rozměry přístroje**

Rozměry	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	1/7	3
Enterální pumpa B	7	1	9
Enterální pumpa C	1/3	1/9	1

**Tabulka 41: Saatyho matice pro kritérium: Hmotnost přístroje**

Hmotnost	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	5	3
Enterální pumpa B	1/5	1	1/3
Enterální pumpa C	1/3	3	1

U enterální techniky je provoz na záložní zdroj na tomto oddělení méně častý a tedy i významnost byla ze strany odborníků nižší.

**Tabulka 42: Saatyho matice pro kritérium: Provozní doba záložního zdroje**

Provozní doba záložního zdroje	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	5	3
Enterální pumpa B	1/5	1	1/5
Enterální pumpa C	1/3	5	1

**Tabulka 43: Saatyho matice pro kritérium: Proškolení technikem k vlastnímu servisu**

Proškolení technikem	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	1/7	1
Enterální pumpa B	7	1	7
Enterální pumpa C	1	1/7	1

Z hlediska kompatibility a školení bylo hodnoceno na stejné úrovni jako u infuzní techniky.

**Tabulka 44: Saatyho matice pro kritérium: Kompatibilita**

Kompatibilita	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Enterální pumpa A	1	1/9	1
Enterální pumpa B	9	1	9
Enterální pumpa C	1	1/9	1

V následujících tabulkách jsou znázorněny výsledky normovaných hodnot z hodnocení odborníků rozdělených podle vah z bodovací a Saatyho metody (viz *Tabulka 45*, *Tabulka 46*)

**Tabulka 45: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah z bodovací metody, jejich součet a výsledné pořadí**

Varianta/Kritéria	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
<b>K1</b>	0,077	0,077	0,026
<b>K2</b>	0,077	0,022	0,011
<b>K3</b>	0,029	0,096	0,009
<b>K4</b>	0,005	0,032	0,005
<b>K5</b>	0,018	0,093	0,008
<b>K6</b>	0,065	0,011	0,026
<b>K7</b>	0,047	0,006	0,023
<b>K8</b>	0,014	0,095	0,014
<b>K9</b>	0,011	0,095	0,011
<b>Výsledek</b>	<b>0,342</b>	<b>0,528</b>	<b>0,131</b>
<b>Pořadí</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

**Tabulka 46: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah ze Saatyho metody, jejich součet a výsledné pořadí**

Varianta/Kritéria	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
<b>K1</b>	0,079	0,079	0,026
<b>K2</b>	0,065	0,019	0,009
<b>K3</b>	0,037	0,119	0,011
<b>K4</b>	0,006	0,039	0,006
<b>K5</b>	0,014	0,075	0,006
<b>K6</b>	0,056	0,009	0,023
<b>K7</b>	0,044	0,006	0,021
<b>K8</b>	0,015	0,105	0,015
<b>K9</b>	0,011	0,095	0,011
<b>Výsledek</b>	<b>0,326</b>	<b>0,547</b>	<b>0,128</b>
<b>Pořadí</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

### **Shrnutí výsledků pro enterální techniku z multikritériálního hodnocení**

Tabulka 25 znázorňuje výsledné efekty (výpočet podle rovnice (3.15) pro enterální techniku pomocí vah z bodovací a Saatyho metody v metodě TOPSIS a AHP. Přístroj s největším efektem v metodě TOPSIS je i u enterální techniky Infusomat Space od firmy B. Braun Medical s.r.o. s hodnotou efektu 0,874 a 0,907 z metody TOPSIS a 0,528 a 0,547 z metody AHP. Jako další se sestupně podle efektivní hodnoty na druhém pořadí umístila enterální pumpa Applix od firmy Fresenius KABI a jako poslední s nejmenší hodnotou efektu Kangaroo od firmy Covidien ECE. Výsledky jsou znázorněny v následujících tabulkách (viz Tabulka 47, Tabulka 48).

Tabulka 47: Výsledné efekty z metody TOPSIS pro enterální techniku

Varianta přístroje	Efektivní hodnota		Pořadí
	Bodovací/TOPSIS	Saaty/TOPSIS	
Fresenius KABI– Applix	0,169	0,144	2
BBM-Infusomat Space	0,874	0,907	1
Covidien ECE – Kangaroo	0,081	0,062	3

Tabulka 48: Výsledné efekty z metody TOPSIS pro enterální techniku

Varianta přístroje	Efektivní hodnota		Pořadí
	Bodovací/AHP	Saaty/AHP	
Fresenius KABI– Applix	0,342	0,326	2
BBM-Infusomat Space	0,528	0,547	1
Covidien ECE – Kangaroo	0,131	0,128	3

### 4.3.3 Analýza nákladové efektivity pro enterální techniku

I pro enterální techniku byly provedeny výpočty pomocí rovnice (3.16) se zaměřením na výsledný efekt na korunu z hlediska zřizovatele zdravotnického zařízení. *Tabulka 49* uvádí pořizovací ceny vybraných enterálních pump. Enterální pumpa se vyskytuje u patientského lůžka pouze po jednom kuse. Pořizovací cena je tedy započtena pouze jednou.

Tabulka 49: Pořizovací cena enterální pumpy

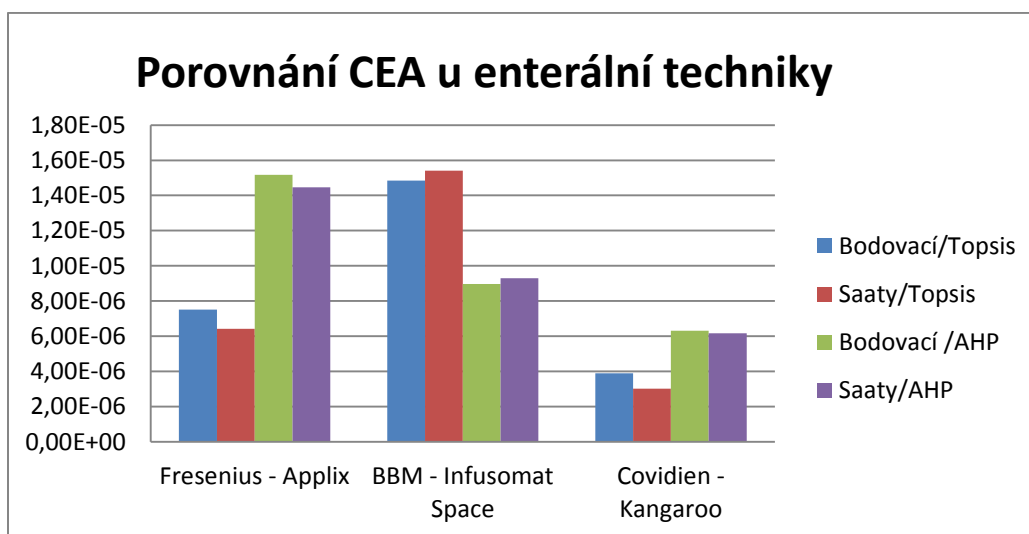
Typ enterální pumpy	Pořizovací cena (Kč bez DPH)
Fresenius KABI– Applix	22500
BBM-Infusomat Space	58900
Covidien ECE– Kangaroo	20716

Pomocí vzorce pro nákladovou efektivitu (3.16) byl proveden výpočet vždy pro oba výsledky z metody TOPSIS a AHP u všech variant.

Tabulka 50: Výsledné hodnocení nákladové efektivity enterální techniky

Typ enterální pumpy	CEA (Bodovací/TOPSIS)	CEA (Saaty /TOPSIS)	CEA (Bodovací/AHP)	CEA (Saaty /AHP)	pořadí
Fresenius KABI – Applix	7,51058E-06	6,4088E-06	<b>1,51795E-05</b>	<b>1,44672E-05</b>	2
BBM-Infusomat Space	<b>1,48363E-05</b>	<b>1,54072E-05</b>	8,96142E-06	9,28387E-06	1
Covidien ECE– Kangaroo	3,89524E-06	3,00868E-06	6,30592E-06	6,16278E-06	3

Tabulka 28 znázorňuje, že nejvyšší efekt na korunu má pořízení přístroje Infusomat Space. Jako druhý v pořadí se umístil Applix od firmy Fresenius KABI a jako poslední v pořadí se umístil Kangaroo od firmy Covidien ECE. U metody AHP má nejvyšší efekt na jednotku ceny enterální pumpa od firmy Fresenius KABI– Applix. Další v pořadí se umístil Infusomat Space a nejnižší hodnotu má Covidien ECE- Kangaroo. Rozdíly v jednotlivých výsledcích jsou dány zejména značným rozdílem pořizovacích cen, kdy váhy u některých kritérií nejsou tak významné jako u infuzní techniky a tudíž celkový efekt není o tolik rozdílný jako právě u infuzní techniky. Vzhledem k faktu, že v hodnocení pomocí metody TOPSIS byly porovnávány varianty již bez intervence odborníků pouze na základě výpočtů, je možné se domnívat, že výsledky z této metody budou objektivnější a dal by se jim přikládat vyšší význam. Z následujícího grafu je ale patrné, že celkový nákladový efekt má nejvyšší Infusomat Space (viz Graf 12).



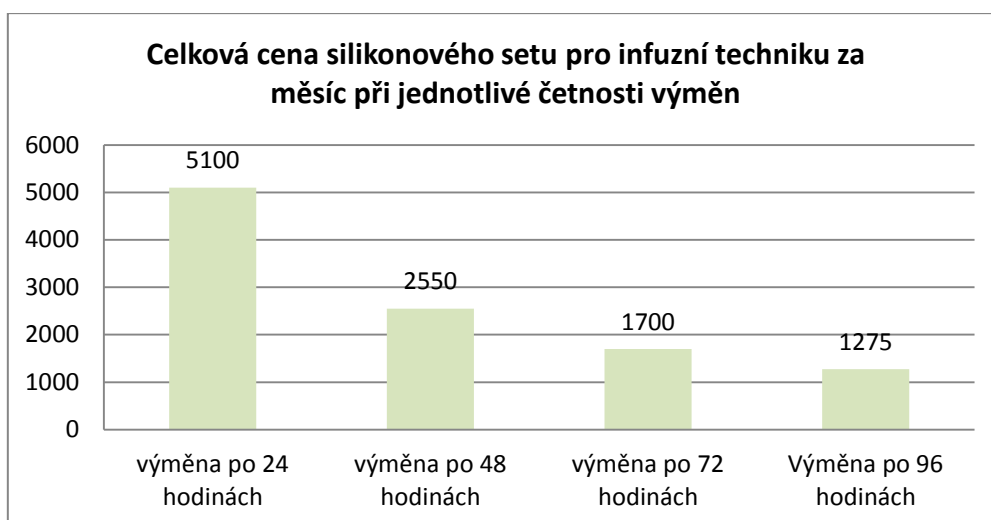
Graf 12: Porovnání výsledků CEA u enterální techniky

#### 4.4 Návrh četnosti výměn infuzního a enterálního setu

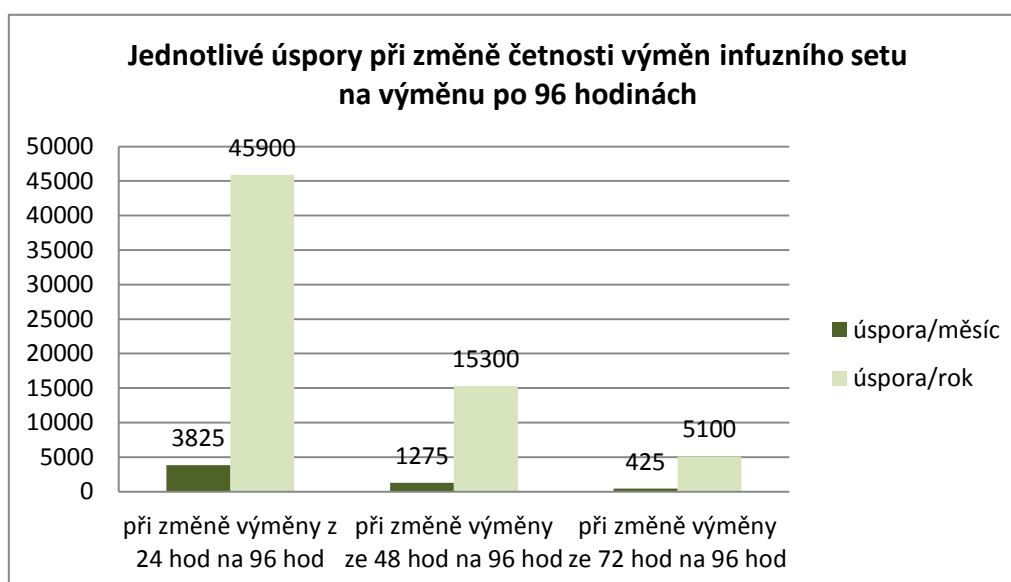
Infuzní a enterální sety tvoří velmi významnou součást provozu infuzní a enterální techniky a nákladům spojeným s pořizováním tohoto spotřebního materiálu je nutné věnovat pozornost.

Všechny enterální a polovina infuzních pump, které byly porovnávány, jsou již kompatibilní pro sety se silikonovým segmentem, které mají od výrobce garantovanou přesnost až na 96 hodin. Vzhledem k výsledkům z průzkumu se ale této možnosti využívá u infuzních pump pouze ve 27 % a u enterálních pump dokonce ve 13 %. Z dalších konzultací bylo zjištěno, že častější výměny jsou dány zejména vnitřními předpisy na oddělení. Právě metodický pokyn, který se stanovuje buď pro jednotlivá oddělení, nebo pro všechna oddělení dohromady často nepočítá s využíváním těchto setů na některých odděleních. Zdravotnický personál se přitom často přiklání k výměně po delším čase, zejména kvůli finanční výhodnosti a při častější výměně je pacient vystaven riziku nozokomiální infekce. Při nastavení výměny podle doporučení výrobce by úspora na spotřebním materiálu významně stoupla.

Vzhledem k výsledkům a nejvyšší efektivnosti při pořízení infuzní pumpy od firmy B. Braun Medical – Infusomat Space bylo hodnocena celková cena za infuzní a enterální set, který je určený pro tuto infuzní pumpu. Graf 13 znázorňuje pokles celkové pořizovací ceny tohoto infuzního setu za měsíc při snížení četnosti výměny na 48, 72 a 96 hodin. Podle doporučení výrobce, lze set měnit po 96 hodinách a cena za měsíc na pořízení setů v počtu cca 7 ks je tedy 442,5 Kč. Tato hodnota byla brána jako komparativní při výpočtu úspory za měsíc a rok při změně četnosti z 24 hodin na 96 hodin, při změně ze 72 hodin na 96 hodin a také při změně četnosti ze 72 hodin na 96 hodin. Úspora při změně z četnosti z 24 hodin na 96 hodin je tedy 45900 Kč za rok. (viz Graf 14).



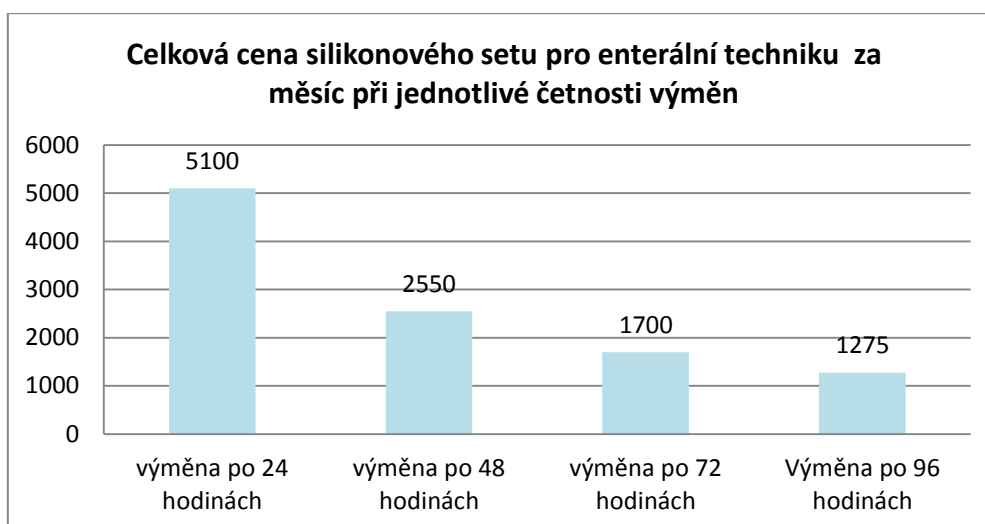
**Graf 13: Celková cena silikonového setu pro infuzní techniku za měsíc pro jednotlivé četnosti výměn**



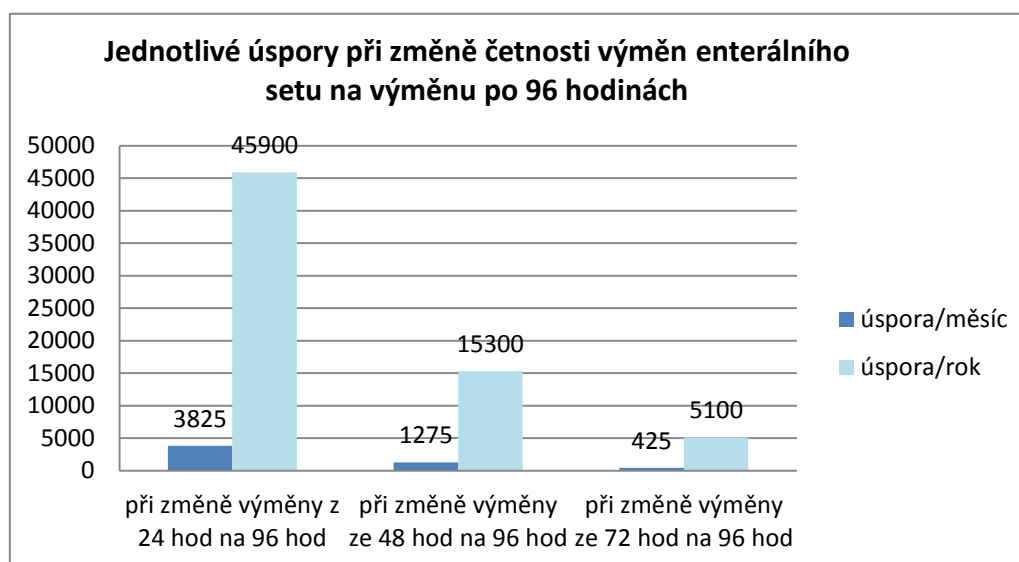
**Graf 14: Jednotlivé úspory při změně četnosti výměn infuzního setu na výměnu po 96 hodinách**

Stejně porovnání bylo provedeno u enterálního setu. Opět bylo počítáno s enterálním setem pro pumpu s celkovou nejvyšší hodnotou efektu na jednotku ceny. Tedy pro Infusomat Space od B. Braun Medical.

Celková nákupní cena za enterální sety při denní výměně vyjde oddělení na 5100 Kč za měsíc, zatím co cena při doporučené výměně po 96 hodinách vyjde na 1275 Kč za měsíc (viz Graf 15). Graf 16 znázorňuje celkovou měsíční a roční úsporu při změně četnosti jednotlivých výměn na výměnu po 96 hodinách. Změna četnosti výměn z 24 hodin na 96 hodin přinese oddělení roční úsporu na tomto materiál až 45900 Kč.



Graf 15: Celková cena setu pro enterální techniku za měsíc při jednotlivých četnostech výměn



Graf 16: Jednotlivé úspory při změně četnosti výměn enterálního setu na výměnu po 96 hodinách

## 4.5 Shrnutí výsledků pro infuzní a enterální techniku na ARO

Na začátku diplomové práce bylo zjištěno, že v posledních letech se nákup infuzní a enterální techniky na oddělení ARO rozdělil na dva modely. V rámci této práce byl proveden průzkum spolu s četnými konzultacemi jak s personálem v řadě nemocnic na odděleních, tak i se zástupci firem. Bylo potvrzeno, že čím dál častěji personál uvažuje o nákupu multifunkčních infuzních pump, které mohou využívat i jako pumpy enterální. V průběhu diplomové práce bylo provedeno pomocí metod HTA porovnání mezi infuzní a enterální technikou, která se nejčastěji vyskytuje na anesteziologicko-resuscitačním oddělení. Mezi



nejčtenější zástupce patřil právě i typ, který splňuje požadavky na provoz infuzní i enterální pumpy. Z výsledků vzešlo, že na anesteziologicko-resuscitační oddělení, které chce investovat do nového technického zařízení v podobě infuzních a enterálních pump, je nejefektivnější pořizovat infuzní pumpy typu Infusomat Space od firmy B. Braun Medical. Tento přístroj vykazuje vzhledem k daným kritériím nejvyšší hodnoty efektu, a to i přes výrazně vyšší pořizovací cenu. Vzhledem k faktu, že tento typ infuzní pumpy je vhodný k využití i jako pumpy enterální, může si personál zvolit podle potřeby, kterou terapii k pacientovi konkrétně využije. Při pořízení této pumpy je také možné si vybrat, zda personál chce využívat pumpu kompatibilní se sety standardními či silikonovými. Vzhledem k faktu, že pumpa má stejné pořizovací náklady, ale pouze pumpa zařízená na silikonový segment je kompatibilní s enterálovým setem, tak výsledky této práce jsou určeny pouze pro variantu pumpy na silikonové sety.

Při uzpůsobení vnitřní směrnice k použití infuzních a enterálních setů podle pokynů výrobce je efektivita značně zvýšena a silikonové sety v přepočtu na den představují nižší provozní náklady. Navíc tento typ infuzní pumpy lze díky přesnému dávkování využít také na podání transfuze či onkologické terapie a dokonce na novorozeneckém oddělení. Tato pumpa také jako jediná splňuje požadavek na propojení s klasifikačním informačním systémem, tedy zaznamenává všechny terapie u daného pacienta. Tím usnadňuje práci personálu s příslušnou dokumentací.

Po několika konzultacích s personálem, jenž tyto pumpy již využívá, je také důležité zmínit, že jako jedna z důležitých výhod pořízení jednotného vybavení k patientskému lůžku z oblasti infuzní techniky je právě kompatibilita přístrojů mezi sebou, možnost využití dokovacích stanic, kdy jsou všechny pumpy napájené pouze jedním zdrojovým kabelem. Další výhodou pro personál je jednotnost alarmů, ovládání i využití stejných setů.

Z výpočtů v kapitole 4.4 bylo zjištěno, že při dodržování četnosti výměn infuzních a enterálních setů podle doporučení výrobce může oddělení ušetřit na jednom přístroji ročně až kolem 45 000 Kč pouze u tohoto spotřebního materiálu. V dnešní době je pro oddělení často stanoven metodický pokyn, který nařizuje výměny infuzních setů z hlediska snížení rizika infekce na 24 hodin. Výrobce ale garantuje bezpečnost po dobu až 96 hodin a častější výměny spíše nedoporučuje právě kvůli zvýšení rizika nozokomiální infekce, jelikož je četnost zásahů do centrálního řečiště zvýšena.

Při doporučené změně vnitřního metodického pokynu by se na oddělení dal pořídit z ročních potenciálně ušetřených finančních prostředků z jedné infuzní či enterální pumpy jeden nový Infusomat Space. Vzhledem k počtu této techniky u jednoho lůžka či dokonce na celém oddělení jde o velmi významnou potenciální úsporu.

## 5 Diskuze

Cílem této práce bylo zjistit současné modely nákupu infuzní a enterální techniky na specializované oddělení ARO. Následně nejčtenější zástupce těchto dvou přístrojových komodit vyhodnotit pomocí metod HTA.

Úvodní kapitoly se také věnují současné problematice ve zdravotnictví jak v České republice, tak ve světě. Dále byl proveden pomocí literární rešerše průzkum dostupných studií, které se věnují využití metod HTA, které lze využít k účelům této diplomové práce [19-34]. Vybrané publikované studie jasně prokazují, že nejčastěji se využívají nákladové analýzy [22; 24; 25]. Často jsou kombinovány s multikriteriálními metodami [28; 29; 31; 34]. Tyto metody lze využít na velmi široké spektrum hodnotících parametrů což je vhodné právě u porovnání zdravotnické techniky [30; 31; 33]. Z množství studií se dá hodnotit, že v poslední době vlivem tlaku na úsporu ve zdravotnictví se těchto metod využívá stále častěji k efektivnějšímu investování zdrojů.

V další fázi byl proveden průzkum, ze kterého byly Paretovým diagramem vybrány 4 nečtenější infuzní a enterální pumpy. U těchto přístrojů pak byly stanoveny díky odborné skupině hodnotící kritéria a následně stanoveny pomocí bodovací metody a Saatyho metody váhy pro tato kritéria. Tyto váhy byly dále využity pro metodu TOPSIS a AHP. Z vybraných studií bylo patrné, že pro hodnocení zdravotnické techniky jsou z metod HTA vhodné zejména nákladové analýzy a to konkrétně nákladová efektivita. Tato metoda byla ve studiích nejčastěji propojena s multikriteriálním hodnocením. To je pro zdravotnickou techniku vhodné, protože umožňuje definovat libovolné množství jasných kritérií, která jsou pro danou skupinu nejdůležitější a díky rozvržení vah mezi tato kritéria přesně stanovit efekt vybraných variant. Jak bylo ve studiích prokázáno, je možné posuzovat jak kvalitativní, tak kvantitativní kritéria dohromady a to zajistí ucelený výsledek. V této diplomové práci byly použity právě tyto nejčastější postupy pro hodnocení zdravotnické techniky a stejně jako u výše zmíněných studií se osvědčily a vyhodnotily nejefektivnější variantu nákupu.

Z výsledků vychází jako nejefektivnější jak u infuzní tak u enterální techniky Infusomat Space od firmy B. Braun Medical s.r.o., který disponuje jak softwarově, tak technicky možností využití jako pumpa infuzní i enterální. Tato pumpa se dá využít i pro podání transfuzí či na onkologickou léčbu a to díky přesnému dávkování, které lze jako u jediného z variant nastavit již v řádech 0,01 ml/hod .

Díky metodě CEA bylo prokázáno, že i přes výrazně vyšší pořizovací náklady se investice vzhledem k hodnotám efektivity vyplatí. Zejména na takto specializovaném pracovišti, jakým je ARO.

Bylo by možné také postupovat s výběrem hodnocených variant jiným způsobem. Pomocí odborníků sestavit minimální požadavky na technické parametry přístrojů a provést analýzu celého trhu. Tím by se do možných variant mohly zařadit i pumpy, které sice splňují požadavky, ale nejsou v současnosti na žádném oddělení využívány. Tato práce se ale zabývala současným trendem nákupu na oddělení a jeho vyhodnocením.

Kritickým místem této práce je sestavování hodnotících kritérií s každým odborníkem zvlášť. Bylo by vhodnější sestavit tato kritéria formou brainstormingu a také takto kritéria hodnotit. Byli sice vybráni odborníci s dlouholetou praxí, ale z různých nemocnic po České republice a nebylo možné skupinu sezvat v jeden čas na jedno místo.

Při výběru vhodných odborníků, kteří sestavují jak samotná kritéria hodnocení, tak samotné váhy jednotlivých kritérií, bylo důležité, aby byly vybrány jak sestry, které na oddělení s tímto typem přístroje denně pracují, tak technici či biomedicínské technici, kteří provádějí na těchto přístrojích pravidelné kontroly, opravy, instalace nového softwaru apod.

Dalším diskutabilním faktem jsou právě některá z kritérií. Vzhledem k tomu, že jako odborníci byli vybráni lidé pracující na odděleních čítajících od 10 do 15 lůžek, tak některá kritéria odpovídají jejich technické vyspělosti a velikosti oddělení.

## 5.1 Citlivostní analýza výsledků

Při nákupu infuzní a enterální techniky na ARO menšího rozměru je téměř zbytečné, aby technika disponovala propojením s KIS. Po několika konzultacích s vrchními sestrami a odborníky bylo rozhodnuto provést druhé hodnocení bez kritéria propojení s KIS. Po konzultaci se servisními technikami z firem B. Braun Medical, Fresenius KABI a Covidien ECE bylo také doporučeno pro menší nemocnice vyřadit kritérium zaškolení pro vlastní servis. Jediní, kdo školení na vlastní servis u infuzní a enterální techniky provádí, jsou servisní technici firmy B. Braun Medical, a to zejména pro větší nemocnice. Každý požadavek od jednotlivé nemocnice je vždy posuzován individuálně a pro nemocnice menšího rozsahu jde spíše o výjimečnou záležitost, a proto bylo rozhodnuto toto kritérium také vynechat.

Bylo tedy vyřazeno kritérium propojení s nemocničním systémem a možnost proškolení na vlastní servis, k vyhodnocení nejefektivnější varianty pro menší oddělení. Váha kritérií u infuzní a enterální techniky byla také vypočtena pomocí bodovací a Saatyho matice

### Multikriteriální hodnocení infuzní a enterální techniky bez vybraných kritérií

Vybraná kritéria pro infuzní a enterální techniku, výsledné váhy stanovené z bodovací a Saatyho metody (viz *Tabulka 51*).

**Tabulka 51: Váhy kritérií ze Saatyho metody pro infuzní a enterální pumpu**

Označení kritéria	Kritérium	Váhy z bodovací metody pro infuzní pumpu	Váhy ze Saatyho metody pro infuzní pumpu	Váhy z bodovací metody pro enterální pumpu	Váhy ze Saatyho metody pro enterální pumpu
K1	Ovladatelnost	0,164	0,200	0,215	0,252
K2	Cena servisu	0,129	0,109	0,132	0,118
K3	Cena spotřebního materiálu	0,153	0,199	0,161	0,222
K4	Rozměry	0,138	0,083	0,142	0,102
K5	Celková hmotnost	0,129	0,074	0,121	0,092
K6	Provozní doba záložního zdroje	0,161	0,159	0,091	0,078
K7	Kompatibilita	0,126	0,176	0,139	0,137
<b>Suma</b>		1,000	1,000	1,000	1,000

V následujících tabulkách jsou vypsány porovnávané varianty infuzních a enterálních pump, které jsou stejné jako u předchozích hodnocení (viz *Tabulka 52* a *Tabulka 53*).

## Porovnávání infuzní a enterální pumpy

**Tabulka 52: Porovnávání varianty infuzních pump**

Infuzní technika – varianta	Firma – Typ přístroje
Infuzní pumpa A	BBM-Infusomat P
Infuzní pumpa B	BBM-Infusomat Space
Infuzní pumpa C	Fresenius KABI-Volumat Agilia
Infuzní pumpa D	BBM-Space P

**Tabulka 53: Porovnávání varianty enterálních pump**

Enterální technika – varianta	Firma – Typ přístroje
Enterální pumpa A	Fresenius – Applix
Enterální pumpa B	BBM-Infusomat Space
Enterální pumpa C	Covidien ECE – Kangaroo

### Multikriteriální hodnocení infuzní techniky pomocí metody TOPSIS

Stejně jako v kapitole 3.3 bylo provedeno hodnocení infuzní techniky pomocí metody TOPSIS. Hodnocené parametry jsou stále stejné, pouze byly vynechány kritéria propojení s informačním systémem a proškolení na vlastní servis. V následujících tabulkách byla opět kritéria převedena na maximalizační a sestavena vážená kritériální matice a stanoveny bazální a ideální hodnoty u všech kritérií (viz *Tabulka 54, Tabulka 56*)

Tabulka 54: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty infuzních pump

Hodnocené parametry – Infuzní technika	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
<b>Infuzní pumpa A</b>	9	1310	10,8	1920	3,1	3,5	0
<b>Infuzní pumpa B</b>	10	1310	14,75	656	1,4	8,5	1
<b>Infuzní pumpa C</b>	9	1028	11,19	1300	2	6	0
<b>Infuzní pumpa D</b>	10	1310	10,8	656	1,4	4	1
<b>Povaha kritéria</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Min</b>	<b>Min</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Max</b>

Tabulka 55: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy z bodovací metody)

Vážená kriteriaální matice	K1	K2	K3	K5	K6	K7	K9
<b>Infuzní pumpa A</b>	0,013	-0,009	-0,011	-0,015	-0,012	0,008	0,000
<b>Infuzní pumpa B</b>	0,014	-0,009	-0,014	-0,005	-0,006	0,019	0,011
<b>Infuzní pumpa C</b>	0,013	-0,007	-0,011	-0,010	-0,008	0,013	0,000
<b>Infuzní pumpa D</b>	0,014	-0,009	-0,011	-0,005	-0,006	0,009	0,011
<b>Bazální hodnota (H)</b>	<b>0,013</b>	<b>-0,009</b>	<b>-0,014</b>	<b>-0,015</b>	<b>-0,012</b>	<b>0,008</b>	<b>0,000</b>
<b>Ideální hodnota (D)</b>	<b>0,014</b>	<b>-0,007</b>	<b>-0,011</b>	<b>-0,005</b>	<b>-0,006</b>	<b>0,019</b>	<b>0,011</b>

Tabulka 56: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy ze Saatyho metody metody)

Vážená kriteriaální matice	K1	K2	K3	K5	K6	K7	K9
<b>Infuzní pumpa A</b>	0,019	-0,006	-0,018	-0,005	-0,004	0,008	0,000
<b>Infuzní pumpa B</b>	0,021	-0,006	-0,024	-0,002	-0,002	0,018	0,022
<b>Infuzní pumpa C</b>	0,019	-0,005	-0,018	-0,004	-0,003	0,013	0,000
<b>Infuzní pumpa D</b>	0,021	-0,006	-0,018	-0,002	-0,002	0,009	0,022
<b>Bazální hodnota (H)</b>	<b>0,019</b>	<b>-0,006</b>	<b>-0,024</b>	<b>-0,005</b>	<b>-0,004</b>	<b>0,008</b>	<b>0,000</b>
<b>Ideální hodnota (D)</b>	<b>0,021</b>	<b>-0,005</b>	<b>-0,018</b>	<b>-0,002</b>	<b>-0,002</b>	<b>0,018</b>	<b>0,022</b>

### Multikriteriální hodnocení infuzní techniky pomocí metody AHP

U multikriteriálního hodnocení pomocí metody AHP bylo využito výsledků z jednotlivých Saatyho matic z kapitoly 3.3, pouze nebylo využito matic kritérií: Možnost propojení s KIS a Možnost proškolení k vlastnímu servisu. Výsledné hodnoty byly rozděleny podle vah kritérií z bodovací a Saatyho matice. U obou variant jako je infuzní pumpa s nejvyšším efektem opět Infusomat Space od B. Braun Medical s hodnotou 0,354 a 0,342 (viz *Tabulka 57* a *Tabulka 58*)

**Tabulka 57: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah z bodovací metody, jejich součet a výsledné pořadí**

Kritérium/ Varianta	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Součet	Pořadí
Infuzní pumpa A	0,021	0,022	0,060	0,005	0,006	0,007	0,006	<b>0,126</b>	<b>4</b>
Infuzní pumpa B	0,062	0,022	0,010	0,061	0,051	0,092	0,057	<b>0,354</b>	<b>1</b>
Infuzní pumpa C	0,021	0,065	0,023	0,012	0,021	0,044	0,006	<b>0,191</b>	<b>3</b>
Infuzní pumpa D	0,062	0,022	0,060	0,061	0,051	0,018	0,057	<b>0,329</b>	<b>2</b>

**Tabulka 58: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah ze Saatyho metody, jejich součet a výsledné pořadí**

Kritérium/ Varianta	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Součet	Pořadí
Infuzní pumpa A	0,025	0,018	0,078	0,003	0,003	0,007	0,009	<b>0,143</b>	<b>4</b>
Infuzní pumpa B	0,075	0,018	0,013	0,036	0,029	0,091	0,079	<b>0,342</b>	<b>1</b>
Infuzní pumpa C	0,025	0,055	0,030	0,007	0,012	0,043	0,009	<b>0,181</b>	<b>3</b>
Infuzní pumpa D	0,075	0,018	0,078	0,036	0,029	0,018	0,079	<b>0,334</b>	<b>2</b>

### Shrnutí výsledků pro infuzní pumpy z multikriteriálního hodnocení

V následujících tabulkách jsou zaznamenány výsledné efektivní hodnoty kombinací bodovací a Saatyho metody s metodou TOPSIS a metodou AHP. U obou metod se jako varianta s nejvyšším efektem zařadil Infusomat Space (viz *Tabulka 59* a *Tabulka 60*).



Tabulka 59: Výsledné efekty z metody TOPSIS pro infuzní techniku

Varianta přístroje	Efektivní hodnota		Pořadí
	Bodovací/TOPSIS	Saaty/TOPSIS	
<b>BBM-Infusomat P</b>	0,163	0,207	<b>4</b>
<b>BBM-Infusomat Space</b>	0,822	0,790	<b>1</b>
<b>Fresenius KABI-Volumat Agilia</b>	0,404	0,269	<b>3</b>
<b>BBM-Space P</b>	0,625	0,703	<b>2</b>

Tabulka 60: Výsledné efekty z metody AHP pro infuzní techniku

Varianta přístroje	Efektivní hodnota		Pořadí
	Bodovací/AHP	Saaty/AHP	
<b>BBM-Infusomat P</b>	0,126	0,143	<b>4</b>
<b>BBM-Infusomat Space</b>	0,354	0,342	<b>1</b>
<b>Fresenius KABI-Volumat Agilia</b>	0,191	0,181	<b>3</b>
<b>BBM-Space P</b>	0,329	0,334	<b>2</b>

### Analýza nákladové efektivity pro infuzní techniku

V následující kapitole jsou vypočteny hodnoty CEA pro porovnávané varianty infuzní techniky jak pro metodu TOPSIS, tak pro metodu AHP. Jako náklady byly opět využity pořizovací ceny infuzních pump v počtu pěti kusů.

Tabulka 61: Pořizovací cena v počtu pěti kusů u jednotlivých variant infuzní techniky

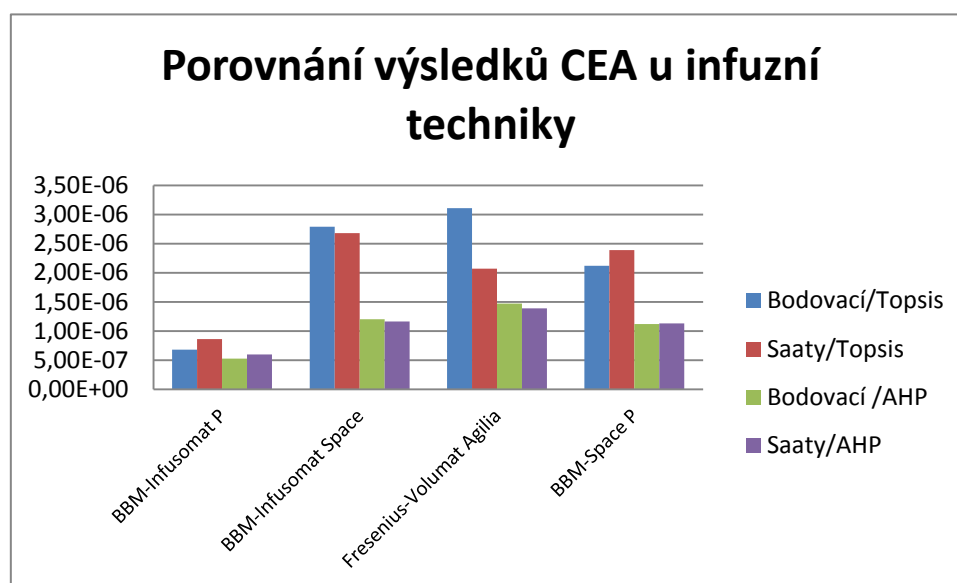
Typ infuzní pumpy	Pořizovací cena (Kč/bez DPH)
<b>BBM-Infusomat Space</b>	294500
<b>BBM-Space P</b>	294500
<b>Fresenius KABI-Volumat Agilia</b>	130000
<b>BBM-Infusomat P</b>	239950

Z následující tabulky je patrné, že při hodnocení nákladové efektivity má nejvyšší efekt na jednotku ceny u 3 ze 4 metod infuzní pumpa od firmy Fresenius KABI, typ Agilia (viz

Tabulka 62). Přes to, že typ Infusomat Space od firmy B. Braun Medical měl nejvyšší efektivní hodnotu, tak jeho pořizovací cena je příliš vysoká. Jsou patrné jednotlivé výsledky metod, kdy na druhém místě je právě Infusomat Space, na třetím Space P a na posledním Infusomat P (viz Graf 17).

Tabulka 62: Výsledné hodnocení nákladové efektivity infuzní techniky

CEA/ Typ infuzní pumpy	CEA (Bodovací/ TOPSIS)	CEA (Saaty /TOPSIS)	CEA (Bodovací/AHP)	CEA (Saaty /AHP)	Pořadí
<b>BBM-Infusomat P</b>	6,78146E-07	8,61089E-07	5,25917E-07	5,97054E-07	<b>4</b>
<b>BBM-Infusomat Space</b>	2,79024E-06	<b>2,68123E-06</b>	1,20064E-06	1,16224E-06	<b>2</b>
<b>Fresenius KABI-Volumat Agilia</b>	<b>3,11068E-06</b>	2,07171E-06	<b>1,46925E-06</b>	<b>1,39048E-06</b>	<b>1</b>
<b>BBM-Space P</b>	2,12059E-06	2,38657E-06	1,11787E-06	1,13309E-06	<b>3</b>



Graf 17: Porovnání výsledků CEA u infuzní techniky

### Multikriteriální hodnocení enterální techniky pomocí metody TOPSIS

Stejně jako pro infuzní techniku, tak bylo nutné provést multikriteriální hodnocení enterální techniky. Také byla vyřazena kritéria zahrnující propojení s informačním systémem a proškolení k vlastnímu servisu. V následujících tabulkách jsou znázorněna hodnotící

kritéria, Maximalizační kritériální matice. Dále byla stanovena bazální a ideální hodnota jak pro váhy z bodovací, tak Saatyho metody (viz *Tabulka 63-65*).

**Tabulka 63: Kritériální hodnoty pro jednotlivé varianty enterálních pump**

Hodnocené parametry – Enterální technika	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Enterální pumpa A	10	1244	45,25	2719980	0,93	16	0
Enterální pumpa B	10	1310	42,5	1804448	1,4	8,5	1
Enterální pumpa C	9	1379	51,12	3203928	1,22	15	0
Povaha kritéria	Max	Min	Min	Min	Min	Max	Max

**Tabulka 64: Vážená kritériální matice (kritériální váhy z bodovací metody)**

Maximalizační kritériální matice	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Enterální pumpa A	0,028	-0,009	-0,015	-0,012	-0,007	0,006	0,000
Enterální pumpa B	0,028	-0,010	-0,014	-0,008	-0,010	0,003	0,019
Enterální pumpa C	0,025	-0,011	-0,017	-0,014	-0,009	0,005	0,000
Bazální hodnota	<b>0,025</b>	<b>-0,011</b>	<b>-0,017</b>	<b>-0,014</b>	<b>-0,010</b>	<b>0,003</b>	<b>0,000</b>
Ideální hodnota	<b>0,028</b>	<b>-0,009</b>	<b>-0,014</b>	<b>-0,008</b>	<b>-0,007</b>	<b>0,006</b>	<b>0,019</b>

**Tabulka 65: Vážená kritériální matice (kritériální váhy ze Saatyho metody)**

Maximalizační kritériální matice	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Enterální pumpa A	0,038	-0,008	-0,028	-0,006	-0,004	0,004	0,000
Enterální pumpa B	0,038	-0,008	-0,026	-0,004	-0,006	0,002	0,019
Enterální pumpa C	0,034	-0,008	-0,031	-0,007	-0,005	0,004	0,000
Bazální hodnota	<b>0,034</b>	<b>-0,008</b>	<b>-0,031</b>	<b>-0,007</b>	<b>-0,006</b>	<b>0,002</b>	<b>0,000</b>
Ideální hodnota	<b>0,038</b>	<b>-0,008</b>	<b>-0,026</b>	<b>-0,004</b>	<b>-0,004</b>	<b>0,004</b>	<b>0,019</b>

### Multikriteriální hodnocení enterální techniky pomocí metody AHP

V této kapitole bylo provedeno hodnocení enterální techniky pomocí metody AHP. Bylo využito matic z kapitoly 0. Výsledné hodnoty vah byly přepočítány podle vah z bodovací a Saatyho metody z Tabulky 51 Tabulka 51. Výsledné hodnoty jsou zaznamenány (viz Tabulka 66, 67).

**Tabulka 66: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah z bodovací metody, jejich součet a výsledné pořadí**

Kritérium/ Varianta	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Součet	Pořadí
Enterální pumpa A	0,092	0,084	0,035	0,021	0,052	0,056	0,013	0,353	2
Enterální pumpa B	0,092	0,034	0,115	0,112	0,017	0,008	0,114	0,492	1
Enterální pumpa C	0,031	0,014	0,011	0,009	0,052	0,027	0,013	0,156	3

**Tabulka 67: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah ze Saatyho metody, jejich součet a výsledné pořadí**

Kritérium/ Varianta	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Součet	Pořadí
Enterální pumpa A	0,108	0,075	0,049	0,015	0,039	0,048	0,012	0,347	2
Enterální pumpa B	0,108	0,030	0,159	0,080	0,013	0,007	0,112	0,509	1
Enterální pumpa C	0,036	0,012	0,015	0,007	0,039	0,023	0,012	0,145	3

### Shrnutí výsledků pro enterální techniku z multikriteriálního hodnocení

V této kapitole jsou shrnuty výsledky obou metod multikriteriálního hodnocení jak pro váhy z bodovací i Saatyho metody. U všech metod se jako nejefektivnější opět umístil Infusomat Space. Jako druhý of firmy Fresenius KABI – Applix a jako poslední s nejmenší hodnotou efektu Covidien ECE – Kangaroo

Tabulka 68: Výsledné hodnoty efektu pro metodu TOPSIS

Varianta přístroje	Efektivní hodnota		Pořadí
	Bodovací/TOPSIS	Saaty/TOPSIS	
<b>Fresenius KABI – Applix</b>	0,231	0,243	<b>2</b>
<b>BBM-Infusomat Space</b>	0,828	0,878	<b>1</b>
<b>Covidien ECE– Kangaroo</b>	0,112	0,084	<b>3</b>

Tabulka 69: Výsledné hodnoty efektu pro metodu AHP

Varianta přístroje	Efektivní hodnota		Pořadí
	Bodovací/AHP	Saaty/AHP	
<b>Fresenius KABI – Applix</b>	0,353	0,347	<b>2</b>
<b>BBM-Infusomat Space</b>	0,492	0,509	<b>1</b>
<b>Covidien ECE– Kangaroo</b>	0,156	0,145	<b>3</b>

### Analýza nákladové efektivity pro enterální techniku

Také pro enterální techniku byla provedena nákladová efektivita pro všechny hodnoty efektů (viz Tabulka 66 a Tabulka 69).

Následující Tabulka 70 znázorňuje pořizovací ceny enterální pumpy za ks.

Tabulka 70: Pořizovací ceny jednotlivých variant enterálních pump

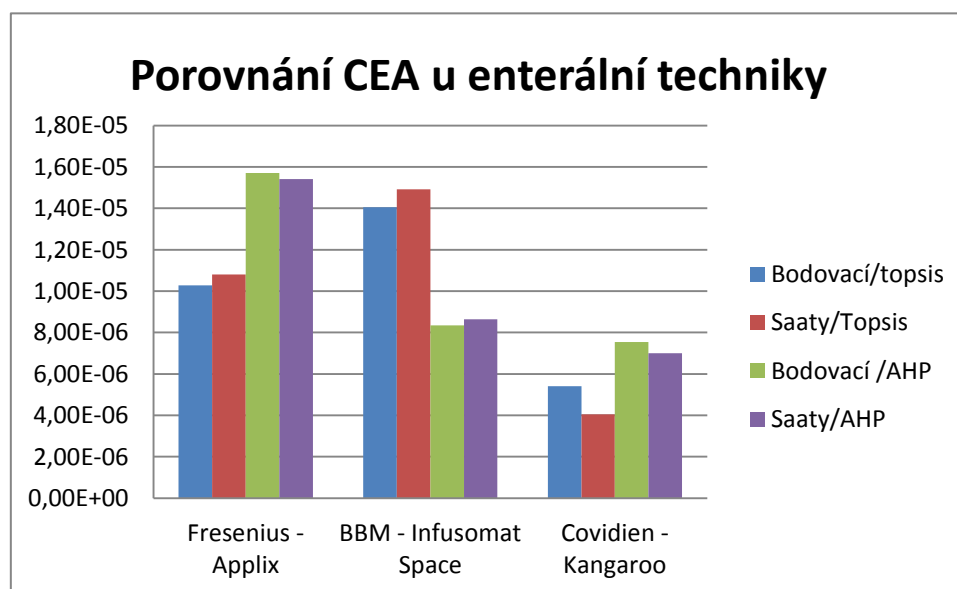
Typ enterální pumpy	Pořizovací cena (Kč/bez DPH)
<b>Fresenius KABI – Applix</b>	22500
<b>BBM-Infusomat Space</b>	58900
<b>Covidien ECE – Kangaroo</b>	20716

Výsledky nákladové efektivity pro všechny metody jsou zaznamenané v Tabulce Tabulka 71 a znázorněné na Grafu 18.

Jako enterální pumpa s nejvyšším efektem na jednotku ceny je celkově varianta od firmy Fresenius KABI – Applix.

Tabulka 71: Výsledné hodnocení nákladové efektivity enterální techniky

CEA/ Typ enterální pumpy	CEA (Bodovací/ TOPSIS)	CEA (Saaty /TOPSIS)	CEA (Bodovací/AHP)	CEA (Saaty /AHP)	Pořadí
Fresenius KABI – Applix	1,02704E-05	1,07996E-05	<b>1,56987E-05</b>	<b>1,54177E-05</b>	1
BBM-Infusomat Space	<b>1,40514E-05</b>	<b>1,49139E-05</b>	8,34695E-06	8,64458E-06	2
Covidien ECE– Kangaroo	5,41121E-06	4,04819E-06	7,53735E-06	6,99635E-06	3



Graf 18: Porovnání CEA u enterální techniky

## 5.2 Shrnutí výsledků citlivostní analýzy

Z výše uvedených výsledků citlivostní analýzy vyplývá, že jako varianta s nejvyšším efektem pro oddělení ARO, který nevyužije nastavbová kritéria je nejefektivnější model nákupu od firmy Fresenius KABI pro infuzní techniku Agilia a pro enterální techniku Applix. Vzhledem k tomu, že jsou oba přístroje od jednoho výrobce, tak celková technická podpora bude pro personál jednodušší a z hlediska obslužnosti jsou oba přístroje také podobné. Bohužel u této varianty není možné postupně dohrávat nastavbový software a dokovací

stanice je uzpůsobena pouze pro infuzní pumpy. Rozdíl mezi výsledky v hlavní části práce a v této citlivostní analýze je dán tím, že odebraná kritéria jako jediná infuzní a enterální pumpa splňoval právě Infusomat Space. Díky těmto kritériím získala tato pumpa vyšší efekt a vyšla v předchozích výsledcích jako nejefektivnější i přes vyšší pořizovací cenu. Při odebrání těchto dvou kritérií již nedosáhla natolik vysokého efektu z multikriteriálního hodnocení, že nepokryla svoji pořizovací cenu. Je tedy patrné, že pro menší oddělení, které tato kritéria nevyužije, je vhodnější zakoupit infuzní a enterální pumpu od firmy Fresenius KABI a to konkrétně typ Agillia za infuzní pumpu a Aplix z řad enterálních pump.

## Závěr

V rámci této diplomové práce bylo provedeno hodnocení nákladové efektivity nákupu infuzní a enterální techniky na anesteziologicko-resuscitační oddělení. Nejprve byla díky průzkumu trhu nasbírána a vyhodnocena potřebná data nejčastěji zastoupených infuzních a enterálních pump na vybraném oddělení, a to pomocí Paretova diagramu.

Díky těmto datům a řadě konzultací bylo zjištěno, že v současné době se využívají standardní typy infuzních a enterálních pump s téměř stejnými technickými parametry, ale také se na řadě pracovišť využívá infuzní pumpa uzpůsobená i k podání enterální výživy či transfuzní terapie.

Následně byl sestaven tým odborníků z řad vrchních a staničních sester ARO a biomedicínských techniků zaměřených na infuzní a enterální techniku. Tato skupina sestavila 9 zásadních kritérií, kterým pomocí bodovací a Saatyho metody stanovily váhy. Tyto váhy byly dále použity k multikritériálnímu hodnocení TOPSIS a AHP. Výsledkem z těchto metod byla efektivní hodnota každé posuzované varianty. Následně byly tyto efektivní hodnoty využity pro zhodnocení nákladové efektivity, která jasně určila nejefektivnější variantu pro infuzní i enterální techniku. U nákladové efektivity bylo počítáno s pěti kusy infuzních pump k jednomu lůžku a jednou enterální pumpou. Počet kusů byl konzultován s odborníky a byl stanoven jako průměrný k jednomu lůžku.

Nejvyšší hodnotu efektu na jednotku nákladu jak u infuzní tak enterální techniky vykázal Infusomat Space od firmy B. Braun Medical s.r.o. Tedy pumpa, která je uzpůsobena k terapii jak infuzní, tak enterální a je možno terapie měnit podle potřeb pacienta.

Bylo tak dokázáno, že tato varianta i přes výrazně vyšší pořizovací hodnotu přináší vyšší efekt pro dané oddělení a splňuje daná kritéria v nejvyšší možné míře.

V diskuzi byla provedena citlivostní analýza, ve které bylo vynecháno kritérium možnosti proškolení k vlastnímu servisu a kritérium možnosti propojení infuzní a enterální techniky s klasifikačním informačním systémem zdravotnického zařízení. Tato dvě kritéria nejsou pro všechna anesteziologicko-resuscitační oddělení v České republice, zejména pak pro ta menšího rozsahu, nezbytná. Výsledek byl stanoven díky stejným metodám jako v hlavní části práce a pro tento soubor kritérií vyšla infuzní pumpa s nejvyšším efektem Agillia od firmy Fresenius KABI a enterální pumpa Applix od téže firmy. Rozdílnost výsledků je dána zejména vyšší pořizovací cenou typu Infusomat Space, která ale jako jediná z hodnocených splňovala všechna původní kritéria. Jejich vyřazením došlo ke snížení jednotky efektu a



prohození výsledného pořadí variant. Z citlivostní analýzy tedy lze na oddělení, pro která nejsou daná kritéria důležitá, doporučit nákup levnější varianty přístrojů.

Dále byl proveden průzkum ohledně infuzních a enterálních setů také na vybraném oddělení v rámci České republiky. Varianty s výsledným nejvyšším efektem využívají již sety se silikonovým segmentem. Tyto sety mají standardně od výrobce doporučené výměny po 96 hodinách, po kterých mají garantovanou přesnost dávkování a bezpečnost.

Analýzou dostupných dat z oddělení bylo zjištěno, že i tyto sety vyměňují některá anesteziologicko-resuscitační oddělení dokonce po 24 hodinách. Tyto výměny jsou dány nejčastěji metodickými pokyny nemocnice. Z velké části jsou tyto metodické pokyny zastaralé a neberou v úvahu sety se silikonovým segmentem, které jsou již často na pracovištích díky nové technice standardem. Byly tedy spočteny potenciální úspory, které by zdravotnickému zařízení přinesla změna metodického pokynu, která bude respektovat doporučení výrobce.

Výsledkem práce je návrh modelu nákupu infuzní a enterální techniky z hlediska technických parametrů a nákladové analýzy, kdy nejefektivnější zdravotnický přístroj těchto dvou přístrojových komodit je Infusomat Space od firmy B. Braun Medical s.r.o.

Dalším výsledkem práce je doporučení pro zdravotnické zařízení k přepracování metodického pokynu, kdy četnost výměn infuzních a enterálních setů by měla být stanovena dle pokynů výrobce, tedy u standardních setů na 24 hodin a silikonových setů na 96 hodin, nebo by měl být metodický pokyn pravidelně příslušným orgánem zdravotnického zařízení aktualizován. Díky dodržování doporučených výměn infuzních a enterálních setů může oddělení z jedné infuzní či enterální pumpy ročně ušetřit na tomto spotřebním materiálu až 45 tis. Kč, čímž využití příslušné techniky může být výrazně efektivnější.

## Seznam použité literatury

- [1.] OECD. Health at a Glance 2015: OECD Indicators. *OECD Publishing, Paris*. [Online] OECD Publishing, Paris. [http://dx.doi.org/10.1787/health\\_glance-2015-en](http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2015-en).
- [2.] SORENSON, Corinna; KANAVOS, Panos. Medical technology procurement in Europe: A cross-country comparison of current practice and policy. *Health policy*, 2011, 100.1: 43-50. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20846739>.
- [3.] *Vybrané finanční ukazatele zdravotnictví* [online]. Český statistický úřad, 2016 [cit. 2016-02-16]. Dostupné z: [https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&evo=&str=&udIdent=&pvo=ZDR13&pvoch=&zo=N&vyhltext=&verze=-1&nahled=N&sp=N&nuid=&zs=&skupId=&pvokc=&filtr=G~F\\_M~F\\_Z~F\\_R~F\\_P~\\_S~\\_null\\_null\\_&katalog=30849&z=T](https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&evo=&str=&udIdent=&pvo=ZDR13&pvoch=&zo=N&vyhltext=&verze=-1&nahled=N&sp=N&nuid=&zs=&skupId=&pvokc=&filtr=G~F_M~F_Z~F_R~F_P~_S~_null_null_&katalog=30849&z=T).
- [4.] Zákon č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách. In: Sbíрка zákonů. 14. 3. 2006. Ve znění pozdějších předpisů
- [5.] POJSL, Josef. Čím vyléčit zdravotnictví. *E15: Speciál zdravotnictví*. [Online] 2011. [Citace: 2. 1 2016.] <http://file.mf.cz/354/2-25-32-special-E15-3108.pdf>.
- [6.] ŠLACHTA, Michal. *Centralizace a elektronizace nákupu krajského zdravotnictví*. In: [www.portal-vz.cz](http://www.portal-vz.cz) [online]. 2012 [cit. 2016-01-5]. Dostupné z: <http://www.portal-vz.cz/CMSPages/GetFile.aspx?guid=6245d32f-9f7e-4333-bdda-b61431449603>.
- [7.] *Zahajujeme centralizované nákupy zdravotnického materiálu*. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. [Online] 2014. [Citace: 10. 1 2016.] [http://www.mzcr.cz/dokumenty/zahajujeme-centralizovane-nakupy-zdravotnickeho-materialu\\_9844\\_3030\\_1.html](http://www.mzcr.cz/dokumenty/zahajujeme-centralizovane-nakupy-zdravotnickeho-materialu_9844_3030_1.html).
- [8.] POLIAČIK, Vlastimil. Čím vyléčit zdravotnictví?. *E15: Speciál zdravotnictví*. [Online] 2011. [Citace: 12. 1 2016.] <http://file.mf.cz/354/2-25-32-special-E15-3108.pdf>.
- [9.] *Národní informační systém sledování nákladů na nákup zdravotnické techniky speciálního zdravotnického materiálu a léků*. In: *Ministerstvo zdravotnictví ČR* [online]. 2011 [cit. 2016-02-12]. Dostupné z: [http://www.mzcr.cz/Soubor.ashx?souborID=12794&typ=application/pdf&nazev=Prezentace\\_NISSN.pdf&face\\_NISSN.pdf](http://www.mzcr.cz/Soubor.ashx?souborID=12794&typ=application/pdf&nazev=Prezentace_NISSN.pdf&face_NISSN.pdf) .
- [10.] *Přístrojová komise - úvodní slovo*. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. [Online] 2015. [Citace: 10. 1 2016.] [http://www.mzcr.cz/Odbornik/obsah/pristrojova-komise\\_3121\\_3.html](http://www.mzcr.cz/Odbornik/obsah/pristrojova-komise_3121_3.html)

- [11.] Health and Social Insider Monitor. Přístrojová komise. *HaSIM*. [Online] 2013. [Citace: 10. 1 2016.] <http://www.hasim.cz/content/pristrojova-komise>.
- [12.] PALÁT, Miroslav. *Co zvedá náklady na zdravotní péči?*. Medical Tribune CZ. [Online] 2010. [Citace: 27. 12 2015.] <http://www.tribune.cz/clanek/16344-co-zveda-naklady-na-zdravotnipeci>.<http://www.tribune.cz/clanek/16344-co-zveda-naklady-na-zdravotni-peci>.
- [13.] Vyhl.č. 92/2012 Sb o požadavcích na minimální technické a věcné vybavení zdravotnických zařízení a kontaktních pracovišť domácí péče. [Online] 2012. <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=77185&nr=92~2F2012&rpp=15#local-content>.
- [14.] DOLEŽAL, T. *Health Technology Assessment (HTA) jako standardní postup hodnocení zdravotních technologií*. místo neznámé : Medical Tribune, 2009.
- [15.] GOODMAN, Clifford. *HTA 101: introduction to health technology assessment*. US National Library of Medicine, National Institutes of Health, National Information Center on Health Services Research and Health Care Technology (NICHSR), 2004.
- [16.] ROGALEWICZ, V.; JUŘIČKOVÁ, I.: *Hodnocení zdravotnických technologií*. [Online] <https://predmety.fbmi.cvut.cz/cs/17PMSHZT>.
- [17.] KNEPPO, Peter. *Hodnocení zdravotnických přístrojů: vybrané kapitoly pro praxi*. V Praze: České vysoké učení technické, Fakulta biomedicínského inženýrství, 2013. ISBN 978-80-01-05430-7.
- [18.] *Co je HTA a jak může pomoci v českém zdravotnictví?*. Odborný portál o elektronickém zdravotnictví. [Online] 2013. [Citace: 10. 1 2016.] <http://www.ezdrav.cz/co-je-hta-a-jak-muze-pomoci-v-ceskem-zdravotnictvi/>.
- [19.] CIANI, Oriana, et al. Health technology assessment of medical devices: a survey of non-European union agencies. *International journal of technology assessment in health care*, 2015, 31.03: 154-165.
- [20.] SUTCLIFFE, P., et al. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of second-and third-generation left ventricular assist devices as either bridge to transplant or alternative to transplant for adults eligible for heart transplantation: systematic review and cost-effectiveness model. 2013.
- [21.] JACOBS, Philip, et al. Economic analysis of reprocessing single-use medical devices: a systematic literature review. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 2008, 29.04: 297-301.
- [22.] HINZ, Jose, et al. Cost analysis of two anaesthetic machines. *BMC research notes*, 2012, 5.1: 3.

- [23.] PASTERNAK, I.; LAMPE, K.; EUNETHTA, W. P. Core HTA on Msct Coronary Angiography.
- [24.] RAM, F., et al. *Comparison of the effectiveness of inhaler devices in asthma and chronic obstructive airways disease: a systematic review of the literature*. Core Research, 2001.
- [25.] KUPPERMANN, Miriam, et al. An analysis of the cost effectiveness of the implantable defibrillator. *Circulation*, 1990, 81.1: 91-100.
- [26.] DOSTÁL, Vladimír, Jaroslav LOUBAL a František BARTES. *Hodnotové inženýrství: cesta k dosažení komerčně úspěšného výrobku*. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-003-3.
- [27.] KAKIASHVILI, Tamar; KOCZKODAJ, Waldemar W.; WOODBURY-SMITH, Marc. Improving the medical scale predictability by the pairwise comparisons method: Evidence from a clinical data study. *Computer methods and programs in biomedicine*, 2012, 105.3: 210-216.
- [28.] TURRI, J. J. Program eases decision making. *Health progress (Saint Louis, Mo.)*, 1988, 69.8: 40-44.
- [29.] HUMMEL, Marjan JM, et al. Assessing medical technologies in development. *International journal of technology assessment in health care*, 2000, 16.04: 1214-1219.
- [30.] CHATBURN, Robert L.; PRIMIANO JR, Frank P. Decision analysis for large capital purchases: how to buy a ventilator. *Respiratory care*, 2001, 46.10: 1038-1053.
- [31.] SLOANE, Elliot B.; LIBERATORE, Matthew J.; NYDICK, Robert L. Medical decision support using the Analytic Hierarchy Process. *Journal of healthcare information management: JHIM*, 2001, 16.4: 38-43.
- [32.] ROSSETTI, Manuel D.; SELANDARI, Francesco. Multi-objective analysis of hospital delivery systems. *Computers & Industrial Engineering*, 2001, 41.3: 309-333.
- [33.] WAHLSTER, Philip, et al. Exploring the perspectives and preferences for HTA across German healthcare stakeholders using a multi-criteria assessment of a pulmonary heart sensor as a case study. *Health Research Policy and Systems*, 2015, 13.1: 24.
- [34.] SIMOENS, Steven. Health technologies for rare diseases: does conventional HTA still apply?. *Expert review of pharmacoeconomics & outcomes research*, 2014, 14.3: 315-317.
- [35.] HUGHES-WILSON, Wills, et al. Paying for the Orphan Drug System: break or bend? Is it time for a new evaluation system for payers in Europe to take account of new rare disease treatments?. *Orphanet journal of rare diseases*, 2012, 7.1: 1.

- [36.] WAHLSTER, Philip, et al. Balancing costs and benefits at different stages of medical innovation: a systematic review of Multi-criteria decision analysis (MCDA). *BMC health services research*, 2015, 15.1: 1.
- [37.] Novela vyhl.č.134/1998 Sb., kterou se vydává seznam zdravotních výkonů. [Online] 2009.[http://www.mzcr.cz/Odbornik/dokumenty/novela-vyhlc-sb-kterou-se-vydava-seznam-zdravotnich-vykonu\\_2411\\_999\\_3.html](http://www.mzcr.cz/Odbornik/dokumenty/novela-vyhlc-sb-kterou-se-vydava-seznam-zdravotnich-vykonu_2411_999_3.html).
- [38.] Zákon č. 268/2014 Sb., o zdravotnických prostředcích. [Online] 2009.  
[http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/zakon-c268/2014-sb-o-zdravotnickych-prostredcich-a-o-zmene-zakona-c634/200\\_9822\\_2439\\_11.html](http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/zakon-c268/2014-sb-o-zdravotnickych-prostredcich-a-o-zmene-zakona-c634/200_9822_2439_11.html)
- [39.] SÚKL. Legislativa, pokyny a doporučení. [Online] [Citace: 12. 4 2016.]  
<http://www.sukl.cz/zdravotnicke-prostredky/legislativa-zp>.
- [40.] ČIHÁK, Josef a Martin AUGUSTYNEK. *Infuzní technika a hemodialyzační technika a technologie*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3100-8.
- [41.] HANOUSKOVÁ, Jitka. Pooperační infuzní terapie. *Urologie pro praxi*, 2007, 184-185.
- [42.] Distrimed. [Online] 2016. <http://www.distrimedobchod.cz/Infuzni-set-EASYWAY>.
- [43.] Perfusor Space. Zelená hvězda. [Online] [Citace: 10. 4 2016.]  
<http://www.zelenahvezda.cz/zdravotnicke-potreby/perfusor-r-space>.
- [44.] ROZMAN, Jiří. *Elektronické přístroje v lékařství*. Praha: Academia, 2006. Česká matice technická (Academia). ISBN 80-200-1308-3.
- [45.] Infusomat Space. Zelená hvězda. [Online] [Citace: 10. 4 2016.]  
<http://www.zelenahvezda.cz/zdravotnicke-potreby/infusomat-r-space-infuzni-soupravy>.
- [46.] *Zdravotnictví České republiky ve statistických údajích*. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky, 1993. ISSN 0862-5883.
- [47.] Medtronic. [Online] [Citace: 10. 4 2016.]  
<http://products.covidien.com/pages.aspx?page=ModelDetail&id=81389&cat=Enteral%20Feeding&cat2=Model>.
- [48.] IVANOVÁ, I., OLECKÁ, I. *Metodologie vědecko-výzkumné činnosti*. Olomouc: Moravská vysoká škola Olomouc, o. p. s., 2010. ISBN 978-80-87240-33-5
- [49.] DOBŘICKÝ, Josef a Vladimír DOSTÁL. *Hodnotová analýza*. Brno: Vysoké učení technické, 1993. ISBN 80-214-0523-6.
- [50.] JANDOVÁ, Věra. *AHP - její silné a slabé stránky*. Diplomová práce. Olomouc. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra matematické

- analýzy a aplikací matematiky. Vedoucí práce Jana Talašová. [Online] 2012.  
[http://theses.cz/id/5j4i3e/Jandova\\_-\\_AHP\\_Jeji\\_silne\\_a\\_slabe\\_stranky.pdf](http://theses.cz/id/5j4i3e/Jandova_-_AHP_Jeji_silne_a_slabe_stranky.pdf).
- [51.] KORVINY, Petr. Teoretické základy vícekritériálního rozhodování. *Dostupné na:*  
*[http://korviny.cz/teorie\\_mca.pdf](http://korviny.cz/teorie_mca.pdf)*, 2008.
- [52.] FÁBRY, Jan. *Matematické modelování*. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-066-9.
- [53.] BRENT, Robert J. *Cost-benefit analysis and health care evaluations*. Northhampton, MA: Edward Elgar, 2003. ISBN 1840648449.

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Infuzní set EasyWay [42] .....	18
Obrázek 2: Lineární dávkovač Perfusor® Space [43].....	19
Obrázek 3: B. Braun Medical - Infuzomat Space [vlastní foto].....	19
Obrázek 4: Princip lamelové infuzní pumpy [40] .....	20
Obrázek 5: Infuzní set se silikonovým segmentem (B. B. Medical – Infusomat Space – set pro infuzní soupravu [45]).....	21
Obrázek 6: Enterální pumpa (Covidien ECE– Kangaroo) [47] .....	24
Obrázek 7: Paretův diagram s Lorenzovou křivkou [48].....	26
Obrázek 8: Bodová stupnice Saatyho metody [50].....	28
Obrázek 9: Průměrný index konzistence pro 500 náhodně vytvořených recipročních matic [50] .....	29
Obrázek 10: Obecný tvar Saatyho matice [50] .....	30
Obrázek 11: Metoda AHP - Analytický hierarchický proces [17].....	32

## Seznam grafů

Graf 1: Průměrná roční míra růstu výdajů na zdravotnictví na obyvatele, v letech 2005 až 2013 [1] .....	3
Graf 2: Celkové výdaje ve zdravotnictví v letech 2000-2013 [3] .....	4
Graf 3: Paretův diagram – četnost výrobců na anesteziologicko – resuscitačním oddělení v ČR.....	37
Graf 4: Paretův diagram – četnost výrobců a typů enterálních pump na anesteziologicko-resuscitačním oddělení .....	38
Graf 5: Výsledek z dotazníkového šetření – porovnání používání standardních infuzních setů a setů se silikonovým segmentem .....	39
Graf 6: Počet hodin použití infuzního setu se silikonovým segmentem .....	40
Graf 7: Počet hodin použití standardního infuzního setu .....	40
Graf 8: Výsledek z dotazníkového šetření - porovnání používání standardních setů a setů se silikonovým segmentem u enterálních pump .....	41
Graf 9: Počet hodin použití enterálního setu se silikonovým segmentem .....	41
Graf 10: Počet hodin použití standardního enterálního setu .....	42
Graf 11: Porovnání výsledků CEA u infuzní techniky .....	57
Graf 12: Porovnání výsledků CEA u enterální techniky.....	68
Graf 13: Celková cena silikonového setu pro infuzní techniku za měsíc pro jednotlivé četnosti výměn.....	70
Graf 14: Jednotlivé úspory při změně četnosti výměn infuzního setu na výměnu po 96 hodinách .....	70
Graf 15: Celková cena setu pro enterální techniku za měsíc při jednotlivých četnostech výměn .....	71
Graf 16: Jednotlivé úspory při změně četnosti výměn enterálního setu na výměnu po 96 hodinách .....	71
Graf 17: Porovnání výsledků CEA u infuzní techniky .....	81
Graf 18: Porovnání CEA u enterální techniky .....	85



## Seznam tabulek

Tabulka 1: Minimální personální vybavení na intenzivní resuscitační péči [37] .....	16
Tabulka 2: Lůžkový fond nemocnic ČR v roce 2003 [vlastní tabulka] .....	22
Tabulka 3: Slovní ohodnocení bodovací metody [16] .....	27
Tabulka 4: Výsledek dotazníkového šetření .....	36
Tabulka 5: Nejčtenější infuzní pumpy podle dotazníkového šetření .....	37
Tabulka 6: Nejčtenější enterální pumpy podle dotazníkového šetření .....	38
Tabulka 7: Vybraná kritéria odbornou skupinou pro infuzní pumpy.....	45
Tabulka 8: Výsledky stanovení vah kritérií bodovací a Saatyho metodou pro infuzní techniku .....	47
Tabulka 9: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty pro infuzní pumpy.....	48
Tabulka 10: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty převedené na maximalizační hodnoty .....	48
Tabulka 11: Normalizovaná kriteriaální matice pro infuzní techniku .....	49
Tabulka 12: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy z bodovací metody) pro infuzní techniku .....	49
Tabulka 13: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy ze Saatyho metody) pro infuzní techniku .....	50
Tabulka 14: Saatyho matice pro kritérium: Ovladatelnost.....	50
Tabulka 15: Saatyho matice pro kritérium: Cena servisu .....	51
Tabulka 16: Saatyho matice pro kritérium: Cena spotřebního materiálu.....	51
Tabulka 17: Saatyho matice pro kritérium: Možnost propojení s KIS .....	51
Tabulka 18 Saatyho matice pro kritérium: Rozměry přístroje.....	52
Tabulka 19 Saatyho matice pro kritérium: Hmotnost přístroje.....	52
Tabulka 20 Saatyho matice pro kritérium: Provozní doba záložního zdroje .....	52
Tabulka 21 Saatyho matice pro kritérium: Proškolení technikem k vlastnímu servisu .....	53
Tabulka 22 Saatyho matice pro kritérium: Kompatibilita.....	53
Tabulka 23: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah z bodovací metody, jejich součet a výsledné pořadí .....	54
Tabulka 24: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah ze Saatyho metody, jejich součet a výsledné pořadí .....	54
Tabulka 25: Výsledné efekty z metody TOPSIS pro infuzní techniku .....	55
Tabulka 26: Výsledné efekty z metody AHP pro infuzní techniku .....	55
Tabulka 27: Pořizovací cena 5-ti kusů infuzních pump .....	56
Tabulka 28: Výsledné hodnocení nákladové efektivity infuzní techniky .....	56
Tabulka 29: Seznam zvolených kritérií pro enterální techniku.....	58
Tabulka 30: Výsledky stanovení vah kritérií bodovací a Saatyho metodou pro enterální techniku .....	59
Tabulka 31: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty enterálních pump.....	60
Tabulka 32: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty převedené na maximalizační hodnoty .....	60
Tabulka 33: Normalizovaná kriteriaální matice pro infuzní techniku .....	61
Tabulka 34: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy z bodovací metody).....	61
Tabulka 35: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy ze Saatyho metody).....	62
Tabulka 36: Saatyho matice pro kritérium: Ovladatelnost.....	63
Tabulka 37: Saatyho matice pro kritérium: Cena servisu .....	63
Tabulka 38: Saatyho matice pro kritérium: Cena spotřebního materiálu.....	63
Tabulka 39: Saatyho matice pro kritérium: Možnost propojení s KIS .....	63

Tabulka 40: Saatyho matice pro kritérium: Rozměry přístroje.....	64
Tabulka 41: Saatyho matice pro kritérium: Hmotnost přístroje.....	64
Tabulka 42: Saatyho matice pro kritérium: Provozní doba záložního zdroje.....	64
Tabulka 43: Saatyho matice pro kritérium: Proškolení technikem k vlastnímu servisu.....	64
Tabulka 44: Saatyho matice pro kritérium: Kompatibilita.....	65
Tabulka 45: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah z bodovací metody, jejich součet a výsledné pořadí.....	65
Tabulka 46: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah ze Saatyho metody, jejich součet a výsledné pořadí.....	66
Tabulka 47: Výsledné efekty z metody TOPSIS pro enterální techniku.....	67
Tabulka 48: Výsledné efekty z metody TOPSIS pro enterální techniku.....	67
Tabulka 49: Pořizovací cena enterální pumpy.....	67
Tabulka 50: Výsledné hodnocení nákladové efektivity enterální techniky.....	68
Tabulka 51: Váhy kritérií ze Saatyho metody pro infuzní a enterální pumpu.....	76
Tabulka 52: Porovnávané varianty infuzních pump.....	77
Tabulka 53: Porovnávané varianty enterálních pump.....	77
Tabulka 54: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty infuzních pump.....	78
Tabulka 55: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy z bodovací metody).....	78
Tabulka 56: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy ze Saatyho metody metody).....	78
Tabulka 57: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah z bodovací metody, jejich součet a výsledné pořadí.....	79
Tabulka 58: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah ze Saatyho metody, jejich součet a výsledné pořadí.....	79
Tabulka 59: Výsledné efekty z metody TOPSIS pro infuzní techniku.....	80
Tabulka 60: Výsledné efekty z metody AHP pro infuzní techniku.....	80
Tabulka 61: Pořizovací cena v počtu pěti kusů u jednotlivých variant infuzní techniky.....	80
Tabulka 62: Výsledné hodnocení nákladové efektivity infuzní techniky.....	81
Tabulka 63: Kriteriaální hodnoty pro jednotlivé varianty enterálních pump.....	82
Tabulka 64: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy z bodovací metody).....	82
Tabulka 65: Vážená kriteriaální matice (kriteriaální váhy ze Saatyho metody).....	82
Tabulka 66: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah z bodovací metody, jejich součet a výsledné pořadí.....	83
Tabulka 67: Vážený geometrický průměr jednotlivých kritérií na základě vah ze Saatyho metody, jejich součet a výsledné pořadí.....	83
Tabulka 68: Výsledné hodnoty efektu pro metodu TOPSIS.....	84
Tabulka 69: Výsledné hodnoty efektu pro metodu AHP.....	84
Tabulka 70: Pořizovací ceny jednotlivých variant enterálních pump.....	84
Tabulka 71: Výsledné hodnocení nákladové efektivity enterální techniky.....	85

## Seznam příloh

Příloha A: Dotazník pro Anesteziologicko-resuscitační oddělení .....	99
Příloha B: Dotazník pro odborníky – Bodovací a Saatyho metoda .....	101
Příloha C: Průběžné výsledky metod pro infuzní techniku .....	106
Příloha D: Průběžné výsledky metod pro enterální techniku .....	110
Příloha E: Dotazník pro odborníky - metoda AHP .....	114
Příloha F: Průběžné výsledky metod pro infuzní techniku bez kritéria K4 a K8.....	121

## **Příloha A: Dotazník pro Anesteziologicko-resuscitační oddělení**

### **DOTAZNÍK**

#### **k diplomové práci na téma:**

Návrh modelu nákupu infuzní a enterální techniky, standardních a speciálních setů z hlediska technických parametrů a nákladové analýzy

Vážení respondenti,

Jmenuji se Nela Švitorková a jsem studentkou Fakulty biomedicínského inženýrství na ČVUT v Kladně. V současné době dokončuji inženýrské studium a věnuji se diplomové práci. Téma diplomové práce se týká porovnání modelů nákupu infuzních a enterálních pump spolu s infuzními a enterálními sety.

Součástí je také průzkum na anesteziologicko-resuscitačním oddělení formou dotazníku, který je anonymní a odpovědi v něm uvedené budou použity jen a pouze pro účely diplomové práce.

Chtěla bych Vás tedy poprosit o pár minut Vašeho času na zodpovězení pár otázek.

Děkuji za Váš čas.

#### **Jaké infuzní pumpy na svém oddělení využíváte a v jakém množství?**

	<b>Název výrobce infuzní pumpy</b>	<b>Typ infuzní pumpy</b>	<b>Počet kusů</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			
<b>5</b>			

#### **Jaké využíváte nejčastěji infuzní sety a proč?**

- Standardní,
- Se silikonovým segmentem.

Zde prosím uveďte důvod a prosím o informaci, po kolika hodinách sety měníte:

---

**Jaké enterální pumpy na svém oddělení využíváte a v jakém množství?**

	Název výrobce enterální pumpy	Typ enterální pumpy	Počet kusů
1			
2			
3			
4			
5			

Jaké využíváte nejčastěji enterální sety a proč?

- Standardní,
- Se silikonovým segmentem.

Zde prosím uveďte důvod a prosím o informaci, po kolika hodinách sety měníte:

---

**Příloha B: Dotazník pro odborníky – Bodovací a Saatyho metoda****Dotazník pro odborníky****NÁVOD K VYPLNĚNÍ – BODOVACÍ METODA**

Metoda slouží k určení vah jednotlivých kritérií a je velice jednoduchá. Jednotlivým kritériím se přiřadí body od 1-10 (čím je kritérium významnější, tím více bodů mu je přiřazeno). Více kritériím je možno přiřadit stejnou bodovou hodnotu.

**Bodovací metoda kritérií**

Kritérium	Body pro infuzní pumpu	Body pro enterální pumpu
Ovladatelnost		
Cena servisu		
Cena spotřebního materiálu		
Možnost propojení s KIS		
Výška přístroje – možnost umístění více pump na jeden stojan		
Celková hmotnost		
Možnost proškolení technikem k vlastnímu servisu		
Provozní doba záložního zdroje		
Kompatibilita		

**NÁVOD K VYPLNĚNÍ – SAATYHO METODA**

V této metodě se hodnotí vždy dvě kritéria proti sobě. V řádcích a sloupcích jsou zapsaná kritéria ve stejném pořadí. Vyplňují se pouze prázdná políčka. Postupuje se zleva doprava. V první tabulce posuzujete, jak jsou pro Vás důležité parametry u infuzních pump. Ve druhé totožné tabulce posuzujete tyto parametry u enterálních pump.

Ukázka, jak správně si položit otázku (1.řádek, 1.volné políčko):

OTÁZKA:

Jak moc je pro mě ovladatelnost infuzní pumpy důležitější/významnější než pořizovací cena?

ODPOVĚĎ:

Odpovídáte/vyplníte číslo z bodovací stupnice. (Například zlomek 1/7 znamená, že ovladatelnost infuzní pumpy má pro vás prokazatelně menší význam než pořizovací cena.)

Seznam hodnocených parametrů

Číslo kritéria	Kritérium
1	Ovladatelnost
2	Cena servisu
3	Cena spotřebního materiálu
4	Možnost propojení s nemocničním informačním systémem
5	Rozměry
6	Celková hmotnost
7	Provozní doba záložního zdroje
8	Možnost proškolení technikem na vlastní servis ve vašem zařízení
9	Kompatibilita

## Bodovací stupnice

Hodnota bodu	Význam bodu
1	kritéria jsou stejně významná
3	první kritérium je slabě významnější než druhé
5	první kritérium je silně významnější než druhé
7	první kritérium je velmi silně významnější než druhé
9	první kritérium je absolutně významnější než druhé
1/3	první kritérium má mírně menší význam než druhé
1/5	první kritérium má dosti menší význam než druhé
1/7	první kritérium má prokazatelně menší význam než druhé
1/9	první kritérium má absolutně menší význam než druhé



## Porovnání parametrů u infuzních pump

Technické parametry	1. Ovladatelnost	2. Cena servisu	3. Cena spotřebního materiálu	4. Možnost propojení s nemocničním informačním systémem	5. Výška přístroje – možnost umístění více pump na stojan	6. Celková hmotnost	7. Provozní doba záložního zdroje	8. Možnost proškolení technikem na vlastní servis ve ZZ	9. Kompatibilita
1. Ovladatelnost	1								
2. Cena servisu	x	1							
3. Cena spotřebního materiálu	x	x	1						
4. Možnost propojení s nemocničním informačním systémem	x	x	x	1					
5. Výška přístroje – možnost umístění více pump na stojan	x	x	x	x	1				
6. Celková hmotnost	x	x	x	x	x	1			
7. Provozní doba záložního zdroje	x	x	x	x	x	x	1		
8. Možnost proškolení technikem na vlastní servis ve ZZ	x	x	x	x	x	x	x	1	
9. Kompatibilita	x	x	x	x	x	x	x	x	1

## Porovnání parametrů u enterálních pump

Technické parametry	1. Ovladatelnost	3. Cena servisu	4. Cena spotřebního materiálu	5. Možnost propojení s nemocničním informačním systémem	6. Rozměr	7. Celková hmotnost	8. Provozní doba záložního zdroje	10. Možnost proškolení technikem na vlastní servis ve ZZ	11. Kompatibilita
1. Ovladatelnost	1								
3. Cena servisu	x	1							
4. Cena spotřebního materiálu	x	x	1						
5. Možnost propojení s nemocničním informačním systémem	x	x	x	1					
6. Rozměr	x	x	x	x	1				
7. Celková hmotnost	x	x	x	x	x	1			
8. Provozní doba záložního zdroje	x	x	x	x	x	x	1		
10. Možnost proškolení technikem na vlastní servis ve ZZ	x	x	x	x	x	x	x	1	
11. Kompatibilita	x	x	x	x	x	x	x	x	1

**Příloha C: Průběžné výsledky metod pro infuzní techniku**

Tabulka 1: Jednotlivé váhy kritérií stanovené odborníky pomocí bodovací metody pro infuzní techniku

<b>Odborník / Kritéria infuzní techniky</b>	<b>1. odborník</b>	<b>2. odborník</b>	<b>3. odborník</b>	<b>4. odborník</b>	<b>5. odborník</b>	<b>6. odborník</b>	<b>7. odborník</b>	<b>8. odborník</b>	<b>průměr</b>	<b>Výsledná váha kritéria</b>
<b>K1</b>	8	7	8	7	9	8	7	6	7	<b>0,133</b>
<b>K2</b>	10	8	1	5	8	9	8	6	6	<b>0,104</b>
<b>K3</b>	8	8	3	9	9	10	6	6	7	<b>0,124</b>
<b>K4</b>	1	1	6	5	5	4	2	4	3	<b>0,051</b>
<b>K5</b>	6	9	8	8	5	5	7	4	6	<b>0,112</b>
<b>K6</b>	5	8	8	8	4	5	7	4	6	<b>0,105</b>
<b>K7</b>	10	8	8	5	4	9	9	8	7	<b>0,131</b>
<b>K8</b>	10	5	8	8	8	8	8	8	8	<b>0,138</b>
<b>K9</b>	8	10	8	5	7	9	6	1	6	<b>0,103</b>
<b>Suma</b>	66	64	58	60	59	67	60	47	56	<b>1,00</b>

Tabulka 2: Geometrické průměry kritérií od jednotlivých odborníků ze Saatyho matice pro infuzní techniku

Odborník/ Kritéria infuzní techniky	Odborník 1	Odborník 2	Odborník 3	Odborník 4	Odborník 5	Odborník 6	Odborník 7	Odborník 8	Geometr. Průměr	Výsledná váha kritéria
K1	1,363	3,332	1,196	4,057	0,447	0,398	2,966	1,000	<b>1,845</b>	<b>0,153</b>
K2	2,560	0,885	0,184	0,733	2,943	0,471	1,216	0,342	<b>1,167</b>	<b>0,097</b>
K3	2,123	2,310	0,574	1,403	2,817	0,596	1,158	1,256	<b>1,530</b>	<b>0,127</b>
K4	0,193	2,949	0,649	0,146	0,289	2,123	0,268	0,160	<b>0,847</b>	<b>0,070</b>
K5	0,619	0,740	0,649	0,543	0,487	0,508	0,481	1,789	<b>0,727</b>	<b>0,060</b>
K6	0,356	0,405	0,713	0,480	0,390	0,596	0,688	1,302	<b>0,616</b>	<b>0,051</b>
K7	0,596	0,409	4,335	3,117	0,952	1,162	1,542	1,275	<b>1,674</b>	<b>0,139</b>
K8	3,591	0,318	2,465	1,000	0,457	4,498	4,172	0,412	<b>2,114</b>	<b>0,176</b>
K9	1,484	1,277	2,465	1,790	1,351	2,134	0,203	1,430	<b>1,517</b>	<b>0,126</b>
<b>Suma</b>									<b>12,077</b>	<b>1,000</b>

Tabulka 3:  $D^-$  vypočtený z vah z bodovací metody pro infuzní techniku

$D^-$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Suma	Odmocnina
BBM-Infusomat P	0,000E+00	0,000E+00	6,470E-06	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	1,199E-04	0,000E+00	<b>1,264E-04</b>	<b>0,011</b>
BBM-Infusomat Space	8,588E-07	0,000E+00	0,000E+00	6,636E-06	4,022E-05	1,993E-05	5,325E-05	1,199E-04	5,552E-05	<b>2,964E-04</b>	<b>0,017</b>
Fresenius-Volumat Agilia	0,000E+00	1,521E-06	5,256E-06	0,000E+00	9,678E-06	8,344E-06	1,331E-05	0,000E+00	0,000E+00	<b>3,811E-05</b>	<b>0,006</b>
BBM-Space P	8,588E-07	0,000E+00	6,470E-06	0,000E+00	4,022E-05	1,993E-05	5,325E-07	1,199E-04	5,552E-05	<b>2,435E-04</b>	<b>0,016</b>

Tabulka 4:  $D^+$  vypočtený z vah z bodovací metody pro infuzní techniku

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Suma	Odmocnina
BBM-Infusomat P	8,588E-07	1,521E-06	0,000E+00	6,636E-06	4,022E-05	1,993E-05	5,325E-05	0,000E+00	5,552E-05	<b>8,588E-07</b>	<b>0,013</b>
BBM-Infusomat Space	0,000E+00	1,521E-06	6,470E-06	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	<b>0,000E+00</b>	<b>0,003</b>
Fresenius-Volumat Agilia	8,588E-07	0,000E+00	6,307E-08	6,636E-06	1,044E-05	2,482E-06	1,331E-05	1,199E-04	5,552E-05	<b>8,588E-07</b>	<b>0,014</b>
BBM-Space P	0,000E+00	1,521E-06	0,000E+00	6,636E-06	0,000E+00	0,000E+00	4,313E-05	0,000E+00	0,000E+00	<b>0,000E+00</b>	<b>0,007</b>

Tabulka 5:  $D^-$  vypočteny z vah ze Saatyho metody pro infuzní techniku

$D^-$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Suma	Odmocnina
BBM- Infusomat P	0,000E+00	0,000E+00	7,067E-06	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	3,172E-04	0,000E+00	<b>3,243E-04</b>	<b>0,018</b>
BBM- Infusomat Space	1,525E-06	0,000E+00	0,000E+00	2,453E-05	3,409E-06	1,133E-06	6,845E-05	3,172E-04	1,261E-04	<b>5,424E-04</b>	<b>0,023</b>
Fresenius- Volumat Agilia	0,000E+00	1,132E-06	5,740E-06	0,000E+00	8,201E-07	4,743E-07	1,711E-05	0,000E+00	0,000E+00	<b>2,528E-05</b>	<b>0,005</b>
BBM- Space P	1,525E-06	0,000E+00	7,067E-06	0,000E+00	3,409E-06	1,133E-06	6,845E-07	3,172E-04	1,261E-04	<b>4,572E-04</b>	<b>0,021</b>

Tabulka 6:  $D^+$  vypočteny z vah ze Saatyho metody pro infuzní techniku

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Suma	Odmocnina
BBM- Infusomat P	1,525E-06	1,132E-06	0,000E+00	2,453E-05	3,409E-06	1,133E-06	6,845E-05	0,000E+00	1,261E-04	<b>2,263E-04</b>	<b>0,015</b>
BBM- Infusomat Space	0,000E+00	1,132E-06	7,067E-06	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	<b>8,199E-06</b>	<b>0,003</b>
Fresenius- Volumat Agilia	1,525E-06	0,000E+00	6,889E-08	2,453E-05	8,848E-07	1,411E-07	1,711E-05	3,172E-04	1,261E-04	<b>4,876E-04</b>	<b>0,022</b>
BBM- Space P	0,000E+00	1,132E-06	0,000E+00	2,453E-05	0,000E+00	0,000E+00	5,545E-05	0,000E+00	0,000E+00	<b>8,111E-05</b>	<b>0,009</b>

**Příloha D: Průběžné výsledky metod pro enterální techniku**

Tabulka 7: Jednotlivé váhy kritérií stanovené odborníky pomocí bodovací metody pro enterální techniku

<b>Odborník/ Kritéria enterální techniky</b>	<b>1. odborník</b>	<b>2. odborník</b>	<b>3. odborník</b>	<b>4. odborník</b>	<b>5. odborník</b>	<b>6. odborník</b>	<b>7. odborník</b>	<b>8. odborník</b>	<b>průměr</b>	<b>Výsledná váha kritéria</b>
<b>K1</b>	8	10	10	10	9	10	10	8	9	<b>0,180</b>
<b>K2</b>	10	8	1	5	8	9	8	5	6	<b>0,110</b>
<b>K3</b>	9	8	3	10	10	9	6	5	7	<b>0,135</b>
<b>K4</b>	1	1	4	5	5	5	1	1	2	<b>0,042</b>
<b>K5</b>	6	10	8	8	3	5	9	4	6	<b>0,119</b>
<b>K6</b>	8	5	8	5	9	7	6	1	5	<b>0,102</b>
<b>K7</b>	6	4	3	5	1	3	9	6	4	<b>0,076</b>
<b>K8</b>	10	6	7	4	7	6	6	6	6	<b>0,122</b>
<b>K9</b>	10	4	8	5	3	8	9	5	6	<b>0,116</b>
<b>Suma</b>	68	56	52	57	55	62	64	41	52	<b>1</b>

Tabulka 8: Geometrické průměry kritérií od jednotlivých odborníků ze Saatyho matice pro enterální techniku

Odborník/ Kritéria enterální techniky	Odborník 1	Odborník 2	Odborník 3	Odborník 4	Odborník 5	Odborník 6	Odborník 7	Odborník 8	Geometr. Průměr	Výsledná váha kritéria
K1	1,314	3,830	1,932	5,179	0,447	0,641	3,000	1,000	<b>1,602</b>	<b>0,184</b>
K2	2,893	0,829	0,425	1,162	1,000	0,374	1,216	0,342	<b>0,809</b>	<b>0,093</b>
K3	2,560	2,330	1,173	2,023	1,732	0,467	1,088	1,627	<b>1,457</b>	<b>0,167</b>
K4	0,182	1,629	1,196	0,146	0,286	2,006	0,268	0,160	<b>0,435</b>	<b>0,050</b>
K5	0,619	1,000	1,895	0,836	0,530	0,581	0,481	1,638	<b>0,836</b>	<b>0,096</b>
K6	0,342	0,650	2,352	0,499	0,581	0,674	0,688	1,601	<b>0,761</b>	<b>0,087</b>
K7	0,619	0,481	0,394	0,387	0,482	0,806	1,000	1,275	<b>0,622</b>	<b>0,071</b>
K8	2,893	0,197	2,538	1,526	1,130	4,718	0,945	0,342	<b>1,181</b>	<b>0,136</b>
K9	1,484	1,351	0,195	2,023	1,725	2,266	0,240	1,484	<b>1,012</b>	<b>0,116</b>
<b>Suma</b>									<b>8,714349</b>	<b>1</b>



Tabulka 9:  $D^-$  vypočtený z vah z bodovací metody enterální techniku

$D^-$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Suma	Odmocnina
<b>Fresenius Applix</b>	3,704E-06	5,232E-07	1,764E-06	0,000E+00	2,211E-06	5,461E-06	3,367E-06	0,000E+00	0,000E+00	<b>1,703E-05</b>	<b>0,004</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	3,704E-06	1,372E-07	3,805E-06	3,004E-06	1,849E-05	0,000E+00	0,000E+00	2,203E-04	1,803E-04	<b>4,297E-04</b>	<b>0,021</b>
<b>Covidien ECE - Kangaroo</b>	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	8,010E-07	2,529E-06	0,000E+00	0,000E+00	<b>3,330E-06</b>	<b>0,002</b>

Tabulka 10:  $D^+$  vypočtený z vah z bodovací metody pro enterální techniku

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Suma	Odmocnina
<b>Fresenius Applix</b>	0,000E+00	0,000E+00	3,872E-07	3,004E-06	7,912E-06	0,000E+00	0,000E+00	2,203E-04	1,803E-04	<b>4,118E-04</b>	<b>0,020</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	0,000E+00	1,245E-07	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	5,461E-06	3,367E-06	0,000E+00	0,000E+00	<b>8,953E-06</b>	<b>0,003</b>
<b>Covidien ECE - Kangaroo</b>	3,704E-06	5,232E-07	3,805E-06	3,004E-06	1,849E-05	2,079E-06	5,985E-08	2,203E-04	1,803E-04	<b>4,322E-04</b>	<b>0,021</b>

Tabulka 11:  $D^-$  vypočteny z vah ze Saatyho metody pro enterální techniku

$D^-$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Suma	Odmocnina
<b>Fresenius Applix</b>	4,061E-06	2,645E-07	4,158E-06	0,000E+00	9,465E-07	2,977E-06	2,644E-06	0,000E+00	0,000E+00	<b>1,505E-05</b>	<b>0,004</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	4,061E-06	6,935E-08	8,968E-06	6,190E-06	7,915E-06	0,000E+00	0,000E+00	3,378E-04	1,818E-04	<b>5,469E-04</b>	<b>0,023</b>
<b>Covidien ECE - Kangaroo</b>	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	4,367E-07	1,986E-06	0,000E+00	0,000E+00	<b>2,422E-06</b>	<b>0,002</b>

Tabulka 12:  $D^+$  vypočteny z vah ze Saatyho metody pro enterální techniku

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	Suma	Odmocnina
<b>Fresenius Applix</b>	0,000E+00	0,000E+00	9,127E-07	6,190E-06	3,387E-06	0,000E+00	0,000E+00	3,378E-04	1,818E-04	<b>5,302E-04</b>	<b>0,023</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	0,000E+00	6,295E-08	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	2,977E-06	2,644E-06	0,000E+00	0,000E+00	<b>5,684E-06</b>	<b>0,002</b>
<b>Covidien ECE - Kangaroo</b>	4,061E-06	2,645E-07	8,968E-06	6,190E-06	7,915E-06	1,133E-06	4,700E-08	3,378E-04	1,818E-04	<b>5,482E-04</b>	<b>0,023</b>

## Příloha E: Dotazník pro odborníky - metoda AHP

Porovnání variant pomocí metody AHP využívá stejné bodovací stupnice jako u Saatyho metody, pouze se hodnotí již jednotlivé varianty a jejich technické parametry mezi sebou. Hodnoty bodu jsou patrné v následující tabulce a jednotlivá kritéria jsou popsána v tabulce další.

Význam bodů v Saatyho metodě

Hodnota bodu	Význam bodu
1	kritéria jsou <b>stejně významná</b>
3	první kritérium je <b>slabě významnější</b> než druhé
5	první kritérium je <b>silně významnější</b> než druhé
7	první kritérium je <b>velmi silně významnější</b> než druhé
9	první kritérium je <b>absolutně významnější</b> než druhé
1/3	první kritérium má <b>mírně menší význam</b> než druhé
1/5	první kritérium má <b>dostí menší význam</b> než druhé
1/7	první kritérium má <b>prokazatelně menší význam</b> než druhé
1/9	první kritérium má <b>absolutně menší význam</b> než druhé

Vybraná kritéria pro infuzní a enterální techniku

Číslo kritéria	Kritérium
<b>1</b>	Ovladatelnost (0-10)
<b>2</b>	Cena servisu (Kč/ bez DPH/1 BTK)
<b>3</b>	Cena spotřebního materiálu (Kč/ks)
<b>4</b>	Možnost propojení s nemocničním informačním systémem (Ano 1/Ne 0)
<b>5</b>	Rozměry (8 ks nad sebou)
<b>6</b>	Celková hmotnost (kg)
<b>7</b>	Provozní doba záložního zdroje (hod)
<b>8</b>	Možnost proškolení technikem na vlastní servis ve vašem zařízení (Ano 1/Ne 0)
<b>9</b>	Kompatibilita (Ano 1/Ne 0)

## I. Infuzní technika

V následující tabulce jsou zaznamenány konkrétní technické parametry jednotlivých variant infuzní techniky. V následujících tabulkách se hodnotí vždy jedno kritérium mezi každou variantou.

### Technické parametry infuzní techniky

Hodnocené parametry – Infuzní technika	Ovladatelnost (0-10)	Cena servisu (Kč/bez DPH/ 1 BTK)	Cena spotřebního materiálu (Kč/bez DPH/ 1 ks)	Možnost propojení s NIS (Ano 1/Ne 0)	Rozměry (8 ks nad sebou)	Celková hmotnost (kg)	Provozní doba záložního zdroje (hod)	Možnost vlastního servisu (Ano 1/Ne 0)	Kompatibilita (Ano 1/Ne 0)
<b>Infuzní pumpa A</b>	9	1310	10,8	0	1920	3,1	3,5	1	0
<b>Infuzní pumpa B</b>	10	1310	14,75	1	656	1,4	8,5	1	1
<b>Infuzní pumpa C</b>	9	1028	11,19	0	1300	2	6	0	0
<b>Infuzní pumpa D</b>	10	1310	10,8	1	656	1,4	4	1	1

Příloha E: Dotazník pro odborníky - metoda AHP

Ovladatelnost	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

Cena servisu	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

Cena spotřebního materiálu	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

Možnost propojení s KIS	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

Rozměry	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

Příloha E: Dotazník pro odborníky - metoda AHP

Celková hmotnost	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

Provozní doba záložního zdroje	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

Možnost vlastního servisu	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

Kompatibilita	Infuzní pumpa A	Infuzní pumpa B	Infuzní pumpa C	Infuzní pumpa D
Infuzní pumpa A				
Infuzní pumpa B				
Infuzní pumpa C				
Infuzní pumpa D				

## II. Enterální technika

V následujícím dotazníku, stejně jako v předchozím, prosím vyplňte podle technických parametrů v tabulce významnost u každého kritéria.

Technické parametry pro enterální techniku

Hodnocené parametry - Enterální technika	Ovladatelnost (0-10)	Cena servisu (Kč/bez DPH/ 1 BTK)	Cena spotřebního materiálu (Kč/bez DPH/ 1 kS)	Možnost propojení s NIS (Ano 1/Ne 0)	Rozměry (mm <sup>3</sup> )	Celková hmotnost (kg)	Provozní doba záložního zdroje (hod)	Možnost vlastního servisu (Ano 1/Ne 0)	Kompatibilita (Ano 1/Ne 0)
Enterální pumpa A	10	1244	45,25	0	2 719 980	0,93	16	0	0
Enterální pumpa B	10	1310	42,5	1	1 804 448	1,4	8,5	1	1
Enterální pumpa C	9	1379	51,12	0	3 203 928	1,22	15	0	0

Ovladatelnost	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			

Cena servisu	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			

Cena spotřebního materiálu	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			

Možnost propojení s KIS	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			

Rozměry	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			

Celková hmotnost	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			



Provozní doba záložního zdroje	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			

Možnost vlastního servisu	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			

Kompatibilita	Enterální pumpa A	Enterální pumpa B	Enterální pumpa C
Enterální pumpa A			
Enterální pumpa B			
Enterální pumpa C			

**Příloha F: Průběžné výsledky metod pro infuzní techniku bez kritéria K4 a K8**

Tabulka 13: Jednotlivé váhy kritérií stanovené odborníky pomocí bodovací metody pro infuzní techniku (bez kritéria K4 a K8)

<b>Odborník / Kritéria infuzní techniky</b>	<b>1. odborník</b>	<b>2. odborník</b>	<b>3. odborník</b>	<b>4. odborník</b>	<b>5. odborník</b>	<b>6. odborník</b>	<b>7. odborník</b>	<b>8. odborník</b>	<b>průměr</b>	<b>Výsledná váha kritéria</b>
<b>K1</b>	8	7	8	7	9	8	7	6	<b>7</b>	<b>0,164</b>
<b>K2</b>	10	8	1	5	8	9	8	6	<b>6</b>	<b>0,129</b>
<b>K3</b>	8	8	3	9	9	10	6	6	<b>7</b>	<b>0,153</b>
<b>K4</b>	6	9	8	8	5	5	7	4	<b>6</b>	<b>0,138</b>
<b>K5</b>	5	8	8	8	4	5	7	4	<b>6</b>	<b>0,129</b>
<b>K6</b>	10	8	8	5	4	9	9	8	<b>7</b>	<b>0,161</b>
<b>K7</b>	8	10	8	5	7	9	6	1	<b>6</b>	<b>0,126</b>
<b>Suma</b>	55	58	44	47	46	55	50	35	<b>46</b>	<b>1,000</b>

Tabulka 14: Jednotlivé váhy kritérií stanovené odborníky pomocí bodovací metody pro enterální techniku (bez kritéria K4 a K8)

<b>Odborník / Kritéria infuzní techniky</b>	<b>1. odborník</b>	<b>2. odborník</b>	<b>3. odborník</b>	<b>4. odborník</b>	<b>5. odborník</b>	<b>6. odborník</b>	<b>7. odborník</b>	<b>8. odborník</b>	<b>průměr</b>	<b>Výsledná váha kritéria</b>
<b>K1</b>	8	10	10	10	9	10	10	8	<b>9</b>	<b>0,215</b>
<b>K2</b>	10	8	1	5	8	9	8	5	<b>6</b>	<b>0,132</b>
<b>K3</b>	9	8	3	10	10	9	6	5	<b>7</b>	<b>0,161</b>
<b>K4</b>	6	10	8	8	3	5	9	4	<b>6</b>	<b>0,142</b>
<b>K5</b>	8	5	8	5	9	7	6	1	<b>5</b>	<b>0,121</b>
<b>K6</b>	6	4	3	5	1	3	9	6	<b>4</b>	<b>0,091</b>
<b>K7</b>	10	4	8	5	3	8	9	5	<b>6</b>	<b>0,139</b>
<b>Suma</b>	57	49	41	48	43	51	57	34	<b>43</b>	<b>1,000</b>

Tabulka 15: Geometrické průměry kritérií od jednotlivých odborníků ze Saatyho matice pro infuzní techniku (bez kritéria K4 a K8)

Odborník/ Kritéria infuzní techniky	Odborník 1	Odborník 2	Odborník 3	Odborník 4	Odborník 5	Odborník 6	Odborník 7	Odborník 8	Geometr. Průměr	Výsledná váha kritéria
<b>K1</b>	1,369	3,433	1,258	3,514	0,447	0,553	3,000	1,000	<b>1,408</b>	<b>0,200</b>
<b>K2</b>	2,447	0,795	0,198	0,490	2,466	0,602	1,216	0,362	<b>0,770</b>	<b>0,109</b>
<b>K3</b>	2,332	2,332	0,647	1,129	2,817	0,855	1,158	1,316	<b>1,398</b>	<b>0,199</b>
<b>K5</b>	0,540	0,731	0,757	0,295	0,286	1,258	0,306	1,332	<b>0,581</b>	<b>0,083</b>
<b>K6</b>	0,299	0,394	0,855	0,490	0,333	0,637	0,494	1,000	<b>0,518</b>	<b>0,074</b>
<b>K7</b>	0,540	0,399	3,966	2,302	0,602	1,369	0,930	1,662	<b>1,121</b>	<b>0,159</b>
<b>K9</b>	1,472	1,369	2,416	1,545	1,258	3,004	0,210	0,930	<b>1,239</b>	<b>0,176</b>
<b>Suma</b>									<b>7,035</b>	<b>1,000</b>

Tabulka 16: Geometrické průměry kritérií od jednotlivých odborníků ze Saatyho matice pro enterální techniku (bez kritéria K4 a K8)

Odborník/ Kritéria infuzní techniky	Odborník 1	Odborník 2	Odborník 3	Odborník 4	Odborník 5	Odborník 6	Odborník 7	Odborník 8	Geometr. Průměr	Výsledná váha kritéria
<b>K1</b>	1,258	4,106	2,332	4,810	0,447	1,103	3,000	1,000	<b>1,744</b>	<b>0,252</b>
<b>K2</b>	2,863	0,731	0,553	0,886	1,000	0,460	1,216	0,342	<b>0,816</b>	<b>0,118</b>
<b>K3</b>	2,447	2,358	1,545	1,807	1,732	0,624	1,088	1,627	<b>1,535</b>	<b>0,222</b>
<b>K5</b>	0,540	0,731	2,275	0,602	0,375	0,803	0,333	1,165	<b>0,708</b>	<b>0,102</b>
<b>K6</b>	0,265	0,456	3,004	0,376	0,442	0,795	0,494	1,201	<b>0,641</b>	<b>0,092</b>
<b>K7</b>	0,540	0,363	0,380	0,272	0,371	1,170	0,855	0,965	<b>0,540</b>	<b>0,078</b>
<b>K9</b>	1,472	1,170	0,194	1,807	1,472	3,603	0,218	0,919	<b>0,946</b>	<b>0,137</b>
<b>Suma</b>									<b>6,930</b>	<b>1,000</b>

Tabulka 17:  $D^-$  vypočteny z vah z bodovací metody pro infuzní techniku (bez kritéria K4 a K8)

$D^-$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Suma	Odmocnina
<b>BBM- Infusomat P</b>	0,000E+00	0,000E+00	1,492E-05	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	<b>1,492E-05</b>	<b>0,004</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	1,980E-06	0,000E+00	0,000E+00	9,275E-05	4,595E-05	1,228E-04	1,280E-04	<b>3,915E-04</b>	<b>0,020</b>
<b>Fresenius- Volumat Agilia</b>	0,000E+00	3,508E-06	1,212E-05	2,231E-05	1,924E-05	3,070E-05	0,000E+00	<b>8,787E-05</b>	<b>0,009</b>
<b>BBM- Space P</b>	1,980E-06	0,000E+00	1,492E-05	9,275E-05	4,595E-05	1,228E-06	1,280E-04	<b>2,848E-04</b>	<b>0,017</b>

Tabulka 18:  $D^+$  vypočteny z vah z bodovací metody pro infuzní techniku (bez kritéria K4 a K8)

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Suma	Odmocnina
<b>BBM- Infusomat P</b>	1,980E-06	3,508E-06	0,000E+00	9,275E-05	4,595E-05	1,228E-04	1,280E-04	<b>3,950E-04</b>	<b>0,020</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	0,000E+00	3,508E-06	1,492E-05	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	<b>1,843E-05</b>	<b>0,004</b>
<b>Fresenius- Volumat Agilia</b>	1,980E-06	0,000E+00	1,454E-07	2,408E-05	5,724E-06	3,070E-05	1,280E-04	<b>1,906E-04</b>	<b>0,014</b>
<b>BBM- Space P</b>	0,000E+00	3,508E-06	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	9,946E-05	0,000E+00	<b>1,030E-04</b>	<b>0,010</b>

Tabulka 19:  $D^-$  vypočteny z vah ze Saatyho metody pro infuzní techniku (bez kritéria K4 a K8)

$D^-$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Suma	Odmocnina
BBM- Infusomat P	0,000E+00	0,000E+00	4,224E-05	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	<b>4,224E-05</b>	<b>0,006</b>
BBM- Infusomat Space	4,431E-06	0,000E+00	0,000E+00	1,189E-05	4,840E-06	1,182E-04	4,815E-04	<b>6,209E-04</b>	<b>0,025</b>
Fresenius- Volumat Agilia	0,000E+00	1,839E-06	3,431E-05	2,861E-06	2,026E-06	2,956E-05	0,000E+00	<b>7,060E-05</b>	<b>0,008</b>
BBM- Space P	4,431E-06	0,000E+00	4,224E-05	1,189E-05	4,840E-06	1,182E-06	4,815E-04	<b>5,461E-04</b>	<b>0,023</b>

Tabulka 20:  $D^+$  vypočteny z vah ze Saatyho metody pro infuzní techniku (bez kritéria K4 a K8)

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Suma	Odmocnina
BBM- Infusomat P	4,431E-06	1,839E-06	0,000E+00	1,189E-05	4,840E-06	1,182E-04	4,815E-04	<b>6,228E-04</b>	<b>0,025</b>
BBM- Infusomat Space	0,000E+00	1,839E-06	4,224E-05	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	<b>4,408E-05</b>	<b>0,007</b>
Fresenius- Volumat Agilia	4,431E-06	0,000E+00	4,118E-07	3,086E-06	6,029E-07	2,956E-05	4,815E-04	<b>5,196E-04</b>	<b>0,023</b>
BBM- Space P	0,000E+00	1,839E-06	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	9,578E-05	0,000E+00	<b>9,762E-05</b>	<b>0,010</b>

Tabulka 21:  $D^+$  vypočteny z vah z bodovací metody pro enterální techniku (bez kritéria K4 a K8)

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Suma	Odmocnina
<b>Fresenius Applix</b>	7,563E-06	1,068E-06	3,603E-06	4,514E-06	1,115E-05	6,875E-06	0,000E+00	<b>3,477E-05</b>	<b>0,006</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	7,563E-06	2,802E-07	7,769E-06	3,775E-05	0,000E+00	0,000E+00	3,681E-04	<b>4,214E-04</b>	<b>0,021</b>
<b>Covidien ECE - Kangaroo</b>	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	1,636E-06	5,164E-06	0,000E+00	<b>6,800E-06</b>	<b>0,003</b>

Tabulka 22:  $D^+$  vypočteny z vah z bodovací metody pro enterální techniku (bez kritéria K4 a K8)

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Suma	Odmocnina
<b>Fresenius Applix</b>	0,000E+00	0,000E+00	7,907E-07	1,616E-05	0,000E+00	0,000E+00	3,681E-04	<b>3,850E-04</b>	<b>0,020</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	0,000E+00	2,543E-07	0,000E+00	0,000E+00	1,115E-05	6,875E-06	0,000E+00	<b>1,828E-05</b>	<b>0,004</b>
<b>Covidien ECE - Kangaroo</b>	7,563E-06	1,068E-06	7,769E-06	3,775E-05	4,246E-06	1,222E-07	3,681E-04	<b>4,266E-04</b>	<b>0,021</b>



Tabulka 23:  $D^-$  vypočteny z vah ze Saatyho metody pro enterální techniku (bez kritéria K4 a K8)

$D^-$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Suma	Odmocnina
<b>Fresenius Applix</b>	1,429E-05	6,828E-07	1,283E-05	1,219E-06	3,741E-06	3,749E-06	0,000E+00	<b>3,651E-05</b>	<b>0,006</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	1,429E-05	1,791E-07	2,766E-05	1,019E-05	0,000E+00	0,000E+00	3,472E-04	<b>3,995E-04</b>	<b>0,020</b>
<b>Covidien ECE - Kangaroo</b>	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	0,000E+00	5,487E-07	2,816E-06	0,000E+00	<b>3,364E-06</b>	<b>0,002</b>

Tabulka 24:  $D^+$  vypočteny z vah ze Saatyho metody pro enterální techniku (bez kritéria K4 a K8)

$D^+$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Suma	Odmocnina
<b>Fresenius Applix</b>	0,000E+00	0,000E+00	2,816E-06	4,363E-06	0,000E+00	0,000E+00	3,472E-04	<b>3,544E-04</b>	<b>0,019</b>
<b>BBM- Infusomat Space</b>	0,000E+00	1,625E-07	0,000E+00	0,000E+00	3,741E-06	3,749E-06	0,000E+00	<b>7,652E-06</b>	<b>0,003</b>
<b>Covidien ECE - Kangaroo</b>	1,429E-05	6,828E-07	2,766E-05	1,019E-05	1,424E-06	6,665E-08	3,472E-04	<b>4,015E-04</b>	<b>0,020</b>