



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**

**Katedra biomedicínské techniky**

**Využití modelování při nákupu zdravotnické techniky**

**Modeling possibilities of purchase in field of medical devices**

Diplomová práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví

Vedoucí práce: Ing. Ivana Kubátová Ph.D.

Odborný konzultant: Ing. Jan Žigmond

**Adéla Slámová**

---

**Kladno 2016**

Katedra biomedicínské techniky

Akademický rok: 2014/2015

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

Student:                   **Bc. Adéla Slámová**  
Studijní obor:           Systémová integrace procesů ve zdravotnictví  
Téma:                      **Využití modelování při nákupu zdravotnické techniky**  
Téma anglicky:          Modeling possibilities of purchase in field of medical devices

### Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :

Cílem této práce je analyzovat možné využití modelování jak na straně klinických, tak na straně technických a nákladových dat v HTA při nákupu zdravotnické techniky. Analyzujte možné modely nákupů a možnosti jejich aplikace v rámci hodnocení zdravotnické techniky. Na základě současného stavu problematiky identifikujte vhodné modely a navrhnete možnou implementaci těchto modelů do procesů ve zdravotnictví. Zhodnoťte výhody a nevýhody modelů a porovnejte možné výstupy. Jednotlivé návrhy modelů otestujte na reálných datech z oblasti nákupu zdravotnické techniky.

### Seznam odborné literatury:

- [1] Goddman, C.S., HTA 101 - Introduction to health technology assessment, Virginia USA, 2004
- [2] Brent, R.J., Cost-benefit Analysis and Health Care Evaluations, Edward Elgar Publishing. USA. , 2003, ISBN 1 84064 844 9
- [3] Hrazdíra, I., Lékařská biofyzika a přístrojová technika., Nakl. Neptun, 2004, ISBN 80-902896-1-4

Vedoucí:                   Ing. Ivana Kubátová, Ph.D.  
Konzultant:              Ing. Jan Žigmond (Kantar Health - CEEOR)

Zadání platné do:      29.09.2016

.....  
vedoucí katedry / pracoviště

.....  
děkan

V Kladně dne 29.01.2016

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Využití modelování při nákupu zdravotnické techniky“ vypracovala samostatně. Veškerou použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Kladně dne 20. 5. 2016

---

Adéla Slámová

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí práce Ing. Ivaně Kubátové, Ph.D., za její rady, pečlivé připomínky a odborné vedení během celé práce. Dále bych ráda poděkovala svému konzultantovi Ing. Janu Žigmondovi za jeho čas a ochotu během zpracování diplomové práce. Také bych chtěla poděkovat Ing. Jiřímu Havlíkovi za jeho odborné konzultace a čas, který mi věnoval. V neposlední řadě pak velké díky patří mé rodině a blízkým, kteří mě podporovali nejen při psaní této diplomové práce, ale po celou dobu mého studia.

**Název diplomové práce:**

Využití modelování při nákupu zdravotnické techniky

**Abstrakt:**

Tato práce se zabývá možnostmi využití modelování při nákupu zdravotnické techniky. Cílem je analyzovat možné využití modelování jak na straně klinických, tak na straně technických a nákladových dat v HTA při nákupu zdravotnické techniky. Práce obsahuje analýzu nákupu zdravotnické techniky v České republice a metody analytického a multikriteriálního modelování využívaného při hodnocení zdravotnických technologií ve zdravotnictví. Těmto metodám je přizpůsobena obecná struktura procesu nákupu, na základě které je navržen základní model nákupu a dva rozšířené modely pro širší zpracování dat. Práce dále popisuje možnosti zpracování dat pomocí modelů a hodnotí jejich výstupy. Praktické využití je demonstrováno v poslední části této práce, kde jsou jednotlivé modely otestovány na dostupných reálných klinických, nákladových a uživatelských datech. V závěrečné části práce jsou na základě výsledků identifikovány možnosti využití uvedených metod při rozhodování o nákupu zdravotnické techniky.

**Klíčová slova:**

Model, modelování, nákup zdravotnické techniky, hodnocení zdravotnických technologií, multikriteriální rozhodování

**Master´s Thesis title:**

Modeling possibilities of purchase in field of medical devices

**Abstract:**

The Master thesis focuses on the modeling used for purchasing a medical technology. The main goals are the modeling analysis possibilities of the clinical data as well as technical and cost data in HTA when purchasing a medical technology. The thesis contains the analysis of the medical technology purchase in the Czech Republic and the analytical and multi-criteria modeling methods used in the health technology assessment. The general purchase structure is adapted to these methods, under which the purchase basic model and two extended models for broader data processing are designed. In addition, the thesis describes data processing options using models and evaluate their outputs. The last part of this thesis demonstrates the practical use of modeling, where each model is tested using available clinical, cost and user data. Based on the results the final part shows the possibilities of the described models usage when purchasing medical technology.

**Key words:**

Model, modeling, purchase of medical device, health technology assessment, multi-criteria decision making

# Obsah

<b>Seznam symbolů a zkratk</b>	<b>9</b>
<b>1 Úvod</b>	<b>10</b>
<b>2 Přehled současného stavu řešené problematiky</b>	<b>12</b>
2.1 Úvod do problematiky nákupu zdravotnické techniky . . . . .	12
2.2 Zdravotnická technika a její životní cyklus . . . . .	13
2.3 Specifika nákupu zdravotnické techniky do zdravotnického zařízení . . . . .	14
2.3.1 Předmět nákupu . . . . .	15
2.3.2 Rozhodnutí o nákupu . . . . .	15
2.3.3 Proces nákupu . . . . .	17
2.3.4 Dodavatelé zdravotnické techniky . . . . .	18
2.4 Legislativní rámec nákupu zdravotnické techniky v České republice . . . . .	18
2.5 Problematika nákupu zdravotnické techniky v EU . . . . .	20
2.6 Využití HTA při nákupu zdravotnické techniky . . . . .	24
2.7 Procesy hodnocení a rozhodování ve zdravotnictví . . . . .	24
2.8 Metody rozhodování při nákupu zdravotnické techniky . . . . .	24
2.9 Zdravotně-ekonomické hodnocení . . . . .	28
2.10 Ekonomické hodnocení . . . . .	29
2.11 Využití modelování ve zdravotnictví . . . . .	29
2.12 Zdravotně-ekonomické modelování . . . . .	30
2.13 Využití modelování v HTA . . . . .	32
2.13.1 Rozhodovací stromy . . . . .	33
2.13.2 Markovovy modely . . . . .	34
2.14 MCDA modelovací přístupy . . . . .	36
2.15 Simulace . . . . .	37
2.15.1 Tree Age software . . . . .	37
<b>3 Metody</b>	<b>38</b>
3.1 Procesní modelování . . . . .	38
3.2 Analytické modelovací techniky . . . . .	39
3.3 Modelování rozhodovacích postupů . . . . .	43
3.3.1 Stanovení vah . . . . .	43
3.3.2 Multikriteriální rozhodování . . . . .	45
<b>4 Vstupní data modelování</b>	<b>46</b>
4.1 Klinická data . . . . .	49

4.2	Nákladová data . . . . .	52
<b>5</b>	<b>Výsledky</b>	<b>57</b>
5.1	Analýza procesu nákupu zdravotnické techniky . . . . .	57
5.2	Základní model nákupu ve zdravotnickém zařízení . . . . .	57
5.2.1	Model nákupu Nemocnice Na Homolce . . . . .	58
5.2.2	Model nákupu Fakultní nemocnice v Motole . . . . .	59
5.3	Možnosti modelování při nákupu zdravotnické techniky . . . . .	60
5.3.1	Model 1 . . . . .	60
5.3.2	Model 2 . . . . .	61
5.3.3	Model 3 . . . . .	72
<b>6</b>	<b>Diskuze</b>	<b>80</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>85</b>
	Seznam použité literatury	87
	Seznam obrázků	95
	Seznam tabulek	97



## Seznam symbolů a zkratek

AHP	analytický hierarchický proces
ANP	analytický síťový proces
CT	počítačová tomografie
HTA	hodnocení zdravotnických technologií
KHMT	kontraktura hrdla močové trubice
LAPARO	laparoskopická radikální prostatektomie
MCDA	multikriteriální rozhodování
MRI	magnetická rezonance
OPEN	otevřená radikální prostatektomie
QALY	hodnocení kvality života z pohledu pacienta
ROBOT	roboticky asistovaná radikální prostatektomie
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similar to Ideal Solution
WHO	Světová zdravotnická organizace
WSA	metoda váženého součtu



## 1 Úvod

Sektor zdravotnictví je v současné době velmi probíraným a aktuálním tématem. Vzhledem k jeho specifčnosti se v něm setkáváme s využitím lidských zdrojů, s vysokými finančními úhradami, vrcholovým managementem a s použitím vysoce sofistikované a nákladné techniky. Činnost tohoto sektoru je velmi obtížné organizovat se zaručením jednotných a přesných postupů ve všech úrovních zdravotnických zařízení. Způsob úhrad zdravotní péče a systém financování je jak v České republice, tak v Evropě nastaven a omezen limitovanými finančními prostředky, a to především prostředky veřejného zdravotního pojištění. V současné době neexistuje zdravotní systém, ve kterém by bylo možno provádět úhradu nákladů za zdravotnické prostředky, robotické systémy a chirurgické programy pouze v závislosti na dostupné nabídce ze strany výrobců. Při možnosti provádět tyto úhrady nemluvíme pouze o omezeních ve smyslu finančních limitů, ale zahrnujeme sem také problematiku omezení vzniklých při špatném rozhodnutí výběru méně hodnotné technologie na úkor technologie s vyšší přidanou hodnotou a poskytující vyšší finanční výhody pro pacienty. Omezení finančních prostředků vyvolává nutnost rozumného zamyšlení nad jejich racionální alokací a tím omezení finančních ztrát v nemocnicích spojených s nákupem předražené zdravotnické techniky, o kterých se stále více hovoří. Těmito ztrátám není jednoduché předcházet z důvodu neexistence ustálené metodiky, na jejímž základě by šlo zamezit nevhodným nákupům. U menší zdravotnické techniky, kupříkladu dialyzačních přístrojů, rozhoduje o nákupu pouze zdravotnické zařízení. U některé specifické zdravotnické techniky musí nákup předcházet souhlas Přístrojové komise Ministerstva zdravotnictví ČR. Tato komise však rozhoduje o pořízení či nepořízení zdravotnické techniky, nikoli o výběru nákladově efektivní varianty daného přístroje. Těmito přístroji jsou například počítačová tomografie, magnetická rezonance nebo robotický systém da Vinci. V obou případech zcela chybí ucelená metodika, na jejímž základě by bylo možné vybrat nákladově efektivní zdravotnickou techniku.

Hodnocení zdravotnických technologií je obor poskytující vstupní informace pro stanovení priorit a rozhodování ve zdravotnickém systému. Mimo farmakoekonomiky a zdravotnických technologií zahrnuje kupříkladu preventivní a terapeutické procesy zdravotní péče. Pro hodnocení zdravotnických přístrojů tato metodika stále chybí. Hodnocení zdravotnických technologií se stalo důležitým pojmem, a to díky rychlému nárůstu technologií ve vztahu k omezeným zdravotnickým rozpočtům. Hlavním účelem je informovat zúčastněné strany v oblasti zdravotní péče a zlepšovat zavádění nákladově efektivních přístrojů. Dalšími problémovými oblastmi jsou regulace, které se orientují na bezpečnost a účinnost, a řízení, které se zabývá zadáváním veřejných zakázek a údržbou zdravotnické techniky během jejího životního cyklu.



Veřejné zakázky a jejich zadávání je v současné době rovněž velmi aktuálním tématem. Zadání veřejné zakázky je složitý proces a ne každé zdravotnické zařízení zaměstnává odborníky, kteří tento proces provedou zdárně bez chyby, tak aby nebylo možné výběrové řízení zpochybnit jak z hlediska výběru dodavatele, tak z hlediska korektnosti výběrového řízení. Pokud jsou v zadávací dokumentaci objeveny nedostatky, je ohrožen proces zadávání veřejné zakázky a samotného nákupu, nehledě na časovou náročnost. Tento stav vede ke stále více se objevujícím napadáním výběrových řízení, a tím k jejich případnému značnému časovému prodloužení a v krajních případech k jejich zrušení. V otázce veřejných zakázek se také vyskytuje stále více informací o velké míře korupce, která je v poli nákladné přístrojové techniky všudypřítomná. Pro omezení tohoto stavu vzniklo pod záštitou Ministerstva zdravotnictví ČR mnoho pokusů o udržení racionalizace nákupu, veřejné dostupnosti informací a konkurenceschopnosti výrobců. Bohužel se tyto vize doposud v praxi neuskutečnily, a tak je problematika nákupu a možnosti sledování toku finančních zdrojů do investic ve zdravotnické technice stále v nedohlednu.

Hlavním cílem této práce je analyzovat možné využití modelování jak na straně klinických, tak na straně technických a nákladových dat v hodnocení zdravotnických technologií při nákupu zdravotnické techniky.

Teoretická část práce se bude zabývat analýzou současného stavu nákupu zdravotnické techniky do zdravotnických zařízení v České republice. V této části práce budou identifikovány rozhodovací pravomoci o nákupu zdravotnické techniky a samotný proces nákupu spolu s legislativním rámcem. V hlavní části současného stavu problematiky budou vybrány vhodné metody pro modelování nákladových, klinických či technických dat a vybrán vhodný program pro zpracování dostupných dat. Na základě vybraných metod modelování budou v praktické části metodicky popsány jednotlivé modely a jejich návrhy otestovány na reálných datech z oblasti nákupu zdravotnické techniky. Výpočet dat bude proveden pomocí programu TreeAge a MS Excel. V závěru práce budou zhodnoceny výhody a nevýhody modelů a porovnány jejich možné výstupy.

Vzhledem ke snaze rozšíření procesu hodnocení zdravotnických technologií o metody modelování je tato práce spíše metodického charakteru. Ráda bych touto prací poukázala na nedostatky v procesu nákupu zdravotnické techniky a přispěla k možnostem objektivního rozhodování.



## 2 Přehled současného stavu řešené problematiky

Tato kapitola mapuje současný stav problematiky nákupu zdravotnické techniky v České republice. Nejprve je obecně popsán úvod do nákupu a jeho specifika při pořizování zdravotnické techniky do zdravotnického zařízení. Dále je popsán předmět nákupu, problematika rozhodování o nákupu a podrobně vyobrazen samotný proces nákupu s možnostmi jednotlivých vstupů v jeho průběhu. V této části práce je také stručně představen legislativní rámec nákupu zdravotnické techniky v České republice a jsou zde uvedeny nejčastější chyby a problémy v průběhu zadávání veřejných zakázek. Klíčová část se pak zaměřuje na analýzu současného stavu problematiky samotného modelování, které je ideálním nástrojem pro objektivizaci jednotlivých kroků v procesu nákupu zdravotnické techniky. Tato kapitola popisuje jednotlivé modely a možnosti jejich využití ve zdravotnictví. Dále je popsána problematika hodnocení zdravotnických technologií se zaměřením na rozhodovací metody při nákupu zdravotnické techniky a podrobně rozebrány možnosti zdravotně-ekonomického hodnocení spolu s ekonomickými analýzami.

### 2.1 Úvod do problematiky nákupu zdravotnické techniky

Obecná problematika nákupu zdravotnické techniky vychází především z nejednotného systému nákupů v různých typech zdravotnických zařízení. Současná situace při uzavírání obchodů a závazkových vztahů ve zdravotnictví je charakteristická nedostatkem referenčních informací o cenách a dalších údajích. Při výběru zdravotnické techniky často dochází k neefektivnímu vynakládání finančních prostředků, což je jedna z příčin plýtvání zdrojů ve zdravotnictví. Aby byly možné investice do zdravotnické techniky co nejvíce využitelné, je nutné pro jejich výběr a nákup použít metody, které umožňují objektivní určení kritérií nákupu. Dále je nutné brát v úvahu také zájem tzv. „stakeholderů“, kteří zahrnují všechny osoby, které mají cokoliv do činění s uvolňováním finančních prostředků ve zdravotnickém zařízení. Čím důležitější a finančně náročnější rozhodnutí je, tím pečlivější analýzu a hodnocení vyžaduje [1, 2].

Při nákupu zdravotnické techniky je kladen důraz především na nákupní náklady. Tento sektor je veřejností i odborníky stále vnímán jako oblast, ve které dochází k rozsáhlému plýtvání a nezanedbatelné míře korupce. Nezisková nevládní organizace pro mapování korupce Transparency International Česká republika uvedla ve své zprávě pro rok 2011, že roční plýtvání a korupční chování dokáže vystoupat ke ztrátám až 27,6 miliardy Kč. Ve stejném roce vzešla ze strany Ministerstva zdravotnictví ČR myšlenka zřízení modulární internetové aplikace pro sledování nákladů na nákup léků, zdravotnického materiálu a zdravotnické techniky. Výhodami aplikace byla možnost sjednocení systému kontroly nákupů a referenční ceníky. Aplikace však nikdy nebyla spuštěna a tak stále není vyrovnán vztah informační asymetrie mezi zákazníkem a dodavatelem [2, 3].



## 2.2 Zdravotnická technika a její životní cyklus

Zdravotnickým prostředkem rozumíme ve smyslu zákona č. 268/2014 Sb., v platném znění, širokou škálu prostředků, především zdravotnické techniky, a to ve smyslu tradičního pojetí, i když zákon tento pojem již přesně nevysvětluje. Přesnou definicí tento zákon ukládá, že se jedná o nástroje, přístroje, zařízení, programové vybavení, materiál nebo jiný předmět, použitý samostatně nebo v kombinaci, spolu s příslušenstvím, včetně programového vybavení určeného jeho výrobcem ke specifickému použití pro diagnostické nebo léčebné účely a nezbytného k jeho správnému použití, určený výrobcem pro použití u člověka za účelem stanovení diagnózy, prevence, vyšetřování, monitorování, léčby, mírnění choroby, kompenzací poranění nebo zdravotního postižení a náhrady nebo modifikace anatomické struktury [4].

Postupy ke sjednocování národních regulačních mechanismů pro zdravotnické prostředky začaly být shromažďovány již v 90. letech. V praxi může být složité některé zdravotnické prostředky zařadit a mohou se nacházet na rozhraní mezi technikou a léky. Jak v Evropské unii, tak ve Spojených státech amerických, jsou zdravotnické prostředky, tudíž i zdravotnická technika, posuzovány v podstatě až na drobné rozdíly stejným způsobem [5].

Klíčovou komoditou pro tuto práci je zdravotnická technika, kterou rozumíme lékařské prostředky, jako jsou přístroje, nástroje či pomůcky. Na zdravotnické technice je v současnosti zcela závislá většina aktivit v oblasti lékařské péče, a to především v prevenci, diagnostice, léčbě, rehabilitaci a paliativní péči. Zdravotnické přístroje jsou pak klasifikovány podle zařazení do systému zdravotní péče na terapeutické a diagnostické. Mezi terapeutické řadíme např. chirurgické přístroje, přístroje na fyzikální terapii, ozařovací zařízení či přístroje na externí podporu a náhradu orgánů. Diagnostickými přístroji rozumíme vyšetřovací přístroje, vysoce sofistikované zobrazovací systémy, přístroje na vyšetření fyziologických funkcí či laboratorní přístroje [4, 5].

Každá zdravotnická technika má dle Světové zdravotnické organizace (WHO) svůj životní cyklus. Počátky zdravotnické techniky jako mnoho inovativních technologií jsou ve výzkumu, výzkumných laboratořích, univerzitách a výzkumných střediscích. Vědci zde navrhují různé nové a moderní lékařské vybavení na základě klinických nebo tržních potřeb. Procházení různými variabilními procesy dále techniku rozvíjí, a tím ji připravuje ke vstupu na zdravotní trh. Prototypové modely zdravotnické techniky jsou navrženy a testovány v souladu s konstrukčními protokoly výrobců, obvykle za použití počítačových modelů, než jsou schváleny pro samotnou výrobu. V dalším kroku se provádí kontrola kvality, aby bylo prokázáno, že je zdravotnická technika v souladu s regulačními standardy. Výrobci mají své auditory, kteří jsou vyškoleni k posouzení souladu výrobku s regulačními standardy [6, 7].



Na řadu přicházejí další testy a schválení zdravotnické techniky. Je nutno konstatovat, že technika musí být v souladu se standardy a schválena k použití na lidech pomocí klinických zkoušek. Dále musí zdravotnická technika splňovat požadavky stanovené příslušnými předpisy a označení prohlášení o shodě, že zdravotnický prostředek stanovené požadavky splňuje. Jakmile je tento popsáný proces uskutečněn, a je dokázána efektivita i bezpečnost přístroje, může být schválen pro použití v klinické praxi. Poté je zdravotnická technika připravena k výrobě a uvedení na trh. Tuto fázi životního cyklu nazýváme přípravnou fází před zavedením na zdravotní trh [6].

Dalším krokem je tzv. fáze klinického životního cyklu a odehrává se v rámci zdravotnického zařízení. V jejím průběhu jsou zahrnuty tyto procesy [6]:

- Plánování, analýza potřeb, priorit a rozpočtu
- Zadávání veřejných zakázek: všechna opatření přijata k přípravě zadávací dokumentace (např. technické specifikace a podmínky) a všechny ostatní kupní zpracování
- Dodávka a příjem zdravotnické techniky (popř. příprava prostor), instalace zdravotnické techniky, spuštění zdravotnické techniky (kalibrace a testování), zaškolení obsluhy a provedení převjímací zkoušky pro ujištění, že zařízení splňuje technické specifikace ze zadávací dokumentace

Tímto je zdravotnická technika připravena na klinické využití u pacientů. Externí či interní poskytovatel servisu techniky, poskytuje technickou podporu služeb, včetně kalibrace preventivní a nápravné údržby, správy dílů a kontroly pro zajištění kvality. Lékařská technika je dlouhodobě sledována pro výkon, posouzení klinické účinnosti a nákladové efektivity za použití výkonnostních ukazatelů a nákladů jejího životního cyklu. Dodavatel v tomto kroku především monitoruje spolehlivost a zajišťuje technickou podporu přístrojů [6].

Konečnou fází životního cyklu zdravotnické techniky je doba, kdy má být nahrazena nebo vyřazena z provozu. To může být způsobeno sníženou účinností, nedostatečnou bezpečností, nedostupností náhradních dílů a mnoha dalšími faktory [6].

### 2.3 Specifika nákupu zdravotnické techniky do zdravotnického zařízení

Nákup ve zdravotnickém zařízení probíhá s ohledem na ekonomické teorie standardně, jako ve všech ekonomicky činných subjektech. Nákup je hlavním hodnototvorným procesem zdravotnického zařízení a má značný podíl na jeho existenci. Zahrnujeme sem veškerá opatření a činnosti, které slouží k zajištění potřebných hmotných i nehmotných zdrojů v požadovaném množství, čase a ceně. Cílem nákupu zdravotnického zařízení je pořizování



zdravotnické techniky v potřebném rozsahu a uspokojování potřeb především lékařů a pacientů. Dále dosažení požadované jakosti služeb, vybavenost zařízení za přiměřených vstupních nákladů, snížení nákupních rizik a zvýšení flexibility nákupu. Pro zdravotnické zařízení je nejdůležitější udržovat rovnováhu mezi snižováním nákladů a udržováním kvality nakupovaných produktů [8].

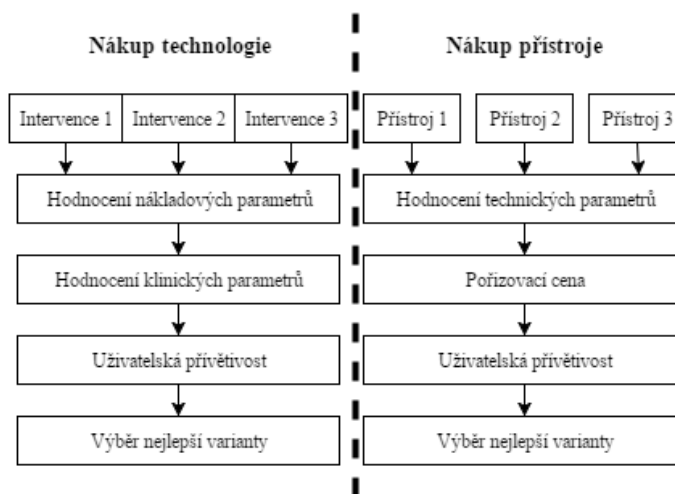
### 2.3.1 Předmět nákupu

Předmětem nákupu zdravotnického zařízení mohou být v obecném pojetí dle §7 odst. 2 zákona č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách dodávky, služby a stavební práce. Mezi dodávky řadíme léky, spotřební zdravotnický materiál, zdravotnickou techniku, energie, informační technologie a materiál technického zabezpečení. Při nákupu zdravotnické techniky mohou nastat dva nejčastější případy. Prvním případem je, že zdravotnické zařízení nakupuje zdravotnickou techniku, jako jsou např. EKG přístroje, přenosné rentgeny nebo plicní ventilátory, která je již běžně využívána a je nutné pořídit buď z důvodu zastaralosti nový přístroj, nebo je třeba navýšit počty na oddělení. V takovém případě se u přístroje nejvíce posuzuje uživatelská přívětivost, technické parametry a pořizovací cena. Druhým případem je situace, kdy zdravotnické zařízení nakupuje novou technologii pro výkon intervencí např. v oblasti urologie či gynekologie a je možné zavést nové operační techniky. Při takovém hodnocení se spíše než na technické specifikace z důvodu ojedinělosti přístroje zaměřujeme na klinické, nákladové a uživatelské parametry. Platí tedy, že při nákupu nového přístroje porovnáváme přístroje mezi sebou a řešíme především pořizovací cenu a technické specifikace, ovšem při nákupu nové technologie intervence porovnáváme především jednotlivá klinická a nákladová data vzhledem k doposud vykonávaným intervencím viz. obr. (2.1). V této diplomové práci je hlavním předmětem nákupu nákladná zdravotnická technika vykonávající intervence pomocí nového mininvazivního přístupu a s ní spojené požadované služby, uvedení do provozu, zaškolení personálu obsluhy, servis nebo stavební práce. Mezi nákladnou a vysoce sofistikovanou zdravotnickou techniku řadíme pro potřeby práce počítačovou tomografií, magnetickou rezonancí či robotický systém da Vinci. Na této zdravotnické technice je v současné době zcela závislá většina aktivit v oblasti lékařské péče, jako je prevence, diagnostika a léčba [9, 10].

### 2.3.2 Rozhodnutí o nákupu

Vzhledem k nejednotnosti zdravotnických zařízení v České republice je velmi obtížné přesně specifikovat rozhodovací proces nákupu. Ve velkých zdravotnických zařízeních, jako jsou nemocnice, podávají požadavky na nákup zdravotnické techniky nejčastěji přímo ošetřující lékaři. Dále se samozřejmě hledí na finanční rozpočet. Ve většině případů postačí k rozhodnutí pouze zastaralost zdravotnické techniky na oddělení, potřeba nového přístroje





Obrázek 2.1: Analýza nákupu ve zdravotnickém zařízení [vlastní]

pro kvalitnější lékařskou péči nebo možnosti nových technologií. Lékaři se nejčastěji v případě pořizování již zavedených zdravotnických přístrojů rozhodují na základě svých dlouholetých zkušeností a do rozhodnutí zřídka vstupují další faktory. Tento počin je pochopitelný, ovšem již není z dlouhodobého hlediska bráno v úvahu, zda se na trhu zdravotnické techniky vyskytují přístroje modernější, funkčně vyspělejší, uživatelsky přívětivější a cenově dostupnější. Přestože je lékařská technika v požadované kvalitě a bezpečnosti navrhována samotnými lékaři, je v dalším kroku rozhodování její pořízení závislé především na ceně. Pořizovací cena tak rozhodování velmi limituje a nedává prostor dalším kritériím [11].

Jak již bylo zmíněno, o tom, co se bude nakupovat, tradičně rozhodují samotní lékaři. Nemocnice na základě výběru zkontroluje soulad s rozpočtem a realizuje nákup. Probíhající přesun pravomocí směrem k managementu nemocnice je často zdrojem sporů na pracovišti. Problém tedy není jen na straně lékařů, kteří nehledí na rozpočet nemocnice, ale také na straně managementu, který hledí především jen na finanční zdroje. Je tedy možné sestavit optimální model rozdělení kompetencí mezi lékaře a management? Dle Hroboně (2012) by jedním z klíčových řešení mohlo být zavedení tzv. VEN klasifikace, která je využívána ve farmakoekonomickém odvětví. Tato klasifikace rozděluje zdravotnické prostředky a techniku do tří skupin, podle rozhodovacích kompetencí [12].

- Vital – skupina prostředků, které jsou klíčové pro správné provedení výkonu, důležitá je zkušenost a zvyk lékaře. Hlavní slovo ve výběru má lékař a nemělo by sem patřit více než 20 % všech prostředků.





- Essential – prostředky, které jsou důležité pro správné provedení výkonu, ale existuje k nim srovnatelná alternativa. Dle oborů a poskytovatele sem řadíme 20 % - 60 % prostředků a přístrojů. Lékaři a management jsou rovnocennými partnery.
- Non-Essential – jedná se o plně nahraditelné prostředky dle kvality. Zapojení lékařů by mělo zůstat, ale rozhodnout může nákupní oddělení [12].

### 2.3.3 Proces nákupu

Nákup je formálním procesem a představuje základní aktivitu ekonomicky činného subjektu; chápeme ho jako komplex činností, které je nutné vykonat pro pořízení hmotného majetku. Nákupní proces se u každého zdravotnického zařízení může lišit, ale existují některé klíčové prvky, které jsou společné v celém kontextu. Celým komplexním procesem sledujeme konkrétní cíle, jako jsou uspokojování potřeb všech zúčastněných stran, snižování nákupních nákladů, zvyšování kvality nakupovaných produktů, snižování rizik a sledování veřejně prospěšných cílů [13].

Proces nákupu se obecně skládá ze šesti základních na sebe navazujících kroků. Nejprve je specifikován požadavek nákupu, výběr dodavatele, uzavření smlouvy, objednávka, dodání a nakonec vyhodnocení nákupu. Jednotlivé fáze tvoří navzájem ucelený a propojený proces, který je možné využít jako základní stavební kámen nákupu do zdravotnického zařízení. Pro ucelení obecného průběhu nákupu ve zdravotnickém zařízení jsou v následující části popsány jednotlivé kroky vedoucí k jeho realizaci [8].

V první řadě je nutné, aby lékař zhodnotil stav zdravotnické techniky na oddělení a vybral, kterou zdravotnickou techniku je třeba nakoupit. Následně je sepsána a podána žádost na vedení zdravotnického zařízení, které kontroluje rozpočet. Vedení zdravotnického zařízení v návaznosti na kontrolu finančního rozpočtu rozhodne, zda je v možnostech zařízení zdravotnickou techniku nakoupit. Pokud není v rozpočtu dostatek finančních prostředků, nákup je na základě uvedených důvodů zamítnut. Při dostupnosti finančních prostředků vedení zdravotnického zařízení nákup schválí a dále je v závislosti na ceně postupováno dle zákona č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách [11, 13].

Postup nákupu, který jsme si zde popsali, je však velmi zjednodušený a je třeba nezapomínat na možné další vstupy v jeho průběhu. Obecně vstupuje do procesu nákupu mnoho faktorů, které ho mohou ovlivnit, a je velmi složité zájmy všech zúčastněných stran sloučit. Pokud je již rozhodnuto o pořízení nové zdravotnické techniky, měly by být zhodnoceny také všechny možnosti jejího využití a pozitivní přínos. Přínos přikládáme jak na stranu lékařů a zdravotnického zařízení, tak na stranu pacientů. Pro upřesnění faktorů vstupujících do procesu nákupu byl sestaven diagram, na kterém jsou vyznačené důležité vstupy, které mají vliv na výsledné rozhodnutí. Jednotlivé vstupy jsou obsáhlé prameny informací, je nutné se v nich dobře zorientovat a pochopit společné souvislosti [11, 13].



Na nákup zdravotnické techniky je možné nahlížet z mnoha různých úhlů. Z perspektivy státu je důležité, aby nákup probíhal dle daných legislativních ustanovení a nedocházelo k jejich porušování. Pro lékaře a zdravotnický personál jsou v rozhodovacím procesu nejdůležitější zkušenosti s danou zdravotnickou technikou a potřeba na daném oddělení pro běžný provoz. Vedení zdravotnického zařízení bude naopak nahlížet na nákup zdravotnické techniky z hlediska pořizovacích nákladů a možností finančního rozpočtu. V patientské perspektivě jsou nejčastěji hodnoceny intervence prováděné pomocí dané zdravotnické techniky, jejich kvalita a dopad na lidské zdraví. V neposlední řadě je nutné do vstupů zařadit plátce, zdravotnické pojišťovny, které prostřednictvím veřejného zdravotního pojištění hradí výkony prováděné zdravotnickou technikou [14].

#### 2.3.4 Dodavatelé zdravotnické techniky

Možnosti výběru dodavatele zdravotnické techniky jsou ve zdravotnictví značně omezené. Nákup je možné provádět jednou z distribučních cest, podle rozsahu a velikosti požadované zakázky. První možností je nákup přímo od výrobce zdravotnické techniky na tuzemském trhu, který značně snižuje náklady nákupu pro zdravotnické zařízení a zajišťuje přímou zpětnou vazbu v celém procesu. Další cestou je nákup techniky přes obchodního zástupce, který může využívat značku výrobce, a stává se tak autorizovaným prodejcem. Ve většině případů zajišťuje autorizovaný prodejce také instalaci, zaškolení personálu a servis přístroje. Poslední možností je nákup zdravotnické techniky prostřednictvím velkodistribučních obchodních korporací, které prodávají zdravotnickou techniku od více výrobců. Jedná se o tzv. kompletátory, kteří jsou vnímáni velmi rozporuplně z důvodu velké cenové přírážky oproti nákupu přístrojové techniky od přímého výrobce. Oproti tomu jsou však schopni dodat široké spektrum výrobků a nabídnout nemocnici výhodnější obchodní a platební podmínky. Kompletátoři jsou ve většině případů také výhradními zástupci prodejců a nemocnice tak mají často jedinou možnost, jak a kde zdravotnickou techniku nakoupit [11].

## 2.4 Legislativní rámec nákupu zdravotnické techniky v České republice

Nákup zdravotnické techniky probíhá nejčastěji formou veřejných zakázek. Pro přesný postup zadávání veřejných zakázek ve zdravotnictví je v této části práce popsána analýza celého procesu dle zákona č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách, stručným představením základních pojmů a řešením teoretických východisek (dále pouze Zákon) [9].

Veřejná zakázka je specifickým druhem pracovní smlouvy, kdy jednou ze smluvních stran je veřejný zadavatel, v našem případě zdravotnické zařízení, které nezaložila soukromá osoba. Veřejným zadavatelem jsou tedy stát, státní příspěvkové organizace, územní samosprávné celky nebo příspěvkové organizace zřízené územním samosprávným celkem



či jiné právnické osoby založené za účelem uspokojování potřeb veřejného zájmu a financovaných státem nebo jiným veřejným zadavatelem [9].

Veřejnou zakázkou je myšlena zakázka realizovaná na základě smlouvy mezi zadavatelem a jedním či více dodavateli, předmětem je poskytnutí dodávek zdravotnické techniky, poskytování služeb nebo stavebních prací spočívajících v umístění, montáži či uvedení takového zboží do provozu, pokud tyto činnosti nejsou základním účelem veřejné zakázky, avšak jsou nezbytné ke splnění veřejné zakázky. V souladu s ustanovením dle §6 Zákona platí pro zadávání veřejných zakázek základní podmínky, kterými se zadavatel musí řídit. Výslovně se jedná o zásadu transparentnosti, rovného zacházení a zákaz diskriminace. Pomocí těchto zásad dosahuje zdravotnické zařízení efektivního hospodaření při nakládání s veřejnými prostředky [15, 16].

Financování veřejných zakázek je stanoveno v jejich předpokládaných hodnotách. Touto předpokládanou hodnotou rozumíme výši peněžitého závazku vyplývající z plnění veřejné zakázky, je zadavatel povinen stanovit před zahájením řízení. Předpokládanou hodnotu stanoví zadavatel v souladu se stanovenými pravidly Zákona a na základě údajů a informací o zakázkách stejného či podobného předmětu plnění. Zadavatel nesmí vědomě rozdělovat veřejné zakázky z důvodu snížení jejich ceny pod finanční limity ustanovené Zákonem. Pokud by se tak stalo, je pro stanovení předpokládané hodnoty rozhodující součet předpokládaných hodnot všech částí veřejné zakázky. V §7 Zákona je vymezeno dělení veřejných zakázek dle výše předpokládané hodnoty na nadlimitní veřejné zakázky, podlimitní veřejné zakázky a veřejné zakázky malého rozsahu. Toto rozdělení je podstatné především k ověření povinnosti zadavatele postupovat při zadávání veřejné zakázky podle Zákona. Nejméně formalizované jsou zakázky malého rozsahu, při jejichž plnění nemá zadavatel povinnost postupovat dle Zákona. Musí však stále dodržovat zásady transparentnosti, rovného zacházení a zákazů diskriminace dodavatele dle §6 Zákona. Zadávání podlimitních veřejných zakázek je pak méně formální než zadávání nadlimitních veřejných zakázek. Vzhledem ke skutečnosti, že jsou vysoce vyspělé diagnostické a terapeutické přístroje velmi nákladné, jsou veřejné zakázky na zdravotnickou techniku často vyhlášovány v režimu nadlimitních veřejných zakázek [15, 16].

V praxi proces zadávání veřejné zakázky na dodávku probíhá následovně. Zadavatel vyhotoví zadávací dokumentaci včetně technických specifikací na předmět plnění a kvalifikačních požadavků na dodavatele. Dále je v souladu se Zákonem zahájeno zadávací řízení a po uplynutí stanovené lhůty pro podání nabídek přistoupí k otevírání obálek a následně provede posouzení kvalifikace a hodnocení obdržených nabídek dle stanovených hodnotících kritérií. Uzavřením smlouvy s vybraným dodavatelem je na základě nejvhodnější nabídky zadávací řízení ukončeno a následuje plnění, tedy dodávka konkrétní lékařské přístrojové techniky [9, 15, 16].



Pro zdravotnická zařízení je největším úskalím stanovení správné zadávací dokumentace. Zadávací dokumentace je dle §44 Zákona definována jako soubor dokumentů, údajů, požadavků a technických podmínek stanovených zadavatelem tak, aby byl co nejpodrobněji vymezen předmět veřejné zakázky. Pro kvalitní zpracování zadávací dokumentace zakázky na dodávku zdravotnické techniky je důležité zejména stanovení přesných technických podmínek, kterými je definován předmět plnění. Nesmí však být stanoveny tak, aby určitým dodavatelům zaručovaly výhodu v konkurenčním boji. Stanovení technických podmínek je u zdravotnické techniky náročné. Jedná se o přístroje složité, sofistikované a charakterizované množstvím parametrů. K diskriminaci některých dodavatelů dochází tehdy, kdy technické požadavky v zadávací dokumentaci odpovídají konkrétnímu přístroji jediného výrobce. Toto může být však způsobeno požadavkem zadavatele, který má zájem o přístroj, se kterým má zkušenosti a umí jej ovládat. Bez ohledu na tyto skutečnosti se při diskriminaci či znevýhodnění některého z dodavatelů jedná o porušení zákona o veřejných zakázkách [15, 16].

Při posouzení nabídek dodavatelů se hledí na splnění zákonných požadavků a podmínek uvedených v zadávací dokumentaci. Po tomto kroku bezprostředně následuje hodnocení nabídek a výběr nejvhodnější varianty, tedy dodavatele. Zadavatel v tomto kroku volí mezi dvěma základními kritérii, a to ekonomickou výhodností nabídky a nejnižší cenou. Sám zadavatel musí zvážit, zda je pro něj relevantní pouze jedno kritérium, a to cena, či vícekritériální celková ekonomická výhodnost plnění. Rozhodne-li se zadavatel pro kritérium ekonomické výhodnosti, je povinen při výběru nejvhodnějšího přístroje stanovit tzv. dílčí hodnotící kritéria a uvést jejich váhu v procentech nebo jiným matematickým vztahem, čímž vyjadřuje dané dílčí kritérium pro zadavatele [9].

Pro případy kdy je možné jednoznačné stanovení technických parametrů, smluvních podmínek a medicínského účelu předmětu plnění veřejné zakázky, je na základě příkazu ministra č. 11/2011 Protikorupční strategie Ministerstva zdravotnictví České republiky uvedena jediným hodnotícím kritériem cena. Cena je také bez ohledu na toto ustanovení ve většině případů upřednostňována, a to především z důvodu hospodárnosti a nejmenší administrativní náročnosti. Avšak přiklonění pouze ke kritériu na základě ceny může vést k tomu, že dodaný nejlevnější přístroj nebude nejkvalitnější a ani nemusí splňovat požadavky a podmínky plnění. Proto je dobré poukázat, že hospodárné chování se může ukázat také jako kontraproduktivní [17].

## 2.5 Problematika nákupu zdravotnické techniky v EU

Evropa je obrovský a do značné míry i soběstačný trh se zdravotnickou technikou a zdravotnickými prostředky. Na jejím území najdeme přes 25 000 lékařských technologických firem, které zaměstnávají více než půl milionu lidí [18].



Stejně jako v České republice je evropský trh se zdravotnickou technikou plný speciálních produktů, které zahrnují výzkum a poněkud velké kapitálové investice do nákladné zdravotnické techniky jako jsou zobrazovací, diagnostické a chirurgické přístroje. Na trhu obvykle dominují velké globální společnosti. Tyto společnosti mohou mít zastoupení - prostřednictvím svých hlavních dodavatelů nebo distributorů. Jejich sortiment by měl zahrnovat produkty, které jsou komplementární k místním trhům jednotlivých členských zemí [18].

Většina států Evropské unie čelí v současné době finančnímu tlaku na rozpočty zdravotní péče. V důsledku toho jsou vlády jednotlivých zemí opatrnější při přidělování finančních dotací a dbají na kontrolu zdravotních nákladů a zvýšení efektivity léčby. V posledních letech také roste společenská odpovědnost firem v sektoru lékařské techniky a kupující v Evropské unii jsou v rostoucí míře odpovědní za výběr svých dodavatelů na základě sociálních a etických opatření. Vzhledem k situaci ve zdravotnictví a k rostoucímu finančnímu tlaku na rozpočty zdravotní péče v posledních několika letech je a bude cena vedoucím vlivným faktorem konkurenceschopnosti. Mezi další hlavní konkurenční prostředky jsou zařazeny nákladová efektivita, jakost výrobku, doba dodání, technické specifikace, dobrá komunikace společnosti, technická podpora a přijatelné obchodní podmínky [18].

Pro nemocnice je na trhu zdravotnické techniky mnohdy velmi složité určit nejlepšího výrobce a mít dobré vyjednávací postavení. Pro tyto případy je moderním trendem vznik tzv. regionálních nákupních uskupení. Chtějí-li nemocnice posílit svou vyjednávací pozici, tato uskupení umožní dosáhnout lepších cen, podmínek nákupu a nákladově efektivního logistického procesu. Pro výrobce toto spojení znamená vyšší objem dodávek. Díky trendu regionálních uskupení některé nemocnice ruší svá nákupní oddělení a distributoři mohou působit jako prostředníci mezi touto skupinou a výrobcem [18].

V nemocnicích jsou největšími položkami v poli zdravotnické techniky bezpochyby zobrazovací zařízení (ultrazvuk, CT, MRI), lékařské přístroje a chirurgické vybavení. Nákup těchto přístrojů má dopad na celé zdravotnické zařízení a vstupují do něj různé zúčastněné strany, především lékaři, IT pracovníci, finanční oddělení a zároveň plátcí. Dle studie HIMSS Analytics (2013) mají na rozhodování největší podíl lékaři a finanční ředitelé, poté ředitelé zdravotnických zařízení, administrativní pracovníci a vedoucí jednotlivých oddělení. Pokud je nákup schválen, jeho délka se pohybuje nejčastěji od 3 měsíců (20 %) do jednoho roku (33 %) [19].

Dle Ventola (2008) musí zdravotnická zařízení klást větší pozornost na výběr zdravotnické techniky a její standardizaci na oddělení. Získání kontroly nad náklady spojenými s nemocničními dodávkami zdravotnické techniky představuje dlouhodobý problém. Většina drahé zdravotnické techniky a schvalování jejího nákupu jsou v kompetenci lékařů, kteří mají silné preference v rozhodování. Přestože má nemocnice omezené náklady na tato



zařízení, ve většině případu rozhodují lékaři o konkrétním postupu nákupu a konkrétním přístroji. Zásadní problém je v tom, že lékaři často svá rozhodnutí zakládají na osobních zkušenostech a neposuzují nákladovou stránku. Tyto faktory mohou tvořit propast mezi nemocničními nákladovými cíli, lékaři a patientskými preferencemi [20].

Jednou z možností, jak získat kontrolu nad náklady, rozhodováním a normalizací zdravotnických prostředků, je vývoj analytického hodnotícího týmu tzv. Value Analysis Team. Tento tým má za úkol vyhodnocovat nové technologie, zdůvodnit nákupy zdravotnické techniky, výsledky léčby pacientů, bezpečnost a posouzení relativních nákladů. Výsledky srovnání se poté používají ke srovnání produktů a taktickým postupům při výběru a uzavírání smluv. Nemocnice mohou tým využívat v podobě skupinově organizovaného celku sestaveného z lékařů a ekonomů nebo jednotlivců, kteří pracují uvnitř oddělení. Popřípadě mohou být týmy sestavené pro určitou kategorii výrobků, za kterou jsou zodpovědné [20].

K dalšímu řešení nákupu zdravotnické techniky je přistupováno prostřednictvím modelů, které nastavují cenové stropy nebo omezují nákupy postavené na lékařských preferencích. Prvním je předpisový model, tzv. Formulary Model, který může být velmi složitý, protože je omezen potenciál rozhodování lékařů a možnosti nákupu jsou zadávány ze strany vyššího managementu. Lékaři jsou tak vystavováni vyšším požadavkům na přizpůsobení omezeným možnostem. V důsledku toho může docházet k častým změnám rozhodnutí lékařů, kteří požadují jinou zdravotnickou techniku nebo podávají žádost o udělení výjimky nákupu. Druhou cestou, kterou zařízení reguluje nákup, je model možnosti nastavení cenových stropů, tzv. Payment Cap Model. Tento model je výhodnější z hlediska zachování volby lékaře, na druhou stranu omezuje vliv výrobce. Neomezuje prodej konkrétních produktů, ale opírá se o stanovení cen mezi výrobci v určité kategorii. Klade tak zátěž na dodavatele, kteří jsou nuceni změnit cenovou strategii a uspokojit nákupní potřeby nemocnic. Výhodou je snížení tlaku na lékaře a zachování jejich širšího rozsahu výběru. Pokud se však dodavatel rozhodne nesnížit náklady nákupu do výše cenového stropu nemocnice, musí být sjednány ekvivalentní produkty [20].

## Rakousko

Rakousko je velkým trhem a výchozím postavením pro mnoho firem obchodujících s celou střední a východní Evropou. Sektor zdravotního pojištění poskytuje občanům téměř univerzální lékařský servis s povinnou účastí ve veřejném zdravotním pojištění. Z veřejného zdravotního pojištění a daní je hrazeno přibližně 70 % příspěvků, 30 % pak pochází ze soukromých plateb. Rakouský trh zdravotnických přístrojů se neustále vyvíjí a využívá stále více sofistikovaných produktů. Většina zdravotnických zařízení preferuje techniku z dovozu, kterému vévodí Německo a USA. V rámci nákupu zdravotnické techniky mají





značnou výhodu němečtí dodavatelé a distributoři. Využívají výhod geografické blízkosti, společného jazyka, produktů se stejnými normami, stejnou měnu a bezcelní přístup díky členství v EU [21].

V současné době jsou poptávány ve zdravotnických zařízeních především vysoce kvalitní výrobky a lékařská zařízení. Radíme sem zobrazovací techniku (MRI), diagnostické přístroje (echokardiografické systémy, monitorovací systémy, ultrazvuk, endoskopy), počítačovou tomografii, digitalizované rentgenové přístroje, kardiostimulátory apod. [21].

### **Německo**

Německo je zemí s dlouhou historií výroby vysoce kvalitní lékařské techniky, se zvláštním důrazem na diagnostické zobrazovací přístroje, stomatologické výrobky a optické technologie. Německo je nejen největším trhem v Evropě, ale také třetím největším trhem na světě po Spojených státech a Japonsku. Zdravotní systém je hrazen především z prostředků veřejného zdravotního pojištění a veřejné nemocnice jsou nuceny pracovat s úspornými opatřeními z důvodu stále se zvyšujícího tlaku na cenu. Díky ceně jsou také nuceny udržet stávající zařízení, spíše než investovat do nových jednotek. Další nemocnice ze soukromého sektoru a univerzitní nemocnice také hledají úspory nákladů na zdravotnickou techniku a pečlivě prochází konkurenční trhy [21].

Většina obchodních vztahů zdravotnických zařízení probíhá přes místní dceřiné společnosti, lékařské distributory nebo prověřené zástupce. Jako v celém světě, tak i v Německu stále hůře hledá středně velká zdravotnická firma pro navázání výhodných kontaktů, protože velcí výrobci stále více skupují dobré menší firmy [21].

### **Velká Británie**

Ve Velké Británii se sektor zdravotnické techniky orientuje především na radiologická zařízení, diagnostickou techniku a ortopedické prostředky. Celý zdravotnický trh preferuje sofistikovanou zdravotní péči a je velmi otevřený pro nové intuitivní technologie. V popředí zdravotní péče je National Health Service, která je financována prostřednictvím daní a poskytuje bezplatné ošetření pro většinu svých služeb. Tento program je velmi podporován ze strany většiny obyvatel (89 %). Soukromá zdravotní péče se zaměřuje především na sekundární (stomatologii) a terciární péči (plastická chirurgie) [21].

Většina zdravotnických zařízení provádí nákup zdravotnické techniky pomocí veřejných zakázek. Veřejné zakázky jsou zadávány výběrem nákupu z centralizovaných organizací, které udržují produktový katalog schválených zdravotnických prostředků a služeb [21].



## 2.6 Využití HTA při nákupu zdravotnické techniky

Pro proces nákupu zdravotnické techniky představuje systematické hodnocení zdravotnických technologií neboli Health technology assessment (HTA) především komplexní hodnocení, posouzení výsledků a rozhodnutí o nákupu. Aspekty, proč řadíme HTA do součásti zdravotního systému, jsou vedeny především skutečností, že se stále zvyšuje poptávka po zdravotní péči i po její kvalitě a veřejnost je o možnostech zdravotní péče stále více informována. HTA je tak primárně nástrojem správného rozhodování o možnostech vynakládání finančních prostředků z daných zdrojů a poskytuje zcela komplexní odpověď na všechny otázky související s jednotlivými intervencemi a nákupem zdravotnické techniky [14, 22].

## 2.7 Procesy hodnocení a rozhodování ve zdravotnictví

Dnes je proces hodnocení zdravotnických technologií a rozhodování ve zdravotnictví využíván nejvíce v oblasti farmakoekonomiky, zdravotnických intervencí či zcela nově zaváděných technologií. HTA vzniklo na základě medicíny založené na důkazech (Evidence based medicine) a můžeme pomocí jeho procesů využívat multidisciplinární přístup k zajištění syntézy různých informací a metodologických postupů. Oblasti, které HTA pokrývá, zahrnují otázky účinnosti, bezpečnosti, výkonnosti, efektivity, nákladů, ceny, kvality života a etiky [14, 22].

## 2.8 Metody rozhodování při nákupu zdravotnické techniky

Jednou z možností při rozhodování nákupu zdravotnické techniky je využití tzv. vícekritériálního rozhodování. Úkolem tohoto matematického modelu je na složitý proces nákupu nalézt co možná nejlepší řešení, a tím usnadnit rozhodování [14, 23].

Již ze začátku je dobré zmínit, že modely vícekritériálního hodnocení neurčí pouze obecnou nejlepší variantu, ale optimální variantu pro rozhodovatele. Rozhodovací proces je řešení rozhodovacího problému tj. problému s více variantami řešení. Řešením vícekritériální rozhodovací úlohy se rozumí stanovit postup, který vede k nalezení optimálního stavu vzhledem k uvažovaným kritériím. Vzájemně jsou v tomto procesu provázané činnosti tvořící náplň rozhodovacích procesů, které je možné charakterizovat jednotlivými složkami. Tyto složky dělíme na cíl rozhodování, subjekt a objekt rozhodování, kritéria rozhodování a varianty rozhodování. Cílem rozhodování rozumíme očekávaný budoucí stav, kterého lze dosáhnout realizací některé z variant rozhodování. Cíl rozhodování je dobré rozložit do dílčích cílů, které se transformují do podoby rozhodovacích kritérií. Samotná kritéria hodnocení se nejčastěji odvozují od stanovených cílů řešení. Jsou to parametry zvolené rozhodovatelem, které slouží k posouzení výhodnosti jednotlivých





variant. Je třeba rozlišovat kvalitativní a kvantitativní kritéria. Kvalitativní kritéria jsou důsledky variant vyjadřovaných slovně, naopak kritéria kvantitativní jsou hodnoty kritérií vyjádřených číselně [14, 23].

Pro vícekritériální hodnocení je ve zdravotnictví zažitý výraz přejatý ze zahraniční literatury tzv. multikritériální rozhodování (MCDA). MCDA je v současnosti využíváno jako součást procesu HTA, jakožto reakce hodnocení technologie pro terapii vzácných onemocnění, které ne zcela jednoduše prochází klasickým HTA systémem. Pro tyto potřeby byla vyvinuta metoda multikritériálního rozhodování jako určitý pomocný nástroj samotného HTA procesu. Hlavním cílem využití MCDA při nákupu je rozhodování o klinické a nákladové efektivnosti lékařských přístrojů, o vhodnosti jejich využití v rámci diagnostických a terapeutických postupů, o ekonomické výhodnosti či nevýhodnosti jejich pořízení konkrétní nemocnicí či klinikou a o výběru konkrétního přístroje. Pro hodnocení přístrojů je nutné, aby zadání bylo dostatečně konkrétní. Obvykle se také předpokládá dostupnost hodnocených přístrojů v České republice [24, 25].

Metody MCDA jsou určeny pro vzájemné porovnání většího množství variant, například přístrojů. Každá varianta je popsána sadou všech parametrů, které jsou stanovené kritérii. Kritéria jsou požadavky na hodnoty parametrů a na jejich základě je možné seřadit varianty od nejlepší po nejhorší. Pro rozhodování v oblasti zdravotnictví jsou vhodné a často používané metody, které umožňují posouzení větší sady kritérií. Výběr těchto kritérií závisí především z velké míry na prioritách, citu a vkusu každého jednotlivého odborníka. V posledních letech získává v rozhodovacím procesu převahu využití metody navržené v 70. letech 20. století Thomasem Saatyem, analytický hierarchický proces (AHP), který se rozvinul do praktického nástroje k řešení komplikovaných úloh [14, 25].

Analytický hierarchický proces je nejčastěji používanou metodou pro výběrová řízení. AHP umožňuje připravit účinné rozhodnutí ve složitých situacích a zrychlit přirozený proces rozhodování. AHP spočívá ve stanovení vah jednotlivých kritérií pomocí párového srovnávání. Hierarchické uspořádání kritérií můžeme rozdělit dle potřeby do skupin na technická kritéria (dle složitosti přístroje), kritéria orientovaná na pacienta (bezpečnost, komfort), ekonomická kritéria (životnost, cena) a kritéria orientovaná na obsluhu (bezpečnost, uživatelský komfort). Tato metoda se realizuje nejprve expertní a následně matematickou metodou. Jedná se o metodu rozkladu složitějších nestrukturovaných situací, která pomocí subjektivního hodnocení párového porovnání přiřazuje jednotlivým komponentům (kritériím) číselné hodnoty (váhy), které vyjadřují jejich relativní důležitost. Metoda AHP řeší problém podobně jako lidský mozek dvěma přístupy a to deduktivní a induktivní cestou. Deduktivní metoda pomocí logiky analyzuje strukturu prvků a vztahů, hledá příčiny fungování jednotlivých částí, pak zobecní výsledek pro celý systém. Induktivní metoda řeší naopak problém systémovým přístupem, tedy řeší fungování systému jako celku v rámci jeho okolí. AHP kombinuje oba přístupy, nejprve problém strukturuje do vzájemně pro-



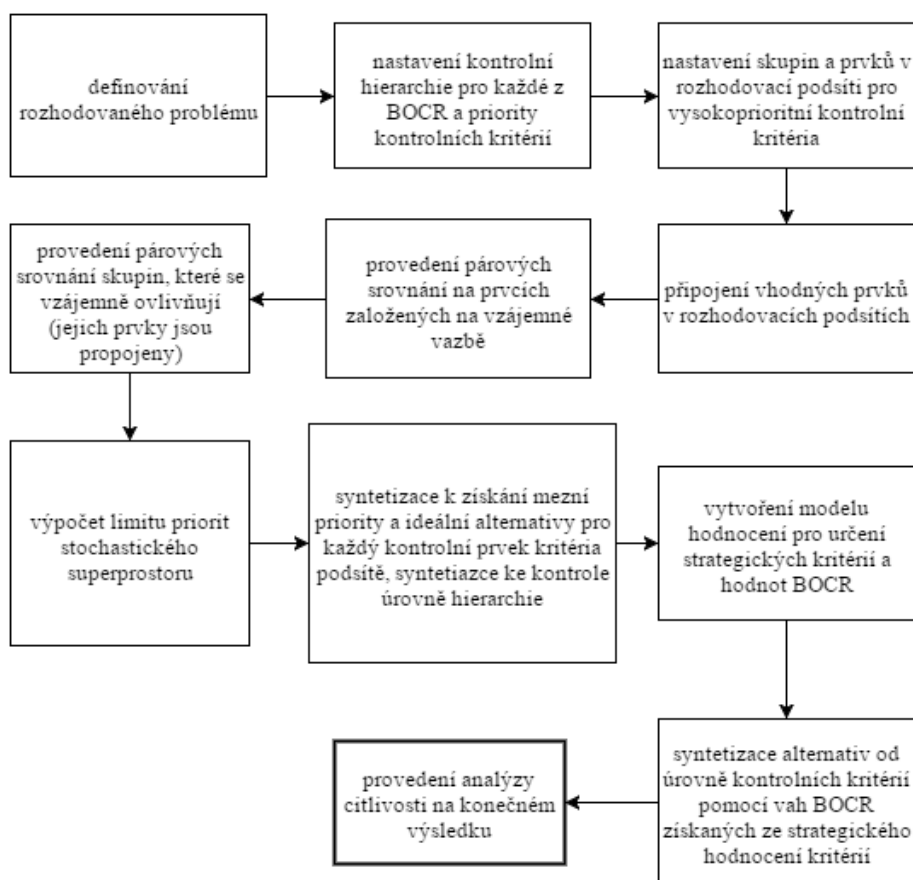
pojených částí, poté měřením a uspořádáním jednotlivých částí syntetizuje jejich dopad na celý systém [26].

Dle studií se možnosti AHP ve zdravotnictví vyvíjely postupně. V roce 1989 konzultuje studie Dolan et al. využití daného AHP procesu v lékařském rozhodování. V dalších letech Sloane et al. (2002) pojednává o použitelnosti AHP v podpoře rozhodování lékařů a nemocnic. Pro ucelení problematiky byla metoda AHP přezkoumána a klasifikována do sedmi základních kategorií. Liberatore et al. (2007) rozděluje jednotlivé kategorie na diagnostiku, účast pacienta, terapii/léčbu, transplantaci orgánů, projektové a technologické hodnocení a výběr, plánování lidských zdrojů a hodnocení zdravotní péče spolu s politikou. Díky možnostem širokého využití ve zdravotnictví se AHP zdá být slibným nástrojem k podpoře sdíleného rozhodování mezi pacientem a lékařem, k hodnocení a výběru terapie i k hodnocení zdravotnických technologií spolu s politikou [26, 27].

Mnoho rozhodovacích problémů není možné strukturovat hierarchicky, protože zahrnují nutnou interakci a závislost prvků vyšší úrovně v hierarchii prvků nižší úrovně. Metodou k řešení této problematiky je analytický síťový proces, tzv. Analytic Network Process (ANP), který je zobecněním AHP a zvažuje možnosti mezi prvky hierarchického uspořádání. Z tohoto důvodu je ANP reprezentováno spíše síťovým zobrazením. Zpětnovazebná síťová struktura sestává z cyklů spojujících součásti prvků na různých úrovních a ze smyček, které propojují komponenty do sebe. Hlavním prvkem je zdrojový uzel, tzv. source node, jenž je původcem významu procesu a ne cílovým prvkem. Kompletní síť může obsahovat zdrojové uzly, mezilehlé uzly, které jdou na cestách ze zdrojových uzlů, leží na jednotlivých cyklech, nebo směřují do cílových uzlů, tzv. sink nodes. ANP je užitečný způsob jak se vypořádat se složitými rozhodnutími, které zahrnují závislost a zpětnou vazbu analyzovaní v kontextu výhod (B), příležitostí (O), nákladů (C) a rizik (R). Úkolem ANP je zjistit priority prvků v síti, zejména jejich alternativ a obhájit platnost výsledku. Vzhledem k tomu, že zpětné vazby zahrnují cykly a ty jsou nekonečným procesem, jsou operace potřebné k odvození priorit náročnější, než je tomu u určování hierarchie prvků. Postup při tvorbě AHP rozhodovacího procesu je popsán na obr. 2.3. [28, 29].

Pokud je struktura rozložena do nejmenších poznatelných podrobností, párové srovnávání představuje základní možné vstupy k zachycení našeho chápání reality. AHP/ANP předpokládá, že struktura je pečlivě vyvinuta, aby zahrnovala vše, co je třeba vzít v úvahu z expertního hodnocení, které poskytuje závěry. Odborníci však často argumentují, že rozsudek na základě expertního hodnocení je subjektivní, a že by nikdo neměl očekávat výsledek odpovídající objektivním údajům. Toto je také jeden z důvodů, proč je popisný rámec ANP využíván spíše v oblasti vědy a výzkumu [29, 30].

Druhým velmi rozvinutým způsobem podpory rozhodovacího procesu v organizaci hodnocení je metoda Delphi. Tato konsenzuální metoda napomáhá oblasti zdravotnictví



Obrázek 2.2: Analytický síťový proces [29]

v případech, kdy se poskytovatelé zdravotní péče nebo zdravotnická zařízení potýkají s nedostatečným množstvím informací. Díky možnostem dalšího způsobu syntézy informací nabízí širší možnosti nahlédnutí vhodných odborníků do procesu rozhodování. Spolu s expertním panelem hodnocení je tato metoda běžně přijímána v oblasti lékařských, ošetrovatelských a zdravotnických služeb [31, 32].

Cílem této metody je získat stanovisko po debatě expertů, kteří jsou nezávislí a ve všech směrech anonymní. Anonymita zaručí, že méně zkušení hodnotitelé s menším sebevědomím nebudou mít tendence své hodnocení přizpůsobovat zkušenějším autoritám. Celý proces spočívá v dotazníkovém šetření. Členové expertního týmu jsou vybráni ze všech náležitých profesních zaměření, díky kterým je pravděpodobnost shody hodnocení po prvním kole velmi nízká. Metoda Delphi probíhá ve čtyřech navazujících kolech, ve kterých dochází k postupnému sblížování názorů expertů [14, 31, 32].

V prvním kole obdrží každý ze zúčastněných expertů dotazník, ve kterém provede své hodnocení. Na základě těchto výsledků bude vypracováno souhrnné hodnocení. V kole druhém jsou expertům předány anonymní výsledky prvního kola, na základě kterých se



mohou nebo nemusí rozhodnout své stanovisko změnit. V případě, že expert své stanovisko nezmění a stále hodnotí odlišně od zbytku skupiny, musí zdůvodnit své rozhodnutí. Zároveň mají všichni experti možnost se vyjádřit k výsledkům celkového hodnocení ostatních zúčastněných. Výsledky jsou do druhém kole znovu anonymně zpracovány. Ve třetím kole experti obdrží anonymní výsledky kola druhého společně s anonymním vyjádřením ostatních účastníků. Poté se opět opakuje možnost změnit své hodnocení a nebo stále hodnotit odlišně. Na základě přetrvání nesouladu s ostatními experty může hodnotitel své vyjádření z předchozího kola změnit nebo upravit. V posledním kole se opakuje postup z předchozího třetího kola. V případě dosažení požadované shody během prvního, druhého nebo třetího kola, může být hodnotící proces ukončen dříve [14, 31].

Metody konsenzu poskytují užitečný způsob, jak identifikovat a měřit problémy a nejistoty v lékařských a zdravotních službách. Metoda Delphi, stejně jako metoda expertního panelu hodnocení, objasňuje konkrétní otázky v organizaci zdravotnictví, definuje profesní role s cílem dlouhodobé projekce potřeby v péči o pacienta a rozvíjí kritéria pro vhodnost intervence jako součásti posuzovaných technologií [31].

## 2.9 Zdravotně–ekonomické hodnocení

Zdravotně–ekonomické hodnocení zahrnuje řadu forem a přispívá v různých fázích procesu hodnocení zdravotnických technologií, pokud jde o rozvoj nebo rozšíření nové či stávající léčby nebo zdravotnické techniky. Mezi nejdůležitější aspekty tohoto procesu řadíme identifikaci, měření, oceňování, porovnání efektivity léčby, jejích nákladů a přínosů u dvou nebo více alternativ. Efektivita odkazuje v širším slova smyslu na hlediska snížení úmrtnosti, zvýšení míry přežití, zlepšení příznaků, snížení nežádoucích účinků a zlepšení kvality života. Při respektování nákladů zahrnujeme do oblasti hodnocení peněžní zdroje na využívané technologie, které mají být posuzovány [6, 33].

Z hlediska ekonomického hodnocení jsou alternativní intervence porovnávány a zkoumány v nejlepším využití z omezených dostupných zdrojů. Nejčastěji jsou porovnávány náklady a přínosy nových zdravotnických přístrojů a stávajících využívaných přístrojů, dále může být srovnání prováděno mezi léčbou a preventivní činností [6, 33].

V současnosti si zdravotnická zařízení uvědomují, že nestačí pouze dokázat terapeutickou účinnost a bezpečnost, ale že je důležitý i výsledek, kterého je možné pomocí zdravotnické techniky dosáhnout a je dosažen v rámci přijatelných financí. Ve zdravotně ekonomickém hodnocení využíváme jednotlivé ekonomické analýzy pro stanovení a porovnání stávající zdravotnické techniky, popřípadě dalších možných alternativ [34].



## 2.10 Ekonomické hodnocení

V analýzách týkajících se ekonomické a medicínské sféry jsou základními úkoly identifikace, kvantifikace, ocenění a porovnání nákladů spolu s důsledky alternativních řešení, která jsou k dispozici. Pro rozhodnutí o vhodnosti každého nákupu je důležité znát nejen náklady, ale také přínosy, protože právě propojení mezi náklady a přínosy je v tomto procesu klíčové [14].

Cílem nákladového hodnocení je vyjádření, jaká zdravotnická technika je pro zdravotnické zařízení z hlediska nákladů nejvýhodnější. Ve výsledku je pak vyjádřena analýza nákladové efektivity (Cost Effectiveness Analysis) a je vyčísleno, která zdravotnická technika je pro zařízení nejprínosnější jak ze strany nákladů, tak ze strany přínosů, efektu, a kvality dané technologie. Tímto je vyřešena otázka, zda je daná zdravotnická technika v kontextu daného zdravotnického zařízení nákladově efektivní [14, 34].

V neposlední řadě je nutné mít na paměti, že ačkoli je zdravotnická technika nákladově efektivní, účinná a bezpečná, nemusí být jednoznačnou volbou nákupu. Musíme vyřešit také otázku, zda si může dané zdravotnické zařízení v dané šíři cílového počtu pacientů danou zdravotnickou techniku dovolit. Řešíme zde analýzu dopadu do rozpočtu (Budget Impact Analysis) [35, 36].

Analýza dopadu do rozpočtu stanovuje přesný postup pro posuzování dopadu na finanční prostředky zdravotnického zařízení. Principem této analýzy je vyjádřit rozdíl mezi náklady na léčbu v době před nákupem zdravotnické techniky a v následujících letech. Analýzu dopadu do rozpočtu provádíme na základě velikosti populace, pro kterou je zdravotnická technika určena, a znalostí nákladů spojených se stávající a novou nakupovanou zdravotnickou technikou. Nutno však upozornit na skutečnost, že právě epidemiologické ukazatele, díky kterým je možné identifikovat velikost cílové populace, jsou v podmínkách České republiky těžce dostupné [34, 35, 36].

## 2.11 Využití modelování ve zdravotnictví

Modelování je v obecném pojetí souborem aktivit vedoucích k vývoji matematického, či ekonomického modelu, který současně reprezentuje strukturu a chování reálného systému. Modely jsou analytickou metodologií, která se podílí na hodnocení údajů v průběhu času a napříč zvolenou populací. Čerpají z primárních zdrojů za účelem odhadu efektivity, důsledků a nákladů pro danou léčbu a jsou nástroji pro hodnocení dopadu zdravotních intervencí a politik na úrovni dané populace [37].

Při všech metodách modelování je důležité neopomenout jeden ze základních pojmů, a to nejistotu intervence. Nejistota intervence popisuje pravděpodobnost očekávané změny stavu u pacienta a definuje všechny relativní stavy, ke kterým může u pacienta dojít [38].



## 2.12 Zdravotně–ekonomické modelování

Při hodnocení zdravotnických technologií je běžné otázky řešit pomocí nástrojů, které umožňují obsáhnout veškeré aspekty, vymežit očekávané dopady do budoucnosti a zároveň předkládat výsledek, který je srozumitelný pro interpretaci a následné rozhodování. Tuto možnost komplexního využití umožňují matematické zdravotně–ekonomické modely, jejichž význam a využití stoupá v čase. Modely umožňují dlouhodobé a rozsáhlé posuzování variabilních a dosud nevyhodnocených scénářů onemocnění v souvislosti s použitím hodnocené intervence a zdravotnické techniky. Tyto modely by měly být tvořeny na úrovni prostředí lokálního systému nebo na něj být dostatečně adaptovány [39, 40].

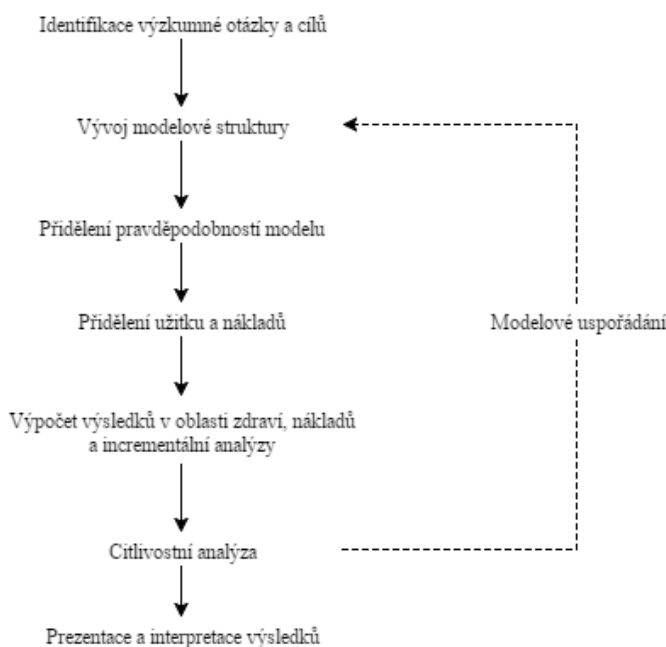
Modely jsou systematické, strukturované a mohou sledovat, jak klíčové předpoklady ovlivňují celkové výsledky. Obecně se snaží maximálně přibližovat a popisovat situace, které odráží realitu v případě hodnocené a komparované zdravotnické techniky. Dále můžeme modely zdravotně–ekonomického modelování použít k identifikaci klíčových faktorů účinnosti, nákladovosti, bezpečnosti dat a jako nástroj pro směřování budoucího zdravotního výzkumu. Běžně se při tomto typu modelování ve zdravotnictví využívá speciální software TreeAge nebo program Microsoft Excel. Pomocí zdravotně–ekonomického modelování je možné přiblížit časový rámec pro dostupná data, propojit průběžné výsledky a využít všeobecnějšího pojetí pro možnosti propojení dat s dalšími státy. Pro potřeby srovnání daných intervencí či zdravotnické techniky je nutné dle Babigumira (2011) definovat standardní metodologii pro tzv. referenční případ. Referenční případ je vhodný komparátor ze skutečné praxe, u kterého používáme modelování pro syntézu relevantních dat z randomizovaných studií a dostupných databází, lze u něj stanovit časový horizont, společenskou perspektivu z hlediska nákladů a přínosů a společnou metriku pro výsledky v podobě QALY [39, 40, 41].

V problematice rozhodování zdravotně–ekonomického modelování na úrovni zdravotnické politiky a plánování je široce využívána metoda rozhodovací analýzy (Decision Analysis). Rozhodovací analýza je systematický, kvantitativní a pravděpodobnostní způsob modelování k hodnocení jedné nebo více lékařských technologií spojených s určitou nejistotou. Tato metoda zahrnuje syntézu dat z více zdrojů, jako jsou klinické studie, ekonomické údaje a zdravotní plánování. Samotná metoda rozhodovací analýzy nedisponuje možnostmi spojení dat z daného množství zdrojů, a tak je v rámci ekonomického hodnocení využíváno analytické rozhodovací modelování (Decision–Analysis Modelling). Využití analytického rozhodovacího modelování je uznáváno přinejmenším v rámci klinických studií. Může pomoci s rozšířením klinického hodnocení, protože klinické studie mají obvykle krátkodobou návaznost na zachycení ekonomicky důležitých výsledků. Modelování pomáhá rozšiřovat nákladové hodnocení do dlouhodobých ekonomických výsledků a přibližuje jej lékařům a ekonomům [42, 43, 44].





Vývoj modelování začíná identifikací cílů a rozvojem modelové struktury. Musí být jasně stanovena výzkumná otázka konkurenční technologie, cílová populace a měření výsledků, dále by měla být definována perspektiva studie a délka sledování. Struktura celého modelu je vyvinuta na základě poměru porozumění problematice progresu onemocnění, přesnosti výsledků a pohledu uživatele. Pokud jsou k dispozici omezená data, je třeba stanovit kompromisy. Konečná modelová struktura musí být ověřena pro splnění kvality vstupních kritérií. Pro porozumění celému procesu je na obr. 2.3 vyobrazen vývojový diagram analytického rozhodovacího modelu [44].



Obrázek 2.3: Analytické rozhodovací modelování [vlastní]

Přiřazení pravděpodobností se spolu s narůstající silou medicíny založené na důkazech stalo jednodušší a zdroje jsou dostupnější. Nejvyšší odhady jsou získávány z randomizovaných studií, matematických modelů a znaleckých posudků. Pravděpodobnosti jsou modelu přiřazeny poté, co je ověřen. Odhady z meta-analýz a klinických studií mají obvykle vyšší platnost než pozorovací studie. Přiřazení užítku a nákladů se provádí samostatně. Pro přiřazení užítku jsou nejčastěji využívány techniky vizuální analogové stupnice (Visual Analogue Scale), standardní spekulace (Standard Gamble) a časové směny (Time-Trade-Off). Stanovení nákladů na různé stavy se obvykle liší v závislosti na využívání zdrojů a jednotkových cen v každém státě. Výpočet očekávaných výsledků v oblasti zdraví je prováděn zvlášť pomocí softwaru TreeAge, díky kterému za použití přiřazených pravděpodobností k očekávanému výslednému stavu získáváme možnosti rozhodnutí. Doplňkovou analýzu je třeba provést pro výsledky a náklady, a přírůstkový



nákladově - efektivní poměr (Incremental Cost - Effectiveness Ratio – ICER). Očekávané výsledky modelu jsou jen výsledky základního scénáře a jsou obvykle získány z průměrných odhadů vstupů. Citlivostní analýza se provádí, aby byla přezkoumána průkaznost výsledků. Pro kontrolu výsledků je také možné využití pravděpodobnostní analýzy pomocí simulace Monte Carlo [14, 34].

## 2.13 Využití modelování v HTA

Hlavním nástrojem modelování v HTA jsou zdravotně- ekonomické modely, které umožňují obsáhnout veškeré aspekty, projektovat očekávané dopady do budoucna a zároveň předkládat výsledek jednoduchý pro interpretaci a následné rozhodování. Nejčastěji jsou tyto modely užívány v těchto souvislostech [45, 46]:

- Při nutnosti extrapolace dat pro delší časový úsek (zvoleného časového horizontu), než byla délka sledování (klinické studie zachycují často jen krátké časové období celého onemocnění).
- Při nutnosti kombinace dat různé povahy a kvality (účinnost, bezpečnost, kvalita života).
- Při nezbytnosti získat výsledný parametr přínosu s vyšší vypovídací hodnotou pro danou intervenci.
- Dále jsou pak využívány při screeningu onemocnění, hodnocení klinických a ekonomických dopadů, vývoji chronických onemocnění, hodnocení dopadů navrhovaných lékařských zásahů a analýze efektivity léčby.

Mezi přístupy zdravotně-ekonomického modelování řadíme [45, 46]:

1. Rozhodovací stromy (Decision tree)
2. Modely pracující se zdravotními stavy (State transition models)
3. Mikrosimulaci (Discreet event simulation)
4. Dynamické přenosové modely (Dynamic transmission model)

Rozhodovací stromy jsou nejjednodušším typem modelů, které mají pouze jednosměrný a okamžitý přechod mezi jednotlivými stavy. Nejčastěji jsou využívány pro krátkodobá onemocnění a neopakující se stavy. Jejich výhodou je využití jakožto úvodu do složitějších modelací, např. pro rozdělení pacientů, zdravotních stavů nebo nákladů, které jsou následně podrobeny složitější typům modelů. Model, pracující se zdravotními stavy zjednodušují





průběh onemocnění nebo zdravotních komplikací na jednotlivé zdravotní stavy, ve kterých se určitý počet pacientů (kohorta) pohybuje v cyklech mezi jednotlivými opakujícími se stavy. Stavy mohou být oceněny příslušnou výší nákladů nebo přínosem pro pacienta. Mezi tento typ modelů řadíme Markovy modely pracující s určitými kohortami pacientů a modely postavené na základě individuálních dat jako je simulace Monte Carlo. Jako další sem řadíme modelaci typu Discreet event simulation, která pracuje na úrovni každého pacienta a počítá s flexibilním časovým obdobím. Tento typ modelů lépe popisuje interakce mezi pacienty, populací a prostředím. Často jsou využívány v případě, že příslušný problém nelze popsat v rámci izolovaných zdravotních stavů. Modely jsou tak náročnější na vstupní data a složitější na zpracování. Poslední dynamické přenosové modely hodnotí většinou vývoj infekčních onemocnění, způsob nákazy, popřípadě preventivní programy (např. screening, očkování) [34, 45, 46].

Nejvyužívanějšími modely v oblasti hodnocení klinických a ekonomických dopadů na dané intervence, hodnocení dopadů navrhovaných lékařských zásahů a analýzy efektivity léčby jsou jednoduché rozhodovací stromy a na ně často navazující Markovovy modely [45, 46].

### 2.13.1 Rozhodovací stromy

Nejjednodušším typem modelů, které lze použít pro podporu rozhodování, jsou rozhodovací stromy. Popisují grafická rozhodnutí a události, které mohou nastat. Rozhodovací strom je grafickým nástrojem a systémovým přístupem rozhodovací analýzy k řešení problému s jedním nebo několika výstupními parametry. Obsahuje pouze jednosměrné a okamžité přechody mezi jednotlivými zdravotními stavy. Často jej využíváme pro krátkodobá onemocnění a neopakující se stavy. Dále popřípadě jako počátek složitějších modelací, které jsou následně podrobeny složitějším typům modelování. Rozhodovací strom obsahuje často několikanásobně podmíněné pravděpodobnosti a srovnává dvě nebo i více možných intervencí. Model zahrnuje takové koncepty jako uzly, větvení a koncové hodnoty [47, 48].

Rozhodovací strom předkládá sled možných událostí, kdy je každé z nich přiřazena pravděpodobnost a hodnoty, které jsou určeny pro každý výsledek. Každá cesta rozhodovacím stromem ukazuje jeden možný sled událostí na základě jejich pravděpodobností. Hodnotu každého možného řetězce událostí lze tudíž vypočítat a každý výsledek zvážit oproti pravděpodobnosti jejího uskutečnění. Modelovat některá zdravotnická nastavení s běžnými rozhodovacími stromy je obtížné a může vyžadovat nereálné zjednodušení předpokladů. Cílem rozhodovacího stromu je stanovení optimální strategie rozhodovatele a posloupnost i rozhodnutí, která vedou k nejlepším očekávaným hodnotám [49, 50].



### 2.13.2 Markovovy modely

Markovovy modely jsou především modely pracující se zdravotními stavy. Konceptem těchto modelů je příslušné zjednodušení průběhu zdravotních komplikací na jednotlivé zdravotní stavy tzv. health states. Jedna kohorta pacientů se v modelu pohybuje v cyklech mezi jednotlivými zdravotními stavy, které se v čase řetězí a opakují. Tyto typy modelů jsou nejpoužívanějšími a často HTA autoritami přijímány [45, 46].

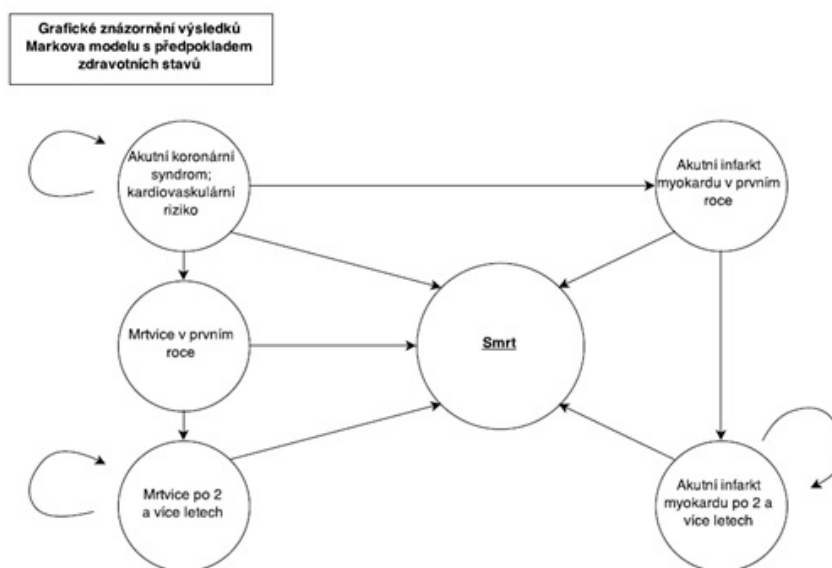
Markovovy modely mají dlouhou tradici používání ve zdravotnickém rozhodování, zahrnující klinické a epidemiologické použití. Jsou užitečné, když rozhodovaný problém zahrnuje spojitě riziko v průběhu času, důležitý časový sled událostí, a když se důležité události odehrají více než jednou. Markovovy modely jsou obvykle používány při reprezentaci náhodných procesů, jako jsou náhodné procesy vyvíjející se v čase. Zdravotní ekonomové je používají například pro ekonomické zhodnocení zdravotnických zákroků [45, 46].

Modely jsou většinou užívány k reprezentaci náhodných procesů, to jsou libovolné procesy, které se vyvíjejí v čase. Na poli medicínské rozhodovací analýzy, jsou zvláště vhodné do modelového postupu chronických nemocí. Zmíněné onemocnění je rozděleno do zřetelných stavů a přechody pravděpodobností jsou přiděleny pro pohyb mezi těmito stavy přes diskrétní časové období známé jako Markovův cyklus [51].

Pro příklad uvedeme použití Markovova modelu při přidání Clopidogrelu (antitrombotický lék) do standardní terapie pacientů s diagnózou akutního koronárního syndromu ve Španělsku na obr. 2.4. Každý ze zdravotních stavů je spojen s řadou zdravotních nákladů a účinků. Klinický model je koncipován s přechody mezi těmito stavy, kdy má každý pacient určitou pravděpodobnost přechodu z jednoho zdravotního stavu do druhého. Pravděpodobnost každého pacienta se může v čase lišit a závisí na řadě klinických a sociodemografických charakteristik. Z počáteční fázi se může pacient klinicky vyvíjet během prvního roku do čtyř z pěti dalších stavů [48].

Markovovy modely předpokládají, že pacient je vždy v jednom z konečného počtu diskrétních zdravotních stavů, tzv. Markovův stav (health state). Jedná se o výběr stavů, které nejlépe popisují onemocnění a výsledek modelovaných intervencí. Konkrétní zdravotní stavy a jejich počet je závislý na komplexnosti onemocnění, resp. hodnocené a srovnávané intervence [50, 51].

Tento typ modelování zachycuje celou řadu kohort a mění se profily rizikových faktorů, screeningových chování a ošetření. To nám umožňuje reprezentovat důsledky vlivu zásahů u současného obyvatelstva. Nedávný vývoj ukázal, že mnohanásobné kohortové modely (multi - cohort model) efektivity nákladů jsou výhodnější než jednotlivé hypotetické kohorty představující skutečnou dynamiku populace v průběhu času. Individuální kohortní modely (single - cohort model) je výhodnější aplikovat ve screeningových pro-



Obrázek 2.4: Přejchody mezi stavy [vlastní]

gramech, z důvodu výchozího věku pacienta a jsou široce používány v analýze nákladové efektivity [51, 52].

### Shrnutí Markovova modelu

Markovův model zahrnuje konečný počet zdravotních stavů, kterými pacient může projít v průběhu určité doby. Podstatou toho je, že pacient se v konkrétní době (v každém cyklu) bude vždy nacházet v jednom z těchto zdravotních stavů. Mezi každým cyklem se pacient může přesunout z jednoho zdravotního stavu do jiného. Pravděpodobnost tohoto posunu je dána pravděpodobností přechodu. Markovovy modely jsou vhodné v případech, kdy je nemoc nebo léčba charakterizována opakováním stavů nemoci nebo algoritmu léčby, např. u dialytických pacientů, kdy mohou pacienti podstupovat hemodialýzu po několik cyklů/období, a pak přejít např. na peritoneální dialýzu, postoupit transplantaci nebo nakonec zemřít [53].



## 2.14 MCDA modelovací přístupy

Modelování multikriteriálního rozhodování zahrnuje formální, transparentní a matematické přístupy k měření interpretace alternativ pro více kritérií. Obecně se skládá ze čtyř klíčových prvků – hodnocených alternativ, kritérií proti kterým jsou alternativy hodnoceny, hodnot odrážejících očekávaný výkon alternativ kritérií a vah kritérií měřící relativní hodnoty každého kritéria ve srovnání s ostatními. MCDA přístupy lze rozdělit do tří kategorií [54, 55]:

1. Modely měřených hodnot (value measurement models)
2. Modely s větší hodnotou (outranking models)
3. Modely cílových nebo referenčních úrovní (goal or reference level models)

Modely měřených hodnot jsou založeny na přístupu konstrukce jedné celkové hodnoty pro každou alternativu, kdy je možné následně stanovit preferenční pořadí alternativ. Tento přístup vyžaduje určité předpoklady týkající se kritérií a jejich vah. Preferenční nezávislost vyžaduje, aby rozhodnutí mohlo být provedeno pomocí podmnožiny kritérií v případě, že jsou i ostatní kritéria stejná pro všechny alternativy bez ohledu na jejich skutečné hodnoty. Tento přístup je jednoduchý na používání, ale může být překonán nutností závislosti na váze kritéria dílčí hodnoty dané alternativy. Modely s větší hodnotou jsou založeny na obecném pojetí dominance mezi dvěma alternativami. Tento přístup využívá porovnání skóre hodnoty na jednotlivém kritériu pro zjištění, které alternativní kritérium je vyšší hodnoty než druhé. Na souboru alternativ se zaměřuje na párové porovnání použitých dvojic kritérií. Modely cílových úrovní zahrnují odvození alternativy, která je nejbližší ke splnění předem definované uspokojivé úrovně. Kritéria jsou upřednostňována v pořadí dle jejich důležitosti [54, 55].

V multikriteriálním modelování se pro výpočet jednotlivých modelů využívají nejrozličnější metody, které pomáhají seřadit hodnocené varianty zdravotnických technik dle jejich užítku. Mezi metody vhodné pro využití při nákupu zdravotnických přístrojů řadíme Weighted Sum Approach (WSA), neboli metodu váženého součtu, která je jednoduchá a srozumitelná. Druhou častou metodou je analytický hierarchický proces (AHP), který je vhodný pro víceúrovňové řešení mezi jednotlivými alternativami. Poslední metodou je Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) pracující na principu minimální odchylky od ideální varianty, která dosahuje nejlepších dostupných hodnot [56].



## 2.15 Simulace

Hlavním úkolem modelování je hledání modelu, který zajišťuje požadované chování či vzájemné spojení daných vstupů a výstupů. Naproti tomu simulace odpovídá na otázku, co se stane s hledanými výstupy, když se změní vstupy v daném modelu. Díky hlavní vlastnosti počítačových simulací, kterou je poměrně rychlé vyzkoušení a zvážení různých variant řešení, je možné minimalizovat rizika chybných rozhodnutí. Počítačová simulace je určitou etapou dynamického zkoumání vybraného systému. Její podstatou je experimentování s daným modelem, který je pokud možno přesným obrazem náhodně se chovajícího systému. Na simulovaném modelu jsou řešeny stavy systému v závislosti na čase. Simulační modely mohou poskytovat kvalitní podklady ke zkvalitnění přípravy zdravotnických profesionálů a ušetřit značné finanční prostředky [37].

Stěžejních využití simulace ve zdravotnictví můžeme dohledat více. V první řadě nabízí komplexní pohled na studovaný problém, a umožňuje tak jeho vícekriteriální analýzu. Na modelu je možné sledovat zároveň různé parametry systému i propojování jejich jednotlivých subsystémů. Dále je simulací možné řešit složité systémy, které by pomocí analytických nástrojů byly neřešitelné, nebo příliš zjednodušující. Její pomocí je možné také prověřovat docílené výsledky pomocí jiných metod. V neposlední řadě je nutné podotknout, že simulace vede čistě k týmové práci, protože její komplexnost řešení vyžaduje úzkou spolupráci odborníků z různých profesních oblastí [37, 57].

### 2.15.1 Tree Age software

TreeAge software je v popředí oblasti vizuálních modelovacích nástrojů, které umožňují vytváření a analýzu rozhodovacích stromů ke studiu jakéhokoliv druhu problému. Vytváří model pro zmapování celého (zdravotnického, ekonomického, podnikového) procesu, včetně všech rozhodovacích úloh a všech možných výsledků vyplývajících z těchto rozhodnutí. Poté, co je v modelu přiřazena hodnota každému výsledku a pravděpodobnost pro každou událost, analyzuje celý proces k určení optimální výsledné cesty. Dále můžeme zvážit dopad nejistoty na analyzovaný model, a to tím, že zvážíme, zda jsou změny ve všech parametrech navrhované optimální strategie. Mezi analytické funkce patří nejčastěji grafy srovnávání rozdělení pravděpodobností, sestavení rozhodovacích stromů, simulace Monte Carlo, Markovovy procesy a analýzy nákladové efektivity. Použití softwaru pro modelování a analytické nástroje lze aplikovat na jakýkoli druh strategické analýzy, včetně řízení, investice, zhodnocení rentability, apod. [40, 58].



## 3 Metody

V této kapitole budou popsány jednotlivé metody, které byly využity pro potřeby diplomové práce. Jedná se konkrétně o procesní modelování, analytické modelovací techniky a modelování rozhodovacích postupů.

### 3.1 Procesní modelování

Proces se vztahuje ke sledu kroků nebo opatření přijatých za účelem dosažení určitého konce či výsledku. Příklady procesů mohou být kroky přijaté pro realizaci nákupu zdravotnické techniky. Procesní modely obsahují strukturované informace o fungování procesů v dané problematice. Jejich účelem je podpora a pomoc využití informací z daných souvislostí při nákupu zdravotnické techniky a využití těchto informací do dalších kontextů. Pro znázornění procesů a složitých vazeb mezi nimi je nezbytné využití grafických modelovacích technik a jejich zpracování na počítači [59, 60].

Procesním modelováním můžeme nazvat abstraktní reprezentaci, která umožňuje další zpracování a používání. Jedná se o síť navzájem navazujících činností a k nim přidružených informací. Procesní modelování lze charakterizovat jako strukturovaně uspořádané informace o všem, co se týká daného děje. Nejčastěji jsou tyto metody využívány při vytváření procesního modelu organizace. Na tyto procesy v organizaci je možné nahlížet na základě strukturované procesní analýzy. Tato metoda využívá principů převzatých z oblasti modelování dat a je založena na principu procesní hierarchie [59, 60].

Při nákupu zdravotnické techniky je možné využít nejjednoduššího ze tří základních přístupů pro modelování procesů – funkčního přístupu. Funkční přístup vyobrazuje nejobecnější pohled na proces, je zaměřen především na funkce, jejich strukturování a vstupy s výstupy. Nezajímá se přímo o detaily provádění funkcí, ale o jejich existenci, rozhraní a vazby na okolí [59, 60].

V procesu je potřebné rozpoznat klíčové momenty, kdy je nutné udělat důležitá rozhodnutí. Pro tyto potřeby jsou využívány tzv. rozhodovací procesy. Rozhodovací procesy jsou předlohou pro organizování a řízení logiky obchodního záměru. Jejich systém je založen na předpokladu výsledku rozhodnutí a pochopení kontrolních problémů. Modelují rozhodnutí, která mají být realizována u konkrétní technologie nebo zdravotnické techniky. Podstatou tohoto modelu by měla být specifikace logického postupu za účelem automatizace v daném procesu. Je důležité si uvědomit, že tento proces není pouze seznamem úkolů a obchodních pravidel, ale sám reprezentuje a objektivizuje jednotlivé postupy. Rozhodování může být ukotveno v jakémkoliv dalším modelu, i když je udržováno v systému zcela nezávisle. Cíli jsou především jednoduchá interpretace, nezávislost na dané technologii a optimální celistvost. Rozhodovací proces dále může předpovědět, co se stane, pokud



nebudou přijata určitá opatření a může být vyobrazen pomocí grafických modelovacích technik, stejně jako je tomu u modelů procesních [61, 62].

### 3.2 Analytické modelovací techniky

V analytických metodách modelování jsou zařazeny rozhodovací stromy a Markovovy modely. Tyto modely mohou počítat nejen s klasickými ekonomickými konfrontacemi přímého ekonomického prospěchu, ale také zohledňovat zájem pacienta na obdržení maximálně účinné léčby za adekvátní cenu akceptovatelnou společností. Analytické modelovací techniky jsou dobrým představitelem dvoukriteriálních metod, které rozlišují mezi volbami charakterizovanými jedním cílovým kritériem. Pro použití jednoho cílového kritéria často využíváme jeho finanční hodnotu nákladů, přínosu a ceny [38].

#### Rozhodovací stromy

Rozhodovací stromy obsahují hrany a tři typy uzlů – rozhodovací, situační a koncový uzel viz. obr. 3.1. Rozhodovací uzel (decision node) je bod, kde musí být provedena volba. Jedná se o hlavní fázi rozhodovacího procesu. Větvení hran vychází z rozhodovacího uzlu a každá hrana představuje jednu z možných alternativ akcí, které jsou k dispozici v tomto bodě. Sada alternativ musí být vzájemně vylučitelná. Pokud je jedna alternativa zvolena, ostatní nelze vybrat, a zároveň všechny možné alternativy musí být v sadě zahrnuty. Tyto hrany představují deterministické činnosti závislé na vůli rozhodovatele. Uzel situační (event node) je místo, kde je nejistota vyřešena. Je to bod, ve kterém se rozhodující dozví o vzniku události. Tento uzel je nejčastěji zobrazen jako kruh. Hrany se skládají ze sady událostí vystupující z uzlu, každá hrana reprezentuje jednu možnou událost. Sady událostí se musí opět vzájemně vylučovat (pokud dojde k jedné, nemůže dojít k další) a musí společně vyčerpat všechny možnosti událostí zahrnutých v sadě. Hrany situačního uzlu představují náhodné alternativy vyskytující se s určitou pravděpodobností. Třetím typem uzlu je koncový (terminal node), který představuje konečný výsledek kombinace rozhodnutí a událostí. Koncový uzel je koncovým bodem rozhodovacího stromu a nejčastěji je zobrazován jako trojúhelník nebo jako konečná větev. Stejně jako u nejistoty musí být suma všech pravděpodobností u hran rovna 1. Výstupními hodnotami mohou být jak náklady spojené s daným stavem, tak parametr klinické účinnosti nebo efekt daného stavu. Je také možné pracovat současně s náklady i účinností [38, 47].

V případě pravděpodobnostního rozhodovacího stromu jsou hodnoty pravděpodobností využívány u sady možností vycházejících z rozhodovacího a situačního uzlu. V modelovém příkladu využíváme pravděpodobnosti odmítnutí štěpu u opakované transplantace. Pravděpodobnost odmítnutí štěpu u pacienta v prvním roce po transplantaci je





Obrázek 3.1: Rozhodovací strom - uzly [vlastní]

$P_{fail} = 0,3$ . Platí, že  $P_{fail} + P_{accept} = 1$ . Komplementární hodnota je tedy  $P_{accept} = 0,7$ . U pacientů s dalším selháním je druhý pokus pravděpodobnosti  $P_{fail2} = 0,5$  a shodný úspěch  $P_{accept2} = 0,5$ . Rovněž tedy platí  $P_{fail2} + P_{accept2} = 1$ .

Aby byl strom lépe interpretovatelný, velmi často jsou uzly nebo hrany opatřovány čísly, která můžeme použít při konstrukci komentáře ke stromu k popisu jednotlivých rozhodnutí. Nejedná se pouze o hodnoty pravděpodobností, ale také o další kritéria jako zisk, náklady, přínosy nebo jakoukoliv jinou veličinu. Alternativně lze také připojit krátký popis variant k jednotlivým hranám [38].

## Markovův model

Když sestavujeme Markovův model intervence, prvním úkolem je definovat onemocnění z hlediska různých stavů. Stavů musí být vybrány, aby reprezentovaly klinicky a ekonomicky důležité události v procesu onemocnění, které mají být modelovány. Je třeba pamatovat na to, aby se jednotlivé stavy mezi sebou odlišovaly co do nákladů a přínosů, které se v příslušném zdravotním stavu realizují. Stavů musí být vzájemně výlučné z jednoho požadavku Markovova modelu, a tím je to, že pacient nemůže být ve více než jednom stavu v každém okamžiku. Každému stavu je přiřazen nástroj a přínos tohoto nástroje na celkové prognóze závisí na délce času stráveného ve stavu [50, 51].

Předpokládáme, že přechody určují směr mezi zdravotními stavy a konají se v každém cyklu modelu. Zahrnující stavy v modelu a všechny možné přechody mezi stavy jsou dány přechodovým prostorem. Samozřejmě v praxi může být mnoho z nich nastaveno na 0, proto je odhadováno snížení počtu přechodových pravděpodobností. Zajímavou limitací Markovova modelu je to, že pravděpodobnost pohybu ven ze stavu není závislá na stavu pacienta před vstupem do tohoto stavu. Toto je bezpaměťová funkce Markovova modelu, která je často přenesena jako Markovův předpoklad. S cílem dokončit Markovův model je nezbytné přiřadit váhu modelu pro náklady a odhadované množství zdravotních výsledků. Pro usnadnění a lepší představu si lze za účelem změny stavu vytvořit tabulku přechodových pravděpodobností z příslušného stavu do stavu následujícího. Je třeba pamatovat na to, aby byl součet v rámci řádku vždy roven jedné. Zjednodušeně řečeno, aby se z dané kohorty pacientů nikdo neztrácel, ale ani nepřibýval. Takto je možné sledovat





modelovou kohortu pacientů po dobu jejich života, tedy tak dlouho, dokud každý pacient nevstoupí do tzv. absorpčního stádia, jímž bývá většinou smrt [51].

Pravděpodobnosti změny stavu jsou opakovány buď nezměněné v každém cyklu (Markovovy řetězce), nebo se mohou s každým cyklem měnit (Markovovy procesy). Počet pacientů se v důsledku pravděpodobností liší v každém cyklu, což přináší do každého cyklu rozdílné náklady. Náklady asociované s každým stavem jsou pak vynásobené počtem pacientů v každém stavu a sumovány pro celé stanovené období. Takto lze snadno porovnat celkové náklady pro různé postupy léčby. V modelu je rovněž možné sumovat parametry efektivity nebo přínosů. Poměr celkových nákladů a efektivity lze pak analyzovat pomocí analýzy nákladové efektivity nebo přínosů [38].

Pro zobrazení pravděpodobností přechodů sestavujeme tzv. tranzitní matici. Matice vyobrazuje pravděpodobnosti přechodu, kdy pacient zůstane bez progresu, s progresí nebo zemře. Matice je vyobrazena v tab. 3.2 spolu s přechodovými pravděpodobnostmi [38].

		Do stavu		
		Tranzitní matice	Bez progresu	Progrese
Za stavu	Bez progresu	0,65	0,3	0,05
	Progrese	x	0,6	0,4
	Úmrtí	x	0	1

Obrázek 3.2: Tranzitní matice

Kohorty v modelu lze definovat buď jako skupiny s počátkem zásahu ve stejném bodě, nebo například společný rok narození. Hypotetická kohorta pro příklad 1000 pacientů, slouží k jejich ilustraci v modelu. Obvyklý předpoklad je, že celý soubor začíná modelem v čase 0 v počátečním stavu, i když v případě potřeby může být kohorta rozdělena mezi všechny modelové stavy. V každém cyklu modelu jsou příslušné přechodové pravděpodobnosti a rozdělení pacientů do každého stavu Markovova modelu upraveny. Spuštěním této analýzy budujeme pro mnoho cyklů profil toho, jak mnoho je pacientů v každém stavu v průběhu času. Délka časového horizontu by měla být adekvátně dlouhá, aby dostatečně dokázala popsat jednotlivé změny, které se během této doby v délce jednoho cyklu stanou [51, 52].



Tabulka 3.1: *Popis pravděpodobnostních přechodů tranzitní matice [vlastní]*

<b>Ze stavu</b>	<b>Do stavu</b>	<b>Pravděpodobnost</b>	<b>Popis</b>
$P_{bez\ progrese}$	$P_{bez\ progrese}$	0,65	znamená, že pacient zůstane na 65% zdravý
$P_{bez\ progrese}$	$P_{progrese}$	0,3	znamená, že pacient se přesune do stavu progrese s 30% pravděpodobností
$P_{bez\ progrese}$	$P_{úmrtí}$	0,05	znamená, že pacient s pravděpodobností 5% zemře
$P_{progrese}$	$P_{bez\ progrese}$	X	znamená, že není šance na uzdravení
$P_{progrese}$	$P_{progrese}$	0,6	znamená, že pacient zůstane se 60% pravděpodobností ve stavu progrese
$P_{progrese}$	$P_{úmrtí}$	0,4	znamená, že pacient se 40% pravděpodobností zemře
$P_{úmrtí}$	$P_{bez\ progrese}$	X	znamená, že není šance na zmrtvýchvstání
$P_{úmrtí}$	$P_{progrese}$	0	znamená, že je nulová šance pro pacienta na zmrtvýchvstání
$P_{úmrtí}$	$P_{úmrtí}$	1	znamená, že pokud pacient zemře, zůstane se 100% pravděpodobností mrtvý



### 3.3 Modelování rozhodovacích postupů

Metody používané k podpoře rozhodování nám umožňují přistupovat k rozhodnutí objektivně a bez předsudků. Tímto postupem získáváme výsledek konzistentní a zejména odůvodnitelný. Použitím podpůrných metod můžeme dosáhnout vyšší efektivity z hlediska vynaložených časových, finančních i lidských zdrojů. Jejich výhodou je pak výsledek v očekávaném formátu a jsou pro něj známa případná omezení. Všechna rozhodnutí bez ohledu na předmět rozhodování mají některé společné znaky. Hlavním z nich je variantnost řešení, a rozhodujeme se tedy mezi různými variantami řešení, které jsou charakterizovány odlišnými vlastnostmi řešení a více cílovými kritérii. Právě rozdílné vlastnosti variant mohou posloužit jako další kritérium pro rozdělení rozhodovacích situací. Právě pro rozdílnost variant a větší počet cílových kritérií bylo zvoleno modelování pomocí multikriteriálního rozhodování [14, 25].

Při realizaci multikriteriálního rozhodování je třeba stanovit přesný postup jednotlivých kroků. Pro jeho využití jsme zvolili individuální postupy stanovení vah a vyhodnocení vzájemného porovnání většího množství variant [14, 25]:

- Váhy určují míru významu kritérií a jsou pro další hodnocení klíčové,
- Kritéria jsou hlediskem hodnocení variant a pomocnou proměnnou. Jsou stanovena nad hodnotami parametrů a jsou jejich požadavky,
- Varianty jsou konkrétní rozhodovací možnosti nebo předmět vlastního rozhodování, který je realizovatelný a není logickým nesmyslem. Varianty jsou popsány sadou parametrů a jsou proměnnou veličinou.

V metodice multikriteriálního rozhodování pracujeme se dvěma typy dat. První sada dat je sepsána ze specifických vlastností přístrojové techniky, jedná se o data, kterým lze přiřadit číselnou hodnotu. Druhým typem dat jsou data o funkčnosti dané přístrojové techniky, a zde musíme pro každý parametr jasné vyjádření hledat [14, 25].

#### 3.3.1 Stanovení vah

Většina metod komplexního hodnocení vyžaduje nejprve stanovit váhy jednotlivých kritérií hodnocení, které vyjadřují číselně význam těchto kritérií (resp. důležitost kritérií z hlediska hodnotitele). Stanovení vah kritérií bývá výchozím bodem pro model multikriteriální analýzy. Informace je získávána některým z dále uvedených postupů použitelného ve stanovení preferenčních vztahů mezi variantami v závislosti na cílech celé analýzy. V následujícím textu jsou uvedeny tři nejpoužívanější metody stanovení vah mezi kritérii seřazené podle informace, jakou tyto metody požadují na vstupu [14].



## Bodovací metoda

Pokud nelze parametru přiřadit hodnoty zcela objektivně, musíme se spolehnout na stanovisko hodnocení odborníky v dané problematice. Základem této metody je odborný úsudek členů týmu o významnosti hodnocené (nenormované) váhy každého kritéria, tedy jejich výrok o hodnotě významu jednotlivých funkcí.

$$v_i = \frac{w_i}{\sum_{j=1}^n w_j}$$

Pomůckou pro kvantifikaci výroku o koeficientu významu funkce je tzv. univerzální tabulka hodnot splnění a významu funkce. Tabulka poskytuje kvalitativní a významové slovní vyjádření odstupňované podle rostoucí bodové hodnoty. Konečné hodnoty nenormovaných vah významu funkcí  $k_i$  se spočtou jako prostý či vážený průměr vyjádření jednotlivých hodnotitelů [14, 63].

Tabulka 3.2: *Univerzální tabulka hodnot [14]*

<b>Body</b>	<b>Slovní hodnocení</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



### 3.3.2 Multikriteriální rozhodování

Pro určení pořadí vah byla zvolena metoda váženého součtu, která je hlavním krokem při sestavování multikriteriálního rozhodování [25].

#### Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu je jednou z metod při vícekritériálním rozhodování. Tato metoda předpokládá lineární závislost užitku na hodnotách kritéria, vyžaduje kardinální informaci a maximalizuje užitek. Ukazatel užitku tato metoda spočítá jednoduše jakožto vážený součet normalizovaných hodnot jednotlivých kritérií. [14, 25].

Normalizované hodnoty kritérií se spočítají na základě ideálních a bazálních hodnot kritérií, kdy se ideální hodnota spočte jako maximum ze všech hodnot daného kritéria  $H(h_1, \dots, h_n)$ , kde:

$$H_j = \max_{i=1, \dots, m}(a_{ij}), \quad j = 1, \dots, n$$

kde  $m$  je počet variant a  $n$  počet kritérií. Obdobně se bazální varianta vypočítá jako minimum ze všech hodnot kritéria  $D(d_1, \dots, d_n)$ , kde:

$$D_j = \min_{i=1, \dots, m}(a_{ij}), \quad j = 1, \dots, n$$

Metoda váženého součtu je provedena ve dvou krocích. V prvním kroku určíme ideální variantu  $H(h_1, \dots, h_n)$  a bazální variantu  $D(d_1, \dots, d_n)$  dále vytvoříme normalizovanou kritériální matici  $R$ , kde vypočítáme prvky matice dle následujícího vzorce [14, 64].

$$r_{ij} = \frac{a_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$$

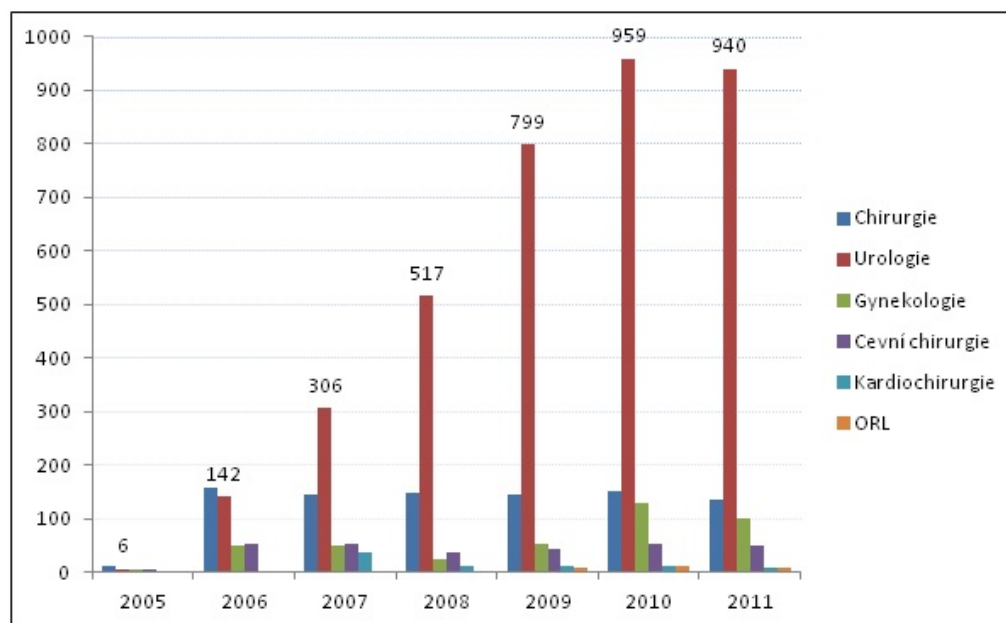
V posledním kroku vypočteme funkci užitku pro jednotlivé varianty pomocí následujícího vzorce a můžeme seřadit varianty dle hodnot a podle nejvyšší hodnoty je možné vybrat nejlepší variantu [14, 64].

$$a_i = \sum_{j=1}^m v_j r_{ij}$$



## 4 Vstupní data modelování

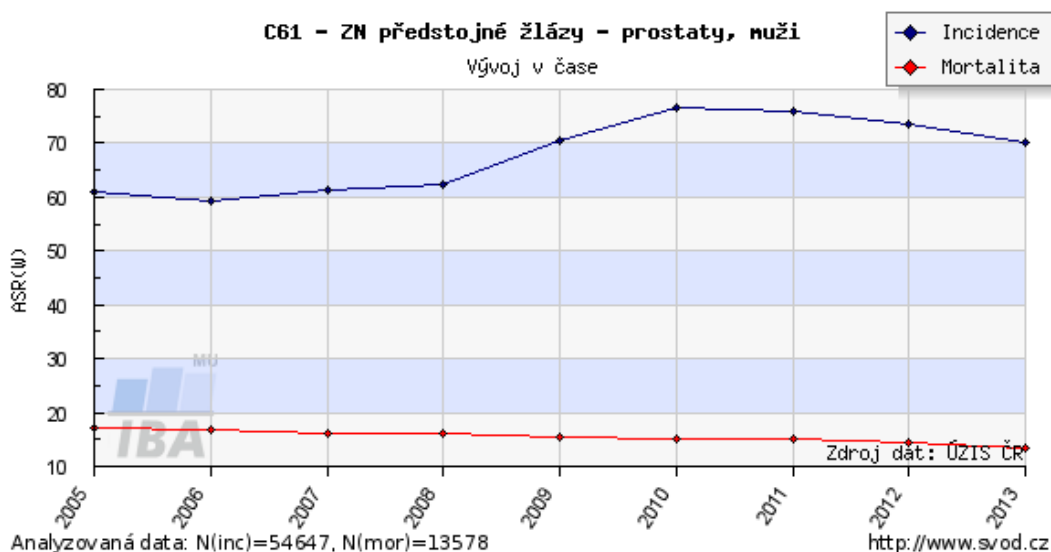
Pro nákup zdravotnické techniky byl zvažován vysoce sofistikovaný robotický chirurgický systém da Vinci Si firmy Intuitive Surgical. Pomocí tohoto systému je prováděna velká škála zdravotních intervencí. Nejvíce intervencí je prováděno v oblasti urologie. Následující obr. 4.1 uvádí počty jednotlivých robotických zákroků v roce 2012.



Obrázek 4.1: Rozdělení robotických operací v roce 2012 [65]

Do urologických operací řadíme velké množství výkonů. Nejčastěji jsou to intervence prováděné na základě diagnostiky nádorových onemocnění urogenitálního traktu. U mužů se nejčastěji jedná o zhoubné nádory prostaty, varlat, močovodu nebo močového měchýře. Z důvodu vysoké incidence byla pro potřeby diplomové práce zvolena intervence resekce prostaty pomocí výkonu radikální prostatektomie. Období incidence rakoviny prostaty je stanoveno v letech 2005 až 2013. Počáteční rok 2005 byl zvolen z důvodu provedení prvního roboticky asistovaného výkonu v České republice 31. 10. 2005 v Nemocnici Na Homolce.

Jako cílová skupina byli zvoleni pacienti ve stádiu 2 rakoviny prostaty ve věku 60–69 let, kteří jsou až na jisté výjimky indikováni k výkonu radikální prostatektomie. Počet mužů v tomto stádiu a věku je po hrubém součtu roven 4 892. V české republice je dnes 8 robotických systémů da Vinci (bez rozdělení podle generace modelu). Uvažujeme tedy, že při nákupu dalšího robotického systému by se jednalo o přístroj číslo 9. Při výpočtu teoretického množství operací na jeden robotický systém (bez ohledu na demografii a je-



Obrázek 4.2: Incidence karcinomu prostaty od r. 2005

jich umístění) můžeme použít jednoduchý výpočet podílem potencionálních pacientů postižených zhoubným nádorem ve stádiu 2 a počtem robotických systémů da Vinci.

Množství operací na jeden přístroj tedy bude:

$$dV_1 = \frac{4892}{9} = 543$$

Vzhledem ke zvolené diagnóze je nutné brát v úvahu operační přístupy, kterými se tato intervence provádí. Přestože jsme si jako zdravotnickou techniku určili robotický systém da Vinci, je nutné mít k tomuto výkonu vhodného komparátora. Ojedinelost robotického systému je však velmi limitující, a tak byla pro porovnání zvolena intervence otevřené a laparoskopické radikální prostatektomie. Při postupu výběru je zamýšleno pracovat také s laparoskopickou radikální prostatektomií, přestože šla tato metoda v průběhu vývoje a zavádění robotického systému da Vinci do ústraní. V následujících tab. 4.1, 4.2 je uvedeno porovnání výhod a nevýhod robotické a laparoskopické prostatektomie.





Tabulka 4.1: Srovnání robotické chirurgie [66]

<b>Robotická chirurgie</b>	
<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Eliminace třesu	Minimální hmatová zpětná vazba
3D zobrazení	Vysoké náklady
7 stupňů volnosti nástrojů	Velké rozměry
Výborná manipulace s nástroji	
Plynulá změna zvětšení operačního pole	
Výborná ergonomie	
Možnost telechirurgie	
Stabilita kamery	
Kratší „learning curve“	

Tabulka 4.2: Srovnání laparoskopické chirurgie [66]

<b>Laparoskopická chirurgie</b>	
<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Cenová dostupnost	2D zobrazení
Místní dostupnost	Omezený pohyb nástrojů
Hmatová zpětná vazba	Horší ergonomie
Rozvinutá a známá technologie	Delší „learning curve“



## 4.1 Klinická data

Klinickými výstupy pro radikální prostatektomii se staly analýzy výsledků studií jednotlivých druhů operačních přístupů. Průměrné hodnoty sledovaných parametrů byly získány váženým průměrem, kde jsou váhy stanoveny počtem pacientů. Tím je docíleno větší objektivity a zabráněno zkreslení, které by mohlo nastat použitím aritmetického průměru.

Trendy sledovaných parametrů jsou ve studiích zabývajících se operačními přístupy vesměs velmi shodné. V následující části budou popsána klinická data pro robotickou, laparoskopickou a otevřenou radikální prostatektomii, vhodná jako vstupní data modelování. Data jsou rozdělena na operační, která se týkají přímo operačního zákroku, a pooperační, která mohou nastat v období do 1 roku po operaci.

Za časné komplikace uváděné v tab. 4.3 při operačním zákroku považujeme krvácení, poranění rekta, hlubokou žilní trombozu, plicní embolii, infekci v ráně a u robotické a laparoskopické prostatektomie konverzi k otevřené operaci v případě závažných komplikací. V následujících tabulkách jsou uvedené komplikace spolu a hodnotami pro jednotlivé operační přístupy [67, 68].

Tabulka 4.3: *Komplikace v operačním období [67, 68]*

Operační období	Otevřená operace	Laparoskopická operace	Robotická operace
Hospitalizace (dnů)	6	4	2
Doba operace (min)	182	200	164
Krevní ztráty (ml)	650	250	120
Krvácení (%)	20%	8%	3,5%
Poranění rekta (%)	10%	6%	1%
Hl. žil. tromboza (%)	1,4%	0,8%	0,6%
Plicní embolie (%)	0,9%	0,8%	0,2%
Infekce v ráně (%)	4,8%	1,1%	0,6%
Konverze operace (%)	x	6%	0,3%



Komplikacemi vyskytujícími se v pooperačním období jsou nejčastěji uváděné v tab. 4.4 kontraktura hrdla močové trubice (KHMT), v tab. 4.5 porucha erekce a v tab. 4.6 močová inkontinence. Délku pooperačního období jsme pro potřeby modelování nastavili na 1 rok [67, 68].

Tabulka 4.4: Komplikace v pooperačním období [67, 68]

Pooperační období	Otevřená operace	Laparoskopická operace	Robotická operace
KHMT (%)	4,9	2,1	2
Porucha erekce (%)	39	39	24
Moč. inkontinence (%)	51	44	38

Hodnoty sexuální dysfunkce a močové inkontinence jsou pro jednotlivé chirurgické přístupy rozdílné. Pro přehlednost jsou data rozepsána do jednotlivých období 1. měsíc, 3. měsíc, 6. měsíc a 12. měsíc dle dostupnosti sbíraných dat [67, 68].

Tabulka 4.5: Hodnoty sexuální dysfunkce [67, 68]

<b>Sexuální dysfunkce</b>					
	1. měsíc	3. měsíc	6. měsíc	12. měsíc	Průměr
Otevřená operace	95%	82%	60%	29%	0,69
Laparoskopická operace	90%	77%	55%	26%	0,67
Robotická operace	80%	67%	45%	14%	0,61

Tabulka 4.6: Hodnoty močové inkontinence [67, 68]

<b>Močová inkontinence</b>					
	1. měsíc	3. měsíc	6. měsíc	12. měsíc	Průměr
Otevřená operace	51%	46%	20%	11%	0,63
Laparoskopická operace	44%	39%	23,5%	13%	0,68
Robotická operace	38%	22%	9%	5%	0,6



Posledními důležitými daty klinického hlediska jsou hodnoty přínosu pro pacienta v tab. 4.7. Zařadili jsme stav, kdy je pacient stabilní, bez komplikací, dále sexuální dysfunkci a močovou inkontinenci [67, 68].

Tabulka 4.7: *Hodnoty přínosu pro pacienta [69]*

<b>Přínos pro pacienta</b>	
Bez komplikací/Stabilní	0,9
Sexuální dysfunkce	0,84
Močová inkontinence	0,83



## 4.2 Nákladová data

Nákladová data pro potřeby diplomové práce byla sbírána ve spolupráci s Fakultní nemocnicí Motol a Nemocnicí Na Homolce. Data obsahují náklady spojené s jednotlivými operačními výkony. Pro otevřenou operaci prostaty je uveden výkon 76469 Prostatektomie retropubická radikální s vezikulektomií, pro laparoskopickou operaci prostaty výkon 51711 Výkon laparoskopický a torakoskopický a pro operaci robotickou 76651 Robotická radikální prostatektomie. Ke každému kódu je ve zdravotnickém zařízení přiřazena bodová hodnota, případně peněžní hodnota, která již kromě přímých nákladů zahrnuje i náklady na energie, sterilizaci, personální náklady apod. Ocenění jednotlivých kódů je prováděno dle složitějšího kalkulačního vzorce, ke kterému mají přístup specialisté zdravotnického zařízení.

Běžné nástroje či materiál nízké hodnoty jsou již zahrnuty v jiných vykázaných výkonech. Operační nástroje vyšší hodnoty jako robotické operační nástroje jsou vykazovány samostatně jako zvlášť účtovaný materiál. Dle vykázaných kódů můžeme rozčlenit období intervence na předoperační, operační a pooperační období. Z hlediska nákladů budou využity především náklady na operaci a pooperační období uvedené v tab. 4.8 a 4.9. Podrobný rozpis jednotlivých nákladů na operaci a pooperační komplikace je uveden na konci této kapitoly.

Tabulka 4.8: Celkové náklady na operace [vlastní]

<b>Ceny operačních zákroků</b>	
Otevřená operace	47 052 Kč
Laparoskopická operace	54 463 Kč
Robotická operace	119 627 Kč



Tabulka 4.9: Celkové náklady pooperačního období [vlastní]

Náklady po operaci	
Otevřená operace	41 132 Kč
Laparoskopická operace	38 715 Kč
Robotická operace	44 604 Kč

Dále jsou určeny náklady, které se vztahují k jednotlivým možným klinickým komplikacím. Období jsou stejně jako u nákladů pro jednotlivé intervence rozděleny na operační a pooperační. V operačních nákladech jsou zahrnuty především možné další lékařské zákroky a hospitalizace na jednotce intenzivní péče. V pooperačních komplikacích pak především kontrolní vyšetření. Další možné náklady zde nebudou zahrnuty toho z důvodu, že další vyšetření budou provedena na pracovišti dle spádovosti. Tyto náklady již nejsou potřebné z hlediska zdravotnické techniky.

V následujících obr. 4.3, 4.4 a 4.5 jsou vyčíslené přesné náklady na každý operační přístup (MS Excel). Následují tab. 4.10, 4.11 a 4.12 z nákladovými daty pooperačních komplikací, které mohou po operaci nastat. Polední dvě tab. 4.14 a 4.13 obsahují náklady přímo na dané složky komplikací.

Radikální prostatektomie				
Výkon	Kod	Body	Počet	Cena
Příprava na operaci			1x	11 893 Kč
Radikální prostatektomie retropubická s vesikulektomií	76469	6 687	1x	6 687 Kč
Ošetřovací den intenzivní péče nižšího stupně	00/657	6 680	2x	13 360 Kč
Ošetřovací den pro nemocnice	00/602	1 252	3x	3 756 Kč
Ošetřovací den pro nemocnice	00/602	867	nad 3 dny	1 734 Kč
Anestezie s řízenou ventilací (á 20min)	78989	809	9x	7 281 Kč
Kapnometrie při anestezii (á 20min)	78121	85	9x	765 Kč
Komplexní vyšetření urologem	76021	349	1x	349 Kč
Signální výkon k pobytu v zařízení lůžkové péče	0/9544	100	7x	700 Kč
Cílené vyšetření anesteziologem	78022	235	1x	235 Kč
Kontrolní vyšetření anesteziologem	78023	118	1x	118 Kč
Zajištění dýchacích cest při anestezii	78820	174	1x	174 Kč
<b>Náklady celkem</b>				<b>47 052 Kč</b>

Obrázek 4.3: Náklady otevřené radikální prostatektomie [vlastní]



Laparoskopická radikální prostatektomie				
Výkon	Kod	Body	Počet	Cena
Příprava na operaci			1x	11 893 Kč
Ošetřovací den intenzivní péče nižšího stupně	00/657	6680	2x	13 360 Kč
Ošetřovací den pro nemocnice	00/602	1252	3x	3 756 Kč
Ošetřovací den pro nemocnice	00/602	867	nad 3 dny	867 Kč
Signální výkon k pobytu v zařízení lůžkové péče	0/9544	100	6x	600 Kč
Komplexní vyšetření urologem	76021	349	1x	349 Kč
Cílené vyšetření urologem	76022	235	1x	235 Kč
Výkon laparoskopický a torakoskopický	51711	1029	8x	8 232 Kč
Zvlášť účtovaný materiál (ZUM)			1x	16 045
Použití ultrazvukového skalpelu	51623	5148	1x	5 148 Kč
Použití televizního řetězce při endoskopickém výkonu (á 10min)	76801	13	20x	260 Kč
Použití videoskopu při endoskopickém výkonu (á 10min)	15445	39	20x	780 Kč
Cílené vyšetření anesteziologem	78022	235	1x	235 Kč
Kontrolní vyšetření anesteziologem	78023	118	1x	118 Kč
Anestezie s řízenou ventilací (á 20min)	78989	863	10x	8 630 Kč
<b>Náklady celkem</b>				<b>54 463 Kč</b>

Obrázek 4.4: Náklady otevřené radikální prostatektomie [vlastní]

Roboticky asistovaná radikální prostatektomie				
Výkon	Kod	Body	Počet	Cena
Příprava na operaci			1x	6 672
Roboticky asistovaná radikální prostatektomie	76651	DRG	1x	112 955
<b>Náklady celkem</b>				<b>119 627 Kč</b>

Obrázek 4.5: Náklady otevřené radikální prostatektomie [vlastní]

Tabulka 4.10: Náklady pooperačního období u otevřené operace

Otevřená radikální prostatektomie	
Pooperační hospitalizace	25 030 Kč
Odborná vyšetření lékařem	234 Kč
Krevní testy	2 500 Kč
Biopsie	7 907 Kč
Lékařské kontroly	1 526 Kč
Kontrolní krevní testy	1 313 Kč
Rehabilitace	2 622 Kč
<b>Celkové náklady</b>	<b>41 132 Kč</b>





Tabulka 4.11: Náklady pooperačního období u laparoskopické operace

<b>Laparoskopická radikální prostatektomie</b>	
Pooperační hospitalizace	23 786 Kč
Odborná vyšetření lékařem	234 Kč
Krevní testy	1 327 Kč
Biopsie	7 907 Kč
Lékařské kontroly	1 526 Kč
Kontrolní krevní testy	1 313 Kč
Rehabilitace	2 622 Kč
<b>Celkové náklady</b>	<b>38 715 Kč</b>

Tabulka 4.12: Náklady pooperačního období u robotické operace

<b>Roboticky asistovaná radikální prostatektomie</b>	
Pooperační hospitalizace	23 786 Kč
Odborná vyšetření lékařem	234 Kč
Krevní testy	1 327 Kč
Biopsie	5 017 Kč
Pooperační kontroly	10 267 Kč
Rehabilitace	3 976 Kč
<b>Celkové náklady</b>	<b>44 607 Kč</b>



Tabulka 4.13: *Náklady na komplikace během operace*

<b>Operační komplikace</b>	
Transfuze (267 ml)	1200 Kč
Aplikace transfuze	126 Kč
Hospitalizace na JIP (den)	6 680 Kč
Endoskopické stavění krvácení	682 Kč
Infuzní výživa	500 Kč
Cévní chirurg	425 Kč
Kompresní punčochy	306 Kč
Medikamenty (1 den)	926 Kč
Odstranění embolu	4110 Kč
Infekcionista	317 Kč
Antibiotická léčba (1 týden)	500 Kč
Prostatektomie suprapubická	13 087 Kč

Tabulka 4.14: *Náklady na komplikace po operaci*

<b>Pooperační komplikace</b>	
Kontrolní vyšetření urologem	108 Kč
Kontrolní vyšetření onkologem	158 Kč
Dilatace striktury uretry muže	226 Kč
Zavedení endoprotézy	572 Kč
Uretrotomie	1 034 Kč
Resekce hrdla močového měchýře	2 214 Kč
Hospitalizace + 4 dny	9 176 Kč



## 5 Výsledky

Jelikož cílem této práce jsou možnosti využití modelování v oblasti hodnocení zdravotnických technologií, resp. při nákupu zdravotnické techniky, a demonstrace jednotlivých modelů, byla pro tuto část sbírána vstupní data uvedená v kap. 4. Vstupní parametry jednotlivých modelů vychází z reálných nákladových dat sebraných v rámci studie Fakultní nemocnici v Motole a v Nemocnice Na Homolce a klinická data odpovídají reálným datům odborných studií z oblasti urologie. Cílem práce bylo identifikovat vhodné modely a navrhnout jejich možnou implementaci do procesu nákupu ve zdravotnictví.

### 5.1 Analýza procesu nákupu zdravotnické techniky

Zdravotnická zařízení nemají všeobecně nařízený přesný postup, podle kterého musí nakupovat zdravotnickou techniku. Jedinou metodikou upravující proces nákupu je zákon o veřejných zakázkách. Tímto zákonem je vyřešena fáze pořizování, avšak není v ní zahrnuta fáze rozhodování o nákupu. Pokud je vypsána veřejná zakázka, vztahuje se již k nákupu přesného typu zdravotnické techniky a vybírá nejpříjemnější cenovou nabídku. Od toho postupu se odvíjí tři různé přístupy nákupu.

Podle tohoto modelu se řídí většina zdravotnických zařízení a nákup je realizován na základě nejnižší cenové nabídky. Tento model však nebere v potaz možnosti nastavení dalších kritérií a tedy pečlivější výběr podle klinických, nákladových uživatelských nebo technických dat. Druhým přístupem je model, který počítá s přínosy pro pacienta, a můžeme do něj zahrnout přesné rozdělení nákladů na danou intervenci. V tomto modelu jsou využívány analytické modelovací techniky a pomocí jejich postupů zpracována klinická a nákladová data. Posledním a nejkompaktnějším přístupem je model využívající metod multikriteriálního rozhodování. Tento model zpracovává data jak na klinické a nákladové, tak na uživatelské a technické úrovni. Pomocí jeho metod můžeme zjistit nákladovou efektivitu dané intervence a vyčíslit přínos pro pacienta. V další části jsou popsány jednotlivé modely, zhodnoceny jejich výhody i nevýhody a jsou otestovány na reálných vstupních datech.

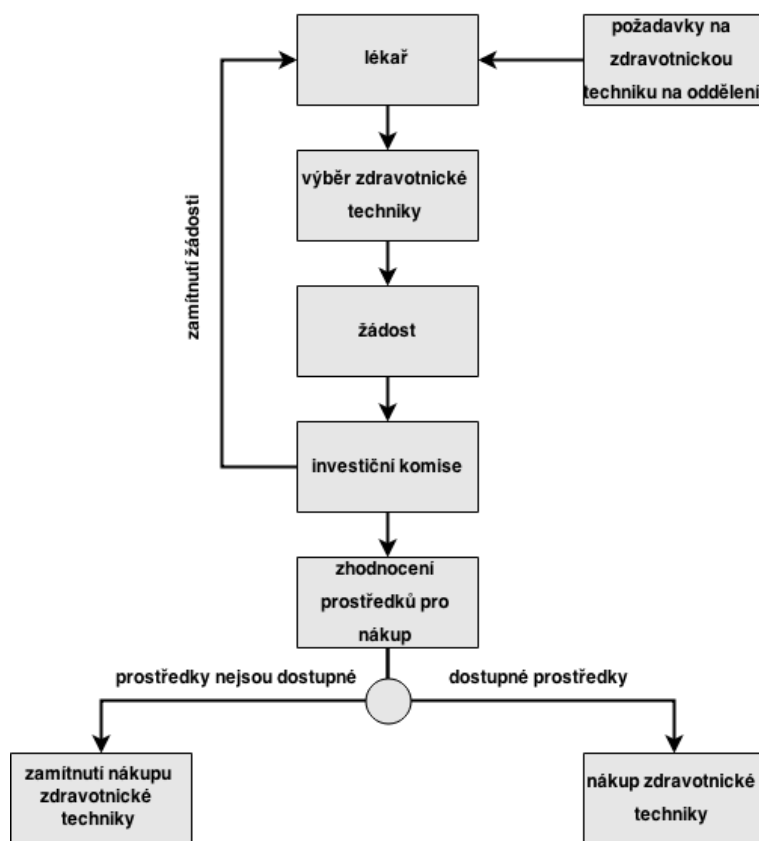
### 5.2 Základní model nákupu ve zdravotnickém zařízení

Zcela základním pilířem modelu nákupu zdravotnické techniky je zákon č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách, který vždy vstupuje do celého procesu. Tento legislativní postup lze zařadit do procesního modelování. Do modelu dle veřejných zakázek v drtivé většině nákupů vstupují pouze stanovené technické specifikace, servisní náklady a cena zdravotnické techniky. Tento model lze zcela jednoduše popsat pomocí vývojového diagramu.



Základním postupem, který je pro tuto práci výchozí, je rozhodování o nákupu zdravotnické techniky. Pokud se zdravotnické zařízení rozhodne koupit novou nákladnou zdravotnickou techniku, u které je možné hodnotit také klinické a nákladové výhody oproti konvenčním a starším postupům, je nutné zvolit správné metody, na jejichž základě může být dokázaná klinická a nákladová výhodnost.

O nákupu zdravotnické techniky rozhoduje v drtivé většině případů lékař. Ten rozhoduje také o požadovaných technických specifikacích. Pokud s rozhodnutím lékaře souhlasí finanční oddělení a nákup schválí, stanoví na základě průzkumu trhu cenu zakázky a podmínky servisu. V následujícím diagramu je popisovaný proces vyobrazen.



Obrázek 5.1: Obecný model nákupu [vlastní]

Tento procesní model vychází z reálných konzultací nákupu zdravotnické techniky na oddělení zdravotnické techniky Nemocnice Na Homolce a Fakultní nemocnice v Motole.

### 5.2.1 Model nákupu Nemocnice Na Homolce

Proces nákupu zdravotnické techniky v Nemocnice Na Homolce vychází především z prvotních požadavků uživatele neboli lékaře. Lékař stanoví požadavky na zdravotnickou



techniku v podobě základních požadovaných technických specifikací a bodového ohodnocení výkonu. Poté návrh putuje na finanční oddělení nemocnice, kde se kontroluje investiční plán a dostupné finanční prostředky. Ve fázi dostupnosti finančních prostředků je u nákladnějších nákupů zdravotnické techniky (CT, MRI, da Vinci) řešeno hodnocení nákladové efektivity spolu s náklady na spotřební materiál a servisními náklady. V případě dostupných finančních prostředků požadované zdravotnické techniky proběhne průzkum trhu. V této fázi nemocnice zkoumá dostupnost zdravotnické techniky u dodavatelů, popřípadě její alternativy.

V dalším kroku je vypsáno výběrové řízení, ve kterém by měly být uvedeny minimální technické parametry z důvodu nařízení boje proti možné korupci. Dále se již postupuje dle zákona o veřejných zakázkách a hlavním hodnotícím kritériem je cena. Nákup zdravotnické techniky do 2 mil. Kč probíhá mimo řízení zákona, je podána zadávací dokumentace, 10 dní na podání nabídek, 7 dní na vyhodnocení a 2–3 týdny na uzavření smlouvy. Celý proces tedy trvá přibližně 3–4 měsíce, protože dodací lhůta techniky je 4–6 týdnů. Zveřejnění je nařízeno u zakázek nad 0,5 mil. Kč. U zdravotnické techniky řazené do podlimitních veřejných zakázek se cena pohybuje od 2 mil. Kč do 3,5 mil. Kč. Zákonem jsou dané lhůty pro podání nabídky během 15 dnů, podání námítky je možné do 10 dnů, a celý proces trvá přibližně 4 měsíce. Poslední formou jsou veřejné zakázky nadlimitní při nákupu zdravotnické techniky nad 3,5 mil. Kč. Tyto zakázky musí být předběžně oznámeny (minimálně 30 dnů před uzavřením), podání nabídky je možné během 52 dnů a 15 dnů se vztahuje na podání námítky. Při těchto nákupech je již sestavena komise pro výběr uchazečů a nakonec pro výběr dodavatele. Celý proces trvá přibližně 6 měsíců, a pokud je v jeho průběhu zjištěna chyba, musí se z nařízení zákonem prodloužit podací lhůty na dvojnásobnou dobu.

### 5.2.2 Model nákupu Fakultní nemocnice v Motole

Do rozhodovacího procesu při nákupu zdravotnické techniky ve Fakultní nemocnici v Motole nejprve vstupuje stav zdravotnické techniky na dané klinice či jejím oddělení. Je zmapována zdravotnická technika, která je již svým stavem nedostatečná nebo opotřebená. Pokud je proveden tento malý průzkum, nevhodná zdravotnická technika je vyřazena a v další fázi se již neřeší její alokace na jednotlivých odděleních. Lékař zvolí pro nákup potřebnou zdravotnickou techniku a podá žádost k investiční komisi. Investiční komise projedná možnosti investic do dané přístrojové techniky a řeší její nákup na základě jednotlivých klinik. Tato komise zasedá jednou za dva měsíce.

V další fázi je vypsáno výběrové řízení dle zákona o veřejných zakázkách a jsou zjištěny možnosti dotace z Evropské unie. Při výběru zdravotnické techniky rozhoduje jako hlavní kritérium cena, dále alespoň z 30 % splnění technických parametrů, cena pozáručního servisu nebo samotná záruka. Lékaři z velké části neřeší kritéria lékařské přívětivosti či uživatelské kvality, ale rozhodují se na základě svých zkušeností. Stará zdravotnická



technika se často nelikviduje, ale skladuje se. Dále se postupuje dle zákona o veřejných zakázkách.

Nákup drobné zdravotnické techniky do 40 tis. Kč (např. infuzní pumpy, pulzní oxymetry, dávkovače) řeší samostatně jednotlivé kliniky popř. management kliniky. Při nákupu do 0,5 mil. Kč do procesu nemusí ve všech případech vstupovat investiční komise, která řeší především urgentní nákupy. Dále se postupuje dle zákona o veřejných zakázkách. Při nákupu nákladné zdravotnické techniky nad 0,5 mil. Kč řadíme nákupy do nadlimitních veřejných zakázek a všechny procházejí přes investiční komisi nemocnice. Hlavní kritériem je cena a řeší se oprávněnost jednotlivých žádostí na její pořízení.

### 5.3 Možnosti modelování při nákupu zdravotnické techniky

V praktické části této práce byly na základě současného stavu problematiky identifikovány vhodné modelovací metody a uvedeny možnosti jejich využití při nákupu zdravotnické techniky. Jednotlivé metody jsou rozděleny do tří modelů resp. Model 1, Model 2 a Model 3. Posloupnost modelů je uvedena od nejjednoduššího, po model nejvíce náročný na vstupní data a jejich zpracování.

#### 5.3.1 Model 1

Model 1 vychází ze základního modelu nákupu, ve kterém rozhoduje lékař či klinika o potřebě nové zdravotnické techniky na oddělení. Proces nákupu byl zobrazen již v úvodu této části práce na obr. 5.1. Ve fázi rozhodování o nákupu se do zadávací dokumentace určí technické specifikace zdravotnické techniky a cenový strop veřejné zakázky. Pokud jsou splněny technické specifikace, řídí se rozhodnutí pouze cenou. V případě porovnávaných přístrojů by byl tento postup z hlediska finančních úspor vhodný. V případě, že se však jedná o možnost provedení určité intervence, v našem případě radikální prostatektomie, je nutnost zahrnout více klinických i nákladových aspektů. Pokud je možné vyspělejší intervencí poskytnout další přínosy a léčebný efekt, není vhodné rozhodovat pouze na základě pořizovacích nákladů.

#### Hodnocení modelu

Model 1 je jednoduchým procesem nákupu, podle kterého se řídí většina zdravotnických zařízení. Tento model může mít jisté výhody z perspektivy lékařů, kteří mohou navrhnout a rozhodovat o nákupu přístrojové techniky pro své kliniky a oddělení. Za jistou výhodu můžeme také pokládat schvalovací proces finančního oddělení či investiční komise v daném zařízení. Nevýhodou modelu může být fakt, že se celý zakládá na výběru podle ceny zdravotnického přístroje. V porovnání s dostupnými metodami je tento model ome-



zený a nenabízí další vývoj výhod ke zvyšování efektivity celého rozhodovacího procesu a nákupu.

### 5.3.2 Model 2

Model 2 představuje možnosti využití nákladových a klinických dat při rozhodování o nákupu zdravotnické techniky. Na rozdíl od Modelu 1, ve kterém je hlavním kritériem pořizovací cena přístroje, počítá Model 2 s klinickými komplikacemi intervence a s nimi spojenými náklady. Pomáhá tak jednoduše rozdělit náklady vzniklé na základě pravděpodobnosti komplikací při operaci nebo v pooperačním období a vyčíslit přínos pro pacienta. Hlavními metodami výpočtu byly nástroje analytických modelovacích technik zpracované v softwaru TreeAge a programu MS Excel. Rozhodovací stromy pomáhají přesně rozdělit možné komplikace a přiřadit jim nákladová data. Dále mohou být užitečné jako vstupní krok do Markovova modelu, který počítá s přínosy pro pacienta.

#### Sestavení modelu

Model byl sestavován pomocí rozhodovacích stromů a Markovova modelu. Základním úkolem bylo rozdělení nákladových a klinických dat pomocí logického rozhodovacího stromu. V prvním kroku rozhodovacího stromu byla provedena volba možností operačních přístupů. V dalším kroku pomocí situačního uzlu byly rozděleny události, které mohou nastat. Jako události byly zvoleny možné komplikace během operačního zákroku a po něm. Pomocí těchto dvou kroků sestavíme rozhodovací strom, jehož výsledkem budou předpokládané náklady na jednotlivé komplikace při operaci a po operaci.

V další fázi sestavování modelu využíváme rozhodovací stromy pro rozdělení pooperačních komplikací, které jsou modelovány pomocí Markovova modelu. Výsledkem tohoto modelu jsou počty pacientů v jednotlivých stavech po operaci, díky kterým budou vypočítány hodnoty přínosu pro jednotlivé operační přístupy.

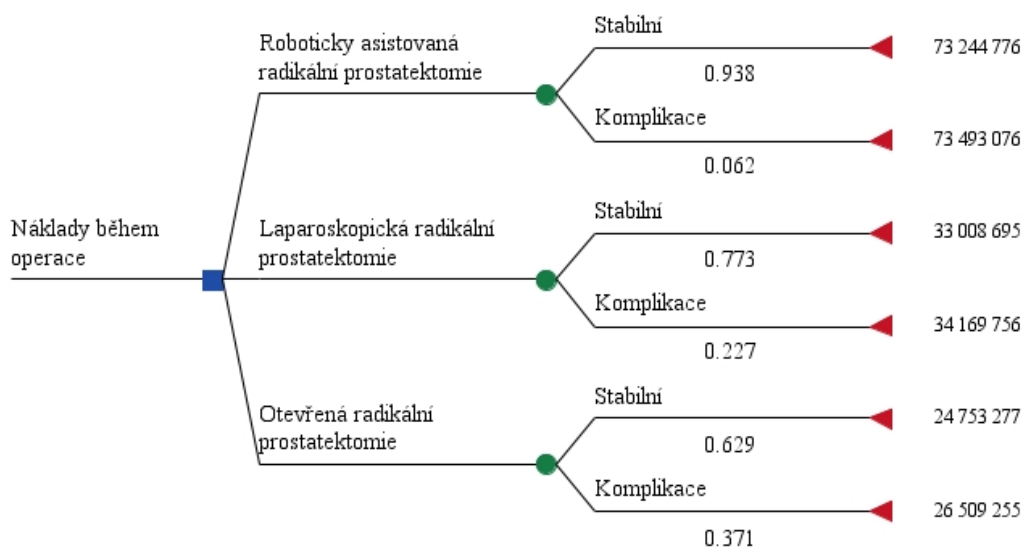
#### Sestavení rozhodovacího stromu

Rozhodovací stromy byly sestavovány na základě pravděpodobností komplikací při operačním zákroku a v pooperačním období. Výpočet a grafické zobrazení bylo zpracováno v softwaru TreeAge. Pro každé období během zákroku je stanoven výchozí stav, kdy pacient podstoupí operaci a odchází po léčbě bez komplikací. Takový stav je označen jako Stabilní a jsou mu připočteny náklady na operační výkon, hospitalizaci a kontrolní vyšetření. Dalším stavem jsou Komplikace, do kterého jsou započítány dle pravděpodobnosti události, které mohou nejčastěji nastat. Do stavu Komplikace při operaci byly zahrnuty události



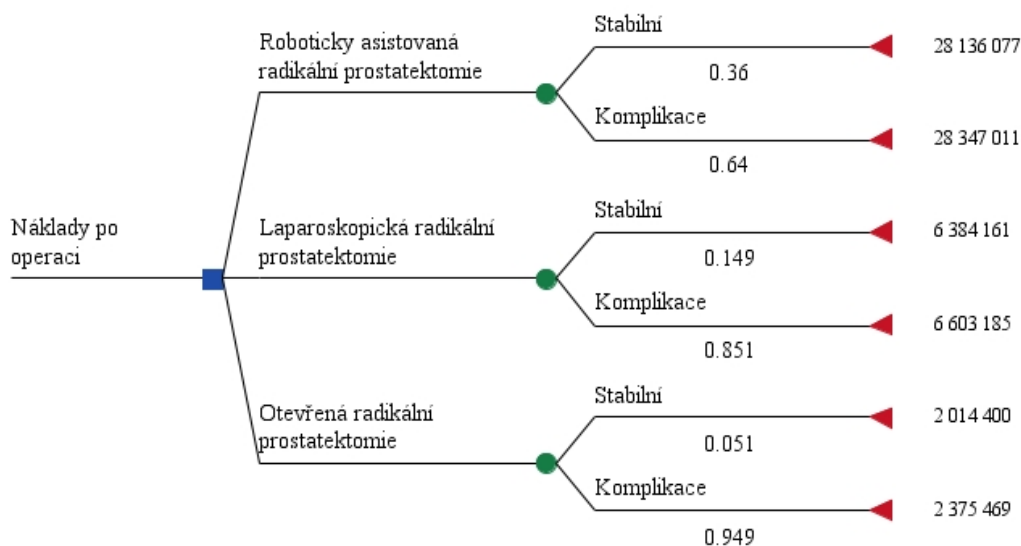


krvácení, poranění rekta, hluboká žilní trombóza, plicní embolie, infekce v ráně a konverze operace. Na základě těchto událostí byly v obr. 5.2 vyčísleny náklady pro operační komplikace.



Obrázek 5.2: Rozhodovací strom operačního období [vlastní]

Rozhodovací strom pooperačního období na obr. 5.3 byl sestavován na stejném principu jako rozhodovací strom operačního období. Výchozí stav byl označen jako Stabilní a byly mu připočteny náklady na operační výkon, hospitalizaci a kontrolní vyšetření urologem a onkologem. Dalším stavem byly označeny Komplikace, do kterých byly zahrnuty kontraktura hrdla močové trubice, močová inkontinence a sexuální dysfunkce. Na základě těchto událostí byly vyčísleny náklady pro pooperační období.



Obrázek 5.3: Rozhodovací strom pooperačního období [vlastní]

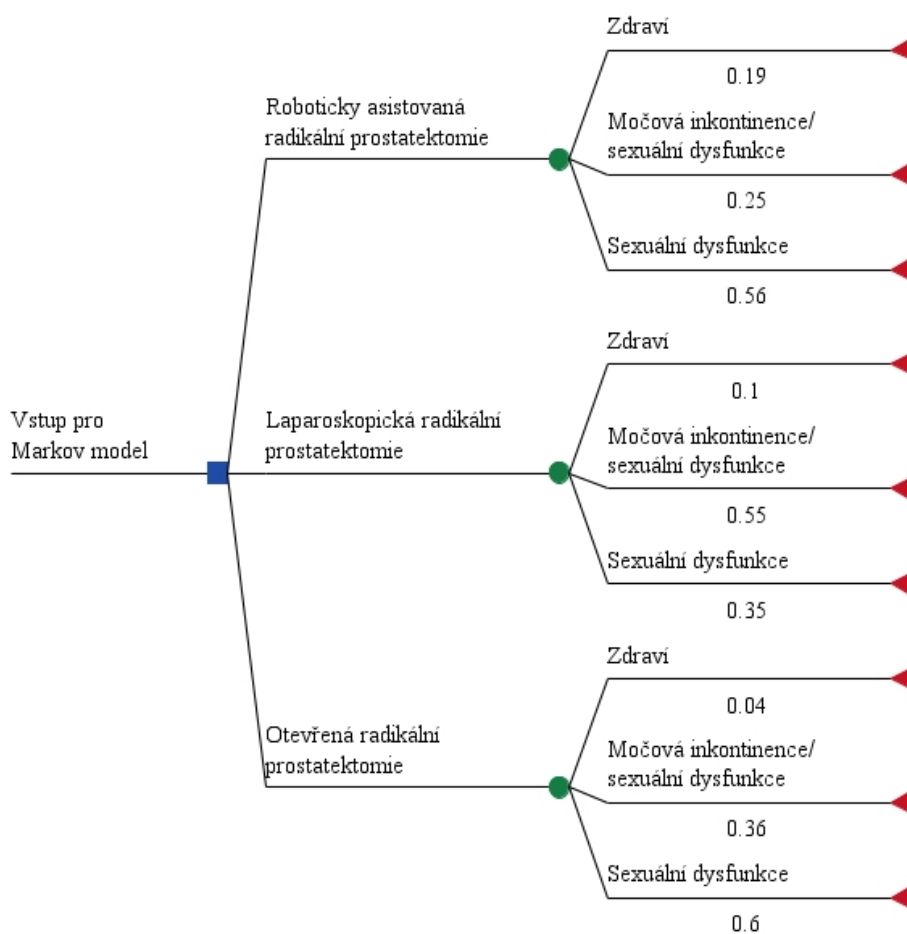
### Hodnocení rozhodovacího stromu

Rozhodovací stromy jsou užitečným nástrojem pro logické rozdělení stavů a nákladů. Mezi jejich výhody řadíme možnost přiřazení pravděpodobností a matematických výpočtů k jednotlivým hodnotám. Nevýhodou je až příliš jednoduchý princip, který neobsáhne rozsáhlejší analýzy náročné na vyšší počet vstupních dat.



## Sestavení Markovova modelu

Při stavbě modelu byl v prvním kroku sestaven rozhodovací strom, který rozděluje pooperační komplikace pro vstup do Markovova modelu. Mezi stav Komplikace byly zařazeny močová inkontinence a sexuální dysfunkce. V tomto případě však bylo nutné pro močovou inkontinenci využít stav společně se sexuální dysfunkcí z důvodu nedostupných dat, které by určovaly, kolik pacientů je inkontinentních a zároveň dysfunkčních či naopak. Jednoduše řečeno, pokud je 95 % pacientů dysfunkčních, musí být určité procento z nich také inkontinentních. Bohužel tato data nejsou dostupná, a tak bylo předpokládáno, že pokud je pacient močově inkontinentní, je zároveň sexuálně dysfunkční nebo pouze sexuálně dysfunkční. Stejně jako u předchozích rozhodovacích stromů byl výchozím stavem označen stav Zdraví. Jednotlivým stavům pak byly přiřazeny pravděpodobnosti. Grafické zobrazení bylo zpracováno na obr. 5.4 v softwaru TreeAge.



Obrázek 5.4: Rozhodovací strom pro vstup do Markovova modelu



V dalším kroku byl v návaznosti na komplikace z rozhodovacího stromu sestaven Markovův model v softwaru TreeAge. Markovův model pro každou intervenci počítá v prvním uzlu se třemi stavy, a to Zdraví, Močová inkontinence/sexuální dysfunkce a Sexuální dysfunkce. V dalších uzlech se stavy dělí pouze na to, zda Komplikace v podobě Močová inkontinence/sexuální dysfunkce a Sexuální dysfunkce pokračují nebo se pacient přesunul do stádia Bez komplikací. Markovův model nám pak pomocí kohortové analýzy vygeneruje počet pacientů v každém ze stádií v průběhu jednoho cyklu, který je stanoven na 1 rok. Pro příklad jsou zde uvedeny počty pacientů v tab. 5.1, 5.2 pro 1. a 12. měsíc po operaci.

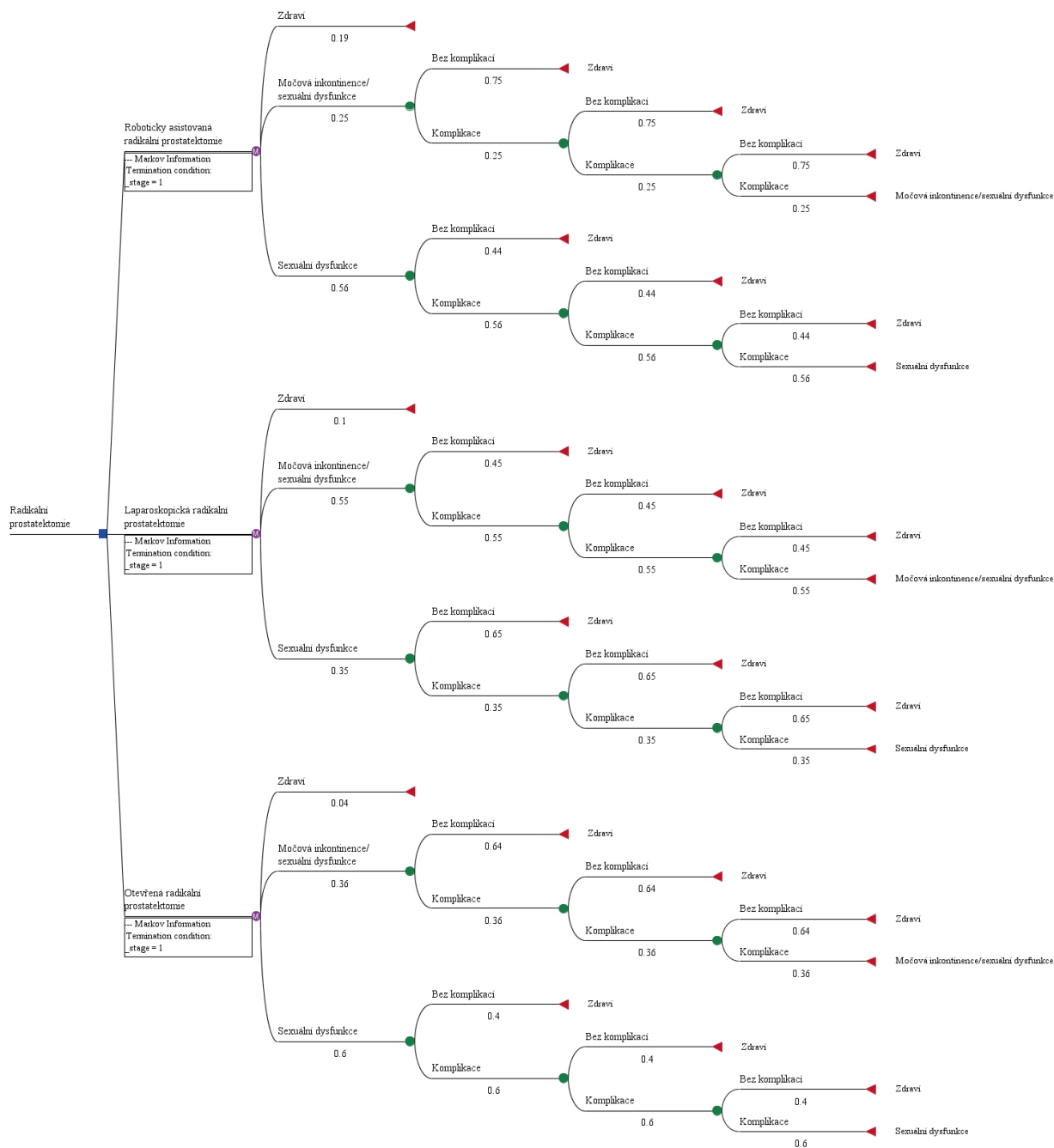
Tabulka 5.1: Výsledky kohortové analýzy v 1. měsíci po operaci [vlastní]

Stav / Intervence	OPEN	LAPARO	ROBOT
Zdraví	22	54	103
Inkont/dysf	195	299	136
Dysfunkce	326	190	304

Tabulka 5.2: Výsledky kohortové analýzy ve 12. měsíci po operaci [vlastní]

Stav / Intervence	OPEN	LAPARO	ROBOT
Zdraví	382	392	445
Inkont/dysf	49	94	29
Dysfunkce	112	57	69

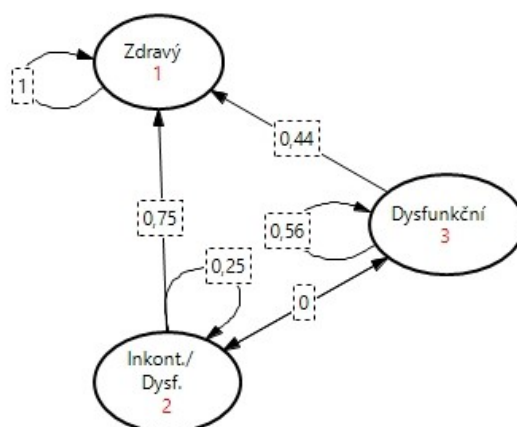
Na obr. 5.5 je vyobrazen sestavený model. Celý Markovův model pro otevřenou prostatektomií, laparoskopickou prostatektomií a robotickou prostatektomií byl zpracován v softwaru TreeAge. Díky své velikosti byl model umístěn na datové CD přiložené k diplomové práci pro možnosti prostudování.



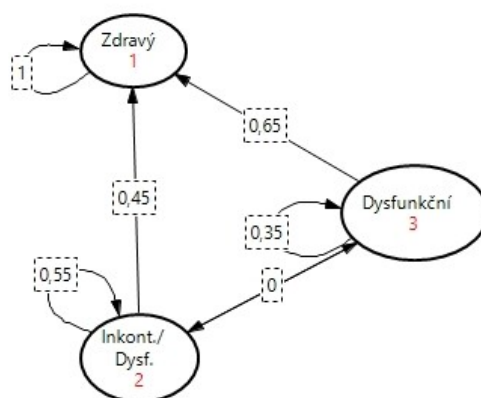
Obrázek 5.5: Markovův model



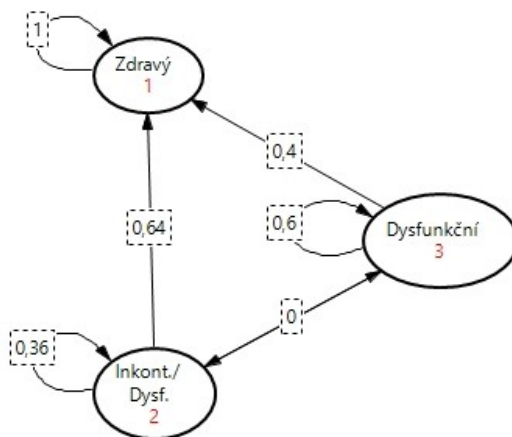
Pro zobrazení přechodových pravděpodobností přesunu pacientů v jednotlivých stádiích byla využita funkce diagramu přechodových stavů v programu TreeAge. Pro každý operační přístup byly graficky sestaveny možnosti přesunu pacienta mezi jednotlivými stavy – viz obrázky 5.6, 5.7 a 5.8 na stranách 67 a 68.



Obrázek 5.6: Přechodové pravděpodobnosti roboticky asistované radikální prostatektomie



Obrázek 5.7: Přechodové pravděpodobnosti laparoskopické radikální prostatektomie



Obrázek 5.8: Přechodové pravděpodobnosti otevřené radikální prostatektomie

V posledním kroku byl zpracován výpočet přínosu pro pacienta v návaznosti na generovaný počet pacientů v každém stádiu a hodnoty přínosů pro jednotlivé měsíce. Přínos pro pacienta byl počítán v programu Excel pomocí vstupních hodnot v tab. 5.3. V návaznosti na kohortovou analýzu počtu pacientů v počátečním měsíci po operaci byly sestaveny tranzitní matice v tab. 5.4 5.5 a 5.6. Počet pacientů v 1., 3., 6. a 12. měsíci byl zpracován jak pomocí kohortové analýzy v programu TreeAge, tak pomocí výpočtu z tranzitních matic. Posledním krokem byly v závislosti na počtu pacientů z tab. 5.7, 5.8 a 5.9 jednotlivých měsíců a hodnotách přínosu pro pacienta z tab. 5.10 vypočteny přínosy pro každý konečný stav jednotlivých operačních přístupů. V tab. 5.11 a 5.12 jsou výsledné hodnoty přínosů pro jednotlivé intervence.

Tabulka 5.3: Hodnoty přínosu pro pacienta [69]

Přínos pro pacienta	
Bez komplikací/Stabilní	0,9
Sexuální dysfunkce	0,84
Močová inkontinence	0,83





Tabulka 5.4: *Tranzitní matice otevřené prostatektomie [vlastní]*

Otevřená prostatektomie	Zdraví	Inkont/dysf	Dysfunkce
Zdraví(Z)	1	0	0
Inkont/dysf (I/D)	0,37	0,63	0
Dysfunkce (D)	0,3	0	0,7

Tabulka 5.5: *Tranzitní matice laparoskopické prostatektomie [vlastní]*

Otevřená prostatektomie	Zdraví	Inkont/dysf	Dysfunkce
Zdraví(Z)	1	0	0
Inkont/dysf (I/D)	0,32	0,68	0
Dysfunkce (D)	0,33	0	0,67

### Hodnocení modelu

Markovův model nabízí velké množství nástrojů pro zpracování nákladových a klinických dat. Výhodou jsou možnosti výpočtu pacientů v jednotlivých stavech, díky nim pak můžeme vypočítat hodnoty přínosu pro pacienty s danými komplikacemi nebo jednotlivým stavům přiřadit náklady. Nevýhodou je již poměrně velká náročnost na znalosti v dané problematice a potřeba velkého množství dat pro modelování.



Tabulka 5.6: *Tranzitní matice robotické prostatektomie [vlastní]*

Otevřená prostatektomie	Zdraví	Inkont/dysf	Dysfunkce
Zdraví(Z)	1	0	0
Inkont/dysf (I/D)	0,4	0,6	0
Dysfunkce (D)	0,39	0	0,61

Tabulka 5.7: *Výpočet počtu pacientů u otevřené prostatektomie [vlastní]*

1. měsíc			3. měsíc			6. měsíc			12. měsíc		
Z	I/D	D	Z	I/D	D	Z	I/D	D	Z	I/D	D
22	195	326	192	123	228	306	77	160	382	49	112

Tabulka 5.8: *Výpočet počtu pacientů u laparoskopické prostatektomie [vlastní]*

1. měsíc			3. měsíc			6. měsíc			12. měsíc		
Z	I/D	D	Z	I/D	D	Z	I/D	D	Z	I/D	D
54	299	190	212	203	127	320	138	85	392	94	57

Tabulka 5.9: *Výpočet počtu pacientů u robotické prostatektomie [vlastní]*

1. měsíc			3. měsíc			6. měsíc			12. měsíc		
Z	I/D	D	Z	I/D	D	Z	I/D	D	Z	I/D	D
103	136	304	276	82	185	381	49	113	445	29	69

Tabulka 5.10: *Hodnoty přínosu pro pacienta v jednotlivých měsících [vlastní]*

Stav	1. měsíc	3. měsíc	6. měsíc	12. měsíc
Bez komplikací/Stabilní	0,075	0,15	0,225	0,45
Sexuální dysfunkce	0,07	0,14	0,21	0,42
Močová inkontinence	0,069	0,138	0,208	0,415

Tabulka 5.11: Výpočet přínosu pro pacienta v jednotlivých měsících

Měsíce	1. měsíc			3. měsíc			6. měsíc			12. měsíc		
	Z	I/D	D	Z	I/D	D	Z	I/D	D	Z	I/D	D
OPEN	1,65	13,49	22,82	28,79	16,99	31,95	68,82	16,06	33,55	172,09	20,24	46,96
LAPARO	4,05	20,68	13,3	31,86	28,13	17,82	71,88	28,69	17,91	176,33	39,02	24
ROBOT	7,73	9,41	21,28	41,39	11,29	25,96	85,71	10,16	23,75	200,08	12,19	28,98

Tabulka 5.12: Výpočet celkového přínosu pro intervence

Přínos pro pacienta	Zdraví	Inkontinentní/dysfunkční	Dysfunkční	Celkový přínos
Otevřená prostatektomie	271,352	66,776	135,277	473,406
Laparoskopická prostatektomie	284,112	116,512	73,034	473,66
Robotická prostatektomie	334,906	43,045	99,977	477,93





### 5.3.3 Model 3

Model 3 je nejkomplexnějším přístupem a počítá jak s daty klinickými a nákladovými, tak s daty technickými a uživatelskými. Pro tento typ modelování jsou využity metody multikriteriálního rozhodování. Je mnoho kroků, kterými lze postupovat. V rámci modelování budou určena důležitá kritéria nákladových, klinických a uživatelských dat, navržen postup pro výpočet vah kritérií a vyobrazen multikriteriální model.

#### Sestavení modelu

Model 3 rozdělíme na tři navazující fáze. V první fázi zvolíme jednotlivá kritéria pro klinickou, uživatelskou a nákladovou oblast. Technická kritéria nebudeme hodnotit z důvodu srovnávání intervencí. V další fázi stanovíme váhy jednotlivých kritérií na základě metod hodnocení odborníků. V poslední fázi provedeme multikriteriální hodnocení pomocí metody váženého součtu.

#### Výběr kritérií

Ze studií zabývajících se problematikou roboticky asistované, laparoskopické a otevřené radikální prostatektomie byly vybrány celkem tři skupiny kritérií. První skupinou jsou klinická kritéria, do kterých řadíme krevní ztráty, transfuzi, katetrizaci, infekci v ráně, hlubokou žilní trombózu, poranění rektu, konverzi operace, návrat potence do 12 měsíců a návrat inkontinence do 12 měsíců. Druhou skupinou jsou uživatelská kritéria, mezi které řadíme operační čas, learning curve operátora, eliminaci třesu, hmatovou zpětnou vazbu, ergonomii nástrojů a zobrazení operace. Třetí skupinou jsou nákladová kritéria, která zahrnují pořizovací cenu, servis přístroje a bezpečnostně technickou kontrolu.



### Stanovení vah kritérií

Pro stanovení vah kritérií byla využita bodovací metoda. Vytvoření skupiny odborníků (Od) bylo realizováno ve spolupráci se třemi lékaři Oblastní nemocnice Mladá Boleslav a.s. z oboru urologie. Pomocí předložených parametrů byla hodnocena jednotlivá kritéria dle jejich zkušeností. Kritériím byla přiřazována hodnota 0 - 1 podle důležitosti celé sady. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tab. 5.13.

Tabulka 5.13: *Hodnocení kritérií [vlastní]*

Kritéria	Od 1	Od 2	Od 3	Výsledné váhy
Klinická kritéria	0,4	0,4	0,6	0,5
Nákladová kritéria	0,5	0,4	0,3	0,4
Uživatelská kritéria	0,1	0,2	0,1	0,1

Významnost subkritérií v jednotlivých sadách byla hodnocena na stupnici 0 - 10, kde 0 představuje zcela bezvýznamné kritérium a 10 kritérium nejvýznamnější. Výsledné váhy jsou vypočteny pomocí průměrné hodnoty všech dotazovaných. Tento krok zachovává významnost objektivního posouzení. Výsledné hodnoty subkritérií jsou uvedeny v tab. 5.14, 5.15, 5.16.

Tabulka 5.14: *Klinická kritéria [vlastní]*

Klinická kritéria	Hodnoty	Od 1	Od 2	Od 3
Krevní ztráty	ml	9	3	8
Transfuze	%	6	3	7,4
Katetrizace	dny	7	3	4,5
Konverze operace	%	7	7	8
Infekce v ráně	%	9	10	10
Hluboká žilní trombóza	%	8	3	5
Poranění rekta	%	8	10	9
Návrat potence do 12 měsíců	%	7	8	7,8
Návrat inkontinence do 12 měsíců	%	8	8	9,8



Tabulka 5.15: *Nákladová kritéria [vlastní]*

<b>Nákladová kritéria</b>	<b>Hodnoty</b>	<b>Od 1</b>	<b>Od 2</b>	<b>Od 3</b>
Pořizovací náklady	Kč	4	5	4,2
Pozáruční servis	Kč	5	6	6,5
BTK	Kč	7	8	5

Tabulka 5.16: *Uživatelská kritéria [vlastní]*

<b>Uživatelská kritéria</b>	<b>Hodnoty</b>	<b>Od 1</b>	<b>Od 2</b>	<b>Od 3</b>
Operační čas	min	8	10	9
Learning curve	min	7	2	5,6
Eliminace třesu	%	7	1	8,4
Hmatová zpětná vazba	%	8	1	8,2
Ergonomie	%	7	10	9,1
Zobrazení 2D/3D	%	9	1	5,8

Dále jsou v tab. 5.17, 5.18, 5.19 uvedena jednotlivá subkritéria s ohodnocením všech odborníků a vypočteny jejich průměrné hodnoty. Následně byly na základě postupného rozvržení vah kritérií vypočítány normalizované hodnoty vah subkritérií.



Tabulka 5.17: *Klinická subkritéria [vlastní]*

<b>Klinická kritéria</b>	<b>Váhy</b>	<b>Normalizované hodnoty vah</b>
Krevní ztráty	6,7	0,05168
Transfuze	5,5	0,04238
Katetrizace	4,8	0,04747
Konverze operace	7,3	0,05685
Infekce v ráně	9,7	0,07494
Hluboká žilní trombóza	5,3	0,04134
Poranění rekta	9	0,06977
Návrat potence do 12 měsíců	7,6	0,05891
Návrat inkontinence do 12 měsíců	8,6	0,06667

Tabulka 5.18: *Nákladová subkritéria [vlastní]*

<b>Nákladová kritéria</b>	<b>Váhy</b>	<b>Normalizované hodnoty vah</b>
Požizovací náklady	4,4	0,02604
Pozáruční servis	5,8	0,03452
BTK	6,7	0,03945

Tabulka 5.19: *Uživatelská subkritéria [vlastní]*

<b>Uživatelská kritéria</b>	<b>Váhy</b>	<b>Normalizované hodnoty vah</b>
Operační čas	9	0,09223
Learning curve	5,5	0,04987
Eliminace třesu	5,5	0,05602
Hmatová zpětná vazba	5,7	0,05875
Ergonomie	8,7	0,08915
Zobrazení 2D/3D	5,3	0,05397





Jednotlivá subkritéria byla pro potřebu vstupní tabulky hodnot, normalizované kritériální matice a vážené kritériální matice převedena na číselné hodnoty 1 - 18 v přesném pořadí dle tab. 5.17, 5.18, 5.19. Na základě klinických, nákladových a uživatelských hodnot v tab. 5.20, 5.21, 5.22 byla sestavena vstupní tabulka hodnot. Bodové hodnoty byly přiřazovány dle nejlepší hodnoty subkritéria (100 b.) a na základě poměru ostatních hodnot pro dané subkritérium byly dopočítány body pro zbylé intervence. Pokud nebylo možné subkritérium vyjádřit číselnou hodnotou, byly použity znaky + (plus), - (minus) a x (neprovádí se). Pro příklad, pokud jde metodou eliminovat třes, byl přiřazen znak +, naopak pokud ne bylo přiřazeno -.

Tabulka 5.20: *Klinická kritéria [vlastní]*

Klinická kritéria	Hodnoty	OPEN	LAPARO	ROBOT
Krevní ztráty	ml	650	250	120
Transfuze	%	20	8	3,5
Katetrizace	dny	9	7	4
Konverze operace	%	0	6	0,3
Infekce v ráně	%	4,8	1,1	0,6
Hluboká žilní trombóza	%	1,4	0,8	0,6
Poranění rekta	%	10	6	1
Návrat potence do 12 měsíců	%	39	39	24
Návrat inkontinence do 12 měsíců	%	51	44	38

Tabulka 5.21: *Nákladová kritéria [vlastní]*

Nákladová kritéria	Hodnoty	OPEN	LAPARO	ROBOT
Pořizovací náklady	Kč	0	3 - 6 mil.	50 - 60 mil.
Pozáruční servis	Kč	-	+	+
BTK	Kč	-	+	+



Tabulka 5.22: *Uživatelská kritéria [vlastní]*

Uživatelská kritéria	Hodnoty	OPEN	LAPARO	ROBOT
Operační čas	min	182	200	164
Learning curve	min	x	-	+
Eliminace třesu	%	-	+	+
Hmatová zpětná vazba	%	+	x	x
Ergonomie	%	-	+	+
Zobrazení 2D/3D	%	3D	2D	3D

Normalizovaná kritériální matice byla spočítána dle vzorce v kap. 3.3.2. Finální výpočet multikritériální analýzy u jednotlivých operačních přístupů radikální prostatektomie metodou váženého součtu vycházel z postupu uvedeného v kap. 3.3.2. V následujících tab. 5.23, 5.24, 5.25, 5.26 na straně 78 a 79 je zobrazena jak vstupní tabulka hodnot a normalizovaná kritériální matice, tak výsledná vážená kritériální matice.

### Hodnocení modelu

Multikritériální model je nejvšestrannějším přístupem pro modelování dat. Velkou výhodou je zpracování jak klinických a nákladových, tak uživatelských i technických dat. Nevýhodou je naopak jejich nutnost pro správné zpracování modelu a dobrá orientace v dané problematice.

Tabulka 5.23: *Vstupní tabulka hodnot [vlastní]*

Subkritéria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
OPEN	18,5	17,5	17,5	100	12,5	43	10	61,5	74,5	100	100	100	90	60	30	100	40	70
LAPARO	48	44	44	50	55	75	17	61,5	86	50	50	50	82	30	70	10	70	40
ROBOT	100	100	100	80	100	100	100	100	100	10	10	10	100	100	100	10	100	100
Minimum	18,5	17,5	17,5	50	12,5	43	10	61,5	74,5	10	10	10	82	30	30	10	40	40
Maximum	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabulka 5.24: *Normalizovaná kriteriální matice [vlastní]*

Subkritéria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
OPEN	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0,44	0,43	0	1	0	0,5
LAPARO	0,36	0,32	0,32	0	0,49	0,56	0,08	0	0,45	0,44	0,44	0,44	0	0	0,57	0	0,5	0
ROBOT	1	1	1	0,6	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1



Tabulka 5.25: *Vážená kriteriální matice 1/1 [vlastní]*

Subkritería	1	2	3	4	5	6	7	8	9
OPEN	0	0	0	0,057	0	0	0	0	0
LAPARO	0,019	0,014	0,012	0	0,036	0,023	0,005	0	0,03
ROBOT	0,052	0,042	0,037	0,034	0,075	0,041	0,07	0,059	0,067

Tabulka 5.26: *Vážená kriteriální matice 1/2 [vlastní]*

Subkritería	10	11	12	13	14	15	16	17	18
OPEN	0,026	0,035	0,039	0,041	0,021	0	0,059	0	0,027
LAPARO	0,012	0,02	0,018	0	0	0,032	0	0,045	0
ROBOT	0	0	0	0,092	0,050	0,056	0	0,089	0,054

Tabulka 5.27: *Výsledná kriteriální matice [vlastní]*

Intervence	Výsledek	Pořadí
Otevřená laparoskopie	0,305	2.
Laparoskopická prostatektomie	0,26	3.
Robotická prostatektomie	0,819	1.





## 6 Diskuze

Modelování při nákupu zdravotnické techniky může být velmi užitečným pomocníkem především ve fázi vlastního rozhodování nákupu ve zdravotnickém zařízení [19, 70]. Při tomto rozhodování o pořízení zdravotnické techniky je největší prostor pro metody, které mohou objektivně pomoci ke správnému výběru [71]. Zdravotnická zařízení nemají zavedené metody rozhodování, pomocí kterých by bylo možné se vyhnout nákupům neefektivní zdravotnické techniky a plýtvání finančních zdrojů ze strany veřejného zdravotního pojištění [21]. Pomocí metod modelování můžeme částečně zamezit rozhodování o nákupu pouze na základě vlastních zkušeností lékařů a vnést do rozhodovacího procesu více objektivitu. Přestože jsou možnosti modelování ve zdravotnictví velmi rozsáhlé, není zatím možné jejich plné využití z důvodu nedostatečných a validních dat. Na poli zdravotnického sektoru v České republice není prováděno zdaleka tolik statistických studií, jako je tomu v zahraničí. I přes skutečnost, že spolupráce se zdravotnickými zařízeními přinesla dostupnost nákladových dat, nebylo prakticky možné získat ostatní aktuální klinická a uživatelská data.

Na základě tohoto omezení byly výpočty jednotlivých modelů výrazně ovlivněny a metody byly demonstrovány na modelových příkladech. Pro vstupní nastavení modelu pro rozhodnutí o nákupu zdravotnické techniky zde byla použita reálná data ze dvou zdravotnických zařízení (nemocnic), ze kterých byly určeny specifické náklady pro zvolené intervence. Můžeme konstatovat, že výpočet nákladů na intervence byl poměrně komplikovaný z důvodu daného rozptylu vstupních dat. Výpočet pak vykazoval široké rozmezí výsledných nákladů viz. kap. 4.2. Ceny výkonů se běžně pohybovaly v rozdílných řádech až tisíců korun, pouze u roboticky asistované radikální prostatektomie byl výkon přibližně stejně nákladný z důvodu vykazování balíčkovou metodou. Za ideálních podmínek by měla být dostupná také reálná data klinická a uživatelská, v ideálním případě data přímo ze zdravotnických zařízení. Při modelování narážíme na problematiku nákupu zdravotnické techniky, při kterém nemocnice využívají pouze data nákladová. Je téměř nemožné, najít v reálném prostředí zdravotnické zařízení, které by se zabývalo sběrem dat v oblasti klinických komplikací a hodnocení zdravotnických technologií. Pokud by některé nemocnice takový krok realizovaly, mohla by být jejich získaná data využita pro potřeby prováděného modelování. Nicméně v takovém případě by data musela být expertně statisticky zpracována, aby mohla být jejich hodnota považována za relevantní.

Jak již bylo zmíněno, nejednotný rámec rozhodování o nákupu zdravotnické techniky napomáhá značné nepřehlednosti v této problematice. Není vhodné tvrdit, že zdravotnická zařízení mají neomezenou rozhodovací pravomoc, ve velké míře je však omezují dostupné finanční prostředky z veřejného zdravotnictví [21]. Můžeme ale tvrdit, že objektivní me-



tody hodnotící technické specifikace, uživatelskou přívětivost, klinický přínos pro pacienta a nákladovou efektivitu, by velmi zjednodušily a usměrnily nákupy.

V práci bylo v první řadě nahlíženo na proces nákupu zdravotnické techniky, jako na komplexní postup pořizování předmětu nákupu. Ve většině případů hovoříme o nákupu konkrétního lékařského přístroje, potřebného pro běžný chod zdravotnického zařízení. Tento postup je běžným rutinním procesem nákupu v rámci veřejných zakázek [9, 10]. Zdravotnické zařízení vesměs neřeší uživatelskou výhodnost či klinické přínosy. V podstatě není třeba tyto otázky řešit, z důvodu důležitosti především technických specifikací, které musí přístroj pro danou účinnost splňovat. V takovém případě můžeme modelovat nákladovou efektivitu daného přístroje a zvolit nejvýhodnější variantu. Z důvodu omezení dat na náklady, technické specifikace a cenu zde tedy není prostor pro využití dalšího modelování. Není nutné modelovat cenu a technické specifikace přístroje, u kterého jsou tyto parametry jasně dané a neměnné. Pro ukázkou metod modelování bylo zvoleno modelování vyhodnocení intervencí prováděných lékařskými přístroji. Důvodem je fakt, že zde lze využít modelovací techniky při zákroku v poměrně širokém rozsahu, a to především díky generovaným klinickým datům [42, 43].

Lékařské přístroje zajišťující nové moderní intervenční zákroky a metody řadíme především do nákladné zdravotnické techniky, kterou dodává malé procento dodavatelů. V takové situaci není možné porovnávat přístroj s jeho dostupnými alternativami na trhu, naopak je vhodné jej srovnat se stávajícími zákroky a zjistit, zda nová technologie přinese výhody. Tato problematika byla řešena v kap. 2.3. Pokud se zdravotnické zařízení rozhodne takovou techniku koupit, je vhodné zařadit do tohoto procesu metody modelování pro zpracování dostupných klinických, nákladových a uživatelských dat z jiných zdravotnických zařízení, která daný přístroj vlastní. Vzhledem k ceně těchto přístrojů spadá jejich nákup do procesu veřejných zakázek nadlimitního charakteru [10, 72]. V podmínkách veřejných zakázek byly analyzovány jisté systémové nedostatky, díky kterým se může stát proces nákupu zdoluhavý a neefektivní. Mezi problematice oblasti řadíme technické specifikace lékařské techniky, volbu hodnotících kritérií a cenu přístroje. Těchto systémových pochybení se dopouštějí sami zadavatelé veřejných zakázek, kterými jsou zdravotnická zařízení. Nejméně problematice se může již na první pohled zdát stanovení předpokládané ceny zakázky, která je mnohdy mnohanásobně vyšší než skutečná tržní cena zahrnující různé obchodní bonusy. Podíváme-li se na realizace nákupu zdravotnické techniky v soukromých zařízeních a státních zařízeních vidíme diametrální rozdíl výše jednotlivých cen. Příkladem může být nákup totožného EKG přístroje, jehož cena byla pro veřejnou zakázku vyčíslena na 2 mil. Kč a na nejmenovanou soukromou kardiologickou kliniku byl dodán za cenu 700 tis. Kč. Pro zefektivnění procesu zadávacího řízení tedy vede cesta pouze přes vytvoření národního portálu hodnocení nákupů zdravotnické techniky, vzdělávání zadavatelů, použití vhodných ekonomických a modelovacích nástrojů a



propracování systému kontroly nákupů. Vzhledem k vzestupu počtu nákladných přístrojů a technologií bude pomalu vytvářeno prostředí, které by mohlo poskytnout stimul, aby proces kontroly uspěl. K dalším možnostem, jak získat kontrolu nad nákupním procesem, byl v práci uveden vznik národních regionálních uskupení, vývoj analytického hodnotícího týmu nebo nastavení modelů upravujících potenciál rozhodování lékařů a cenové stropy [20, 73]. Při dosavadní nejednotnosti metodiky fungování nákupů ve zdravotnických zařízeních, má největší potenciál zřízení a vývoj analytického hodnotícího týmu na úrovni konkrétního zdravotnického zařízení. Analytický hodnotící tým by byl vhodný pro vytvoření systematické databáze v nemocnicích, výběru vhodné zdravotnické techniky a kontrole jednotlivých nákupů.

Pro výběr vhodné zdravotnické techniky byly v této práci zvoleny metody, které mohou celý proces hodnotit pomocí více kritérií [25]. Jako vhodná metoda hodnocení bylo zvoleno multikriteriální rozhodování. Multikriteriální rozhodování ukáže, která zdravotnická technika je na základě zvolených parametrů nejvhodnější pro zdravotnické zařízení. Nejčastěji používanou metodou multikriteriálního rozhodování byl v práci uveden analytický hierarchický proces, který je velmi rozsáhlou metodou, vhodnou při hodnocení větší sady variant [26, 27]. Pro zpracování a výpočet dostupných dat však byla zvolena metoda založená na jednoduchém principu výpočtu váženého součtu, tzv. metoda váženého součtu [56]. Tato metoda byla zařazena do modelů měřených hodnot, které určují jednu celkovou hodnotu pro každou alternativu. Nejčastěji byla modely multikriteriálního hodnocení počítána nákladová efektivita lékařských přístrojů, která byla zařazena do zdravotně ekonomického hodnocení a je vhodné ji v dalších krocích zpracovávat pomocí zdravotně-ekonomického modelování. Mezi základní nástroj zdravotně-ekonomického modelování bylo zařazeno analytické rozhodovací modelování, které je možné aplikovat do rozhodovacího procesu nákupu zdravotnické techniky. Do hodnocení zdravotnických technologií byly zahrnuty čtyři praktické modelovací přístupy. Pro potřeby práce byly vybrány dvě nejvhodnější metody, které jsou vhodné pro zpracování dostupných dat z kap. 2.13. Zbylé metody jsou vhodné především pro modelování epidemiologie onemocnění, screening onemocnění, nejistot dané intervence a infekční onemocnění. Podíváme-li se na využití rozhodovacích stromů a Markova modelu, jsou vhodné pro modelování dostupných dat.

Rozhodovací stromy jsou nejčastěji využívány při výpočtu nákladů a nákladové efektivity. Jejich funkcí je logicky rozdělit stavy a jim vyčíslené náklady pro danou intervenci. Toto jsou velmi užitečné funkce, ovšem na základě dostupných dat nebyla možná další simulace. Pro simulaci jsou potřebná pravděpodobnostní data. V práci sice byla pravděpodobnostní data uvedena u jednotlivých komplikací a stavů, i přesto však nebylo možné v programu TreeAge provést simulaci. Simulace může proběhnout pouze na základě určité odchylky proměnné, která je vypočtena pomocí statisticky zpracovaných dat. Získaná data nebyla pro simulaci vhodná, a tak byla zpracována data nákladová.





Nákladová data byla rozdělena dle pravděpodobnosti komplikací a byly vyčísleny konečné nákladové hodnoty intervencí pro stavy bez komplikací a komplikace.

Markovovy modely naopak umožňují zpracování dat klinických. Pomocí této metody a dostupných dat jsem se zaměřila především na výpočet kohortové analýzy v programu TreeAge a výpočet přínosu pro pacienta v programu MS Excel. Kohortová analýza byla užitečným nástrojem pro určení počtu pacientů v Markovových stavech během 1., 3., 6. a 12. měsíce po operaci. Na základě výsledného množství pacientů bylo možné přiřadit 1., 3., 6. a 12. měsíci po operaci získané hodnoty celkového přínosu, který byl přepočítán na jednotlivé měsíce. Výsledný přínos pro pacienta hodnotí výhodnost a efektivitu daných intervencí. Čím více se výsledná hodnota blíží celkovému počtu pacientů (bylo počítáno s 543 pacienty), tím vyšší poskytuje přínos pro pacienta z hlediska hodnocené intervence.

Pokud však budeme uvažovat pro zpracování také data technická a uživatelská, je nutné použít multikriteriální rozhodování. Komplexnost multikriteriálního rozhodování nám umožňuje výpočty všech druhů ze zadaných dat. Jako modelová metoda bylo zvoleno hodnocení vah odborníky a zpracování těchto dat metodou váženého součtu. I když je metoda váženého součtu považována za nejjednodušší nástroj multikriteriálního hodnocení, byla vybrána pro tento případ modelování. Rychlé pochopení této metody jí dává velké výhody. Pomocí metody váženého součtu byla zpracována jak data nákladová a klinická, tak data uživatelská. Přestože jsem na začátku této kapitoly mluvila o možnostech zpracování technických dat, nebyla technická data nakonec zařazena do modelů. Na základě modelování lékařského zákroku pomocí více chirurgických metod nebylo možné porovnávat různé varianty přístrojů se stejným klinickým použitím. Je nutné podotknout, že modelování technických dat pomocí multikriteriálního rozhodování je dnes v oblasti hodnocení zdravotnických technologií poměrně široce zavedeno [56]. Pomocí metod multikriteriálního modelování byly hodnoceny tři chirurgické intervence. Metoda váženého součtu umožňuje přímé porovnání intervencí pomocí jejich kritérií a subkritérií. Výsledkem multikriteriálního rozhodování byl výpočet nejlepší varianty na základě výsledné kritériální matice, která určuje pořadí jednotlivých intervencí.

Z výsledků vlastního zpracování modelů je patrné, že modelování je vhodné pro zpracování jak klinických, tak nákladových a uživatelských dat. Zde je však důležité zamyslet se nad výstupy jednotlivých modelů. Přestože je multikriteriální modelování hodnoceno jako nejvíce všestranný model a zpracovává všechny druhy dat, nenabízí nástroje kohortové analýzy, která je užitečná při modelování s daným počtem pacientů. Naopak Markovovy modely a rozhodovací stromy nedisponují tak rozsáhlými nástroji pro výpočet z větší sady kritérií a různorodých dat. Z výsledků tedy můžeme vyvodit závěr, že využití modelování je přínosnou metodou pro rozhodování o nákupu zdravotnické techniky. Při tomto nákupu je nutné zakládat svá rozhodnutí na objektivě, které je možné dosáhnout právě pomocí modelování. Pokud bychom porovnávali nákup přístroje do zdravotnického



zařízení pouze na základě pořizovací ceny, ztrácíme možnosti, na základě kterých by mohla být vybrána efektivnější zdravotnická technika přinášející přínos nejen v rámci úspor zdravotnického zařízení, ale také v oblasti přínosu pro pacienta. Ne vždy je nejlevnější zdravotnická technika nejlepší volbou. Techniky modelování přináší možnosti zavedení rozhodování s větší objektivitou a ne pouze na úsudku lékařů.

Limitace této práce a využití modelování odráží omezené možnosti získání potřebných dat pro správné nastavení vstupních hodnot modelů. I tak je však možné ukázat na dostupných datech základní možnosti metod modelování a zpracování dostupných dat. Zajímavým rozšířením těchto metod by bezpochyby byly další ukázky aplikace modelování na základě větší možnosti využití dalších dat, která zdravotnická zařízení nekompletují.



## 7 Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat možné využití modelování jak na straně klinických, tak na straně technických a nákladových dat v hodnocení zdravotnických technologií při nákupu zdravotnické techniky, které by rozšířilo proces rozhodování o metody založené na objektivním úsudku. Za tímto účelem byla vypracována analýza současného stavu procesu nákupu zdravotnické techniky ve zdravotnickém zařízení. Tato analýza potvrdila, že neexistuje jednotný model pro nákup přístrojů a proces nákupu má každé zařízení zavedený jinak. V zahraničních studiích se setkáváme se snahou o kontrolu nákupu zdravotnické techniky, v České republice však zatím není dostupný žádný registr, který by nákupy kontroloval. Ve zdravotnictví můžeme sledovat rostoucí trend zavádění hodnocení zdravotnických technologií. Tento proces je však využíván především v oblasti farmakoeconomiky a zdravotnická zařízení nemají žádnou povinnost provádět rozhodnutí o nákupu na základě určených kritérií. V dnešní době je hlavním kritériem pouze cena pořizovaného přístroje. Na základě analýzy současného stavu byly vytvořeny modely zahrnující využití klinických, nákladových a uživatelských dat. Z praktického hlediska se modely jeví jako vhodné nástroje pro podporu rozhodování o nákupu zdravotnického přístroje či nové technologie poskytující vyspělejší a málo invazivní intervence.

Práce je zaměřena na nejpoužívanější rozhodovací stromy, Markovovy modely a metody multikriteriálního rozhodování. Zároveň jsou tyto metody vhodné pro výpočet - nákladové efektivity, pro kterou však nebyla dostupná data vhodná pro zpracování v modelovacím programu TreeAge. Příklad využití metod modelování při rozhodování o nákupu zdravotnické techniky je ilustrován na jednotlivých modelech rozdělených dle možností zpracovaných dat, ve kterých jsou hodnoceny náklady, přínosy pro pacienta a výsledky multikriteriálního hodnocení. Pro výše uvedené modely bylo nutné získat reálná vstupní data, která by byla vhodná jako vstupní hodnoty jednotlivých modelů. Za tímto účelem byla sbírána vstupní data ze dvou zdravotnických zařízení a z odborných studií v oblasti urologie. Data byla následně rozdělena na nákladová, klinická a uživatelská. Ke zpracování dat byly použity jak analytické modelovací metody, tak multikriteriální modelování. Zatímco analytické modelovací techniky nabízely zpracování jen klinických dat v podobě přínosu pro pacienta a nákladů na danou intervenci, multikriteriálním rozhodováním byla zjištěna možnost zpracování všech dostupných dat a stanovení nejlepší varianty chirurgické intervence. Na základě tohoto výsledku můžeme říci, že využití modelování je vhodným nástrojem pro zpracování nám zadaných dat a počítá s dalšími důležitými kritérii než je pouze cena přístroje.

Můžeme však říci, že i přes snahu zapojení objektivních modelovacích metod do procesu rozhodování o nákupu zdravotnické techniky, bude vždy možnost zatížení subjektivitou hodnotitelů, kteří přiřazují váhy jednotlivým kritériím oproti metodám analytických



modelovacích technik, které uvažují data čistě klinická nebo nákladová. Naopak tyto techniky neposkytují možnost zpracování velkého množství různorodých dat a nedisponují možnostmi komplexního hodnocení.

Ačkoliv jsou snahy o prosazování objektivitu a zavedení hodnocení zdravotnických technologií do běžné praxe, nesetkávají se tyto počiny s podporou politicky zainteresovaných stran, které umožňují vstup takovýchto metod do legislativních postupů.

Problematika této diplomové práce je vhodným námětem pro další zpracování a využití v procesu rozhodování o nákupu zdravotnické techniky. Jistě by bylo velkým přínosem aplikovat tyto metody při konkrétních případech nákupů a hodnocení dalšího potenciálu využití. Cílem této práce není ukázat na to, která ze zvolených chirurgických intervencí je nejvýhodnější, ale demonstrovat využití metod modelování pro možnosti reálného uplatnění při procesu rozhodování o nákupu zdravotnické techniky. Můžeme tedy tvrdit, že veškeré cíle práce byly splněny.



## Seznam použité literatury

- [1] Nejvyšší kontrolní úřad. *Přístup NKÚ ke kontrole veřejných zakázek v oblasti programového financování*, [online]. 2013. [cit. 15. 3. 2016] Dostupné z: <[http://www.nku.cz/assets/konference-VZ2013/7\\_Hyzova\\_NKU.pdf](http://www.nku.cz/assets/konference-VZ2013/7_Hyzova_NKU.pdf)>
- [2] SYNEK M. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualizované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3494-1.
- [3] Business info. *Projekt 14: Protikorupční změny v zakázkách a nákupech zdravotnické techniky a léků (Strategie MK)*. Oficiální portál pro podnikání a export [online]. Praha: Business info, 2011, Dostupné z: <<http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/smk-protikorupcni-zmeny-zakazky-zdravot-7317.html>>
- [4] Zákon č. 268/2014 Sb. o zdravotnických prostředcích a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky* 2014. Dostupné z: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-268>>
- [5] SANTOS IC. GAZELLE GS. ROCHA LA. TAVARES JM. Medical device specificities: opportunities for a dedicated product development methodology *Expert Rev Med Devices* [online]. 2012. 9(3). 299-311. [cit. 15. 3. 2016]. Dostupné z doi: 10.1586/erd.12.3.
- [6] Světová zdravotnická organizace. *Life-cycle of medical equipment* [online]. 2013. Dostupné z: <<http://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/health-technologies/life-cycle-of-medical-equipment>>
- [7] Healthcare Resource Guide: Czech Republic [online]. *Companies export, Helping U.S.*. 2015. [cit. 15. 1. 2016]. Dostupné z: <[http://export.gov/industry/health/healthcareresourceguide/eg\\_main\\_092233.asp](http://export.gov/industry/health/healthcareresourceguide/eg_main_092233.asp)>
- [8] QUAYLE M. *Purchasing and supply chain management: strategies and realities*. London: IRM Press. 2006. ISBN 1-59140-901-2.
- [9] Zákon č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-137>>
- [10] WENDLER V. *Veřejné zakázky ve zdravotnictví – kdy a jak vypsát VŘ – pohled FN Plzeň*. Plzeň, 2014.
- [11] BOROVSÝ J. SMOLKOVÁ E. *Marketing ve zdravotnictví*. Praha: ČVUT. 2013. ISBN 978-80-01-05413-0.



- [12] HROBOŇ P. *Proces nákupu ve zdravotnickém zařízení* [online]. Institut pro veřejnou diskuzi. Praha: Advance Institute. 2012. [cit. 15. 10. 2015]. Dostupné z: <[http://www.ivd.cz/download/Pavel\\_Hrobon\\_.pdf](http://www.ivd.cz/download/Pavel_Hrobon_.pdf)>
- [13] TOMEK J. HOFMAN J. *Moderní řízení nákupu podniku*. Praha: Management Press. 1999. ISBN 80- 85943-73-5.
- [14] KNEPPO P. ROGALEWICZ V. IVLEV I. *Hodnocení zdravotnických přístrojů*. 2. upravené vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze. 2014. ISBN 978-80-01-05541-0
- [15] KRČ R. *Zákon o veřejných zakázkách s komentářem*. Praha: Linde Praha. 2013. ISBN 978-80-7201-888-8.
- [16] OCHRANA F. *Veřejné zakázky*. Praha: Ekopress. 2004. ISBN 8086119793.
- [17] Příkaz ministra č. 11/2011 protikorupční strategie pro přímo řízené organizace [online]. In: *Ministerstvo zdravotnictví České republiky*. 2011. [cit. 15. 2. 2016]. Dostupné z: <[http://www.mzcr.cz/dokumenty/porada-vedeni-mzd-prijala-dokument-zpresnujici-prikaz-ministra-c11/2011-protikorupcni-strategie-pro-primo-rizene-organizace\\_5303\\_8.html](http://www.mzcr.cz/dokumenty/porada-vedeni-mzd-prijala-dokument-zpresnujici-prikaz-ministra-c11/2011-protikorupcni-strategie-pro-primo-rizene-organizace_5303_8.html)>
- [18] Medical and Laboratory Devices [online]. CBI Market Intelligence. 2015. [cit. 15. 1. 2016]. Dostupné z: <<https://www.cbi.eu/sites/default/files/study/competition-europe-medical-laboratory-devices-2015.pdf>>
- [19] The Doctor Will See You Now: How Hospital Administrators Make Purchase Decisions [online]. 2013. [cit. 20. 11. 2015] dostupné z:<[https://think.storage.googleapis.com/docs/how-hospital-administrators-make-purchase-decisions\\_research-studies.pdf](https://think.storage.googleapis.com/docs/how-hospital-administrators-make-purchase-decisions_research-studies.pdf)>
- [20] VENTOLA L.C. Challenges in Evaluating and Standardizing Medical Devices in Health Care Facilities. *Pharmacy and Therapeutics* [online]. USA: MediMedia. 2008. [cit. 22. 11. 2015] dostupné z: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2683611/?report=reader>>
- [21] Study on Corruption in the Healthcare Sector [online]. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2013. [cit. 12. 1. 2016] ISBN 978-92-79-33864-9.
- [22] Světová zdravotnická organizace. *Health technology assessment of medical devices: WHO Medical device technical series* [online]. Switzerland: WHO Press. 2011.



- ISBN 978-92-4-150136-1 [cit. 5. 4. 2015]. Dostupné z: <<http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21560en/s21560en.pdf>>
- [23] BROŽOVÁ H. HOUŠKA M. ŠUBRT T. *Modely pro vícekriteriální rozhodování* Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, 2014. ISBN 978-80-213-1019-3.
- [24] DRUMMOND M. F. SCULPER M. J. TORRANCE G. W. et al. *Methods for the economic evaluation of health care programmes*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. ISBN 978-0-19-852945-3.
- [25] ROGALEWICZ V. JUŘIČKOVÁ I. *Multiple-criteria decision making: application to medical devices* [online]. International Work-Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering. Granada. 2014. 1359-1372. [cit. 5. 2. 2015]. Dostupné z: <[http://iwbbio.ugr.es/2014/papers/IWBBI0\\_2014\\_paper\\_144.pdf](http://iwbbio.ugr.es/2014/papers/IWBBI0_2014_paper_144.pdf)>
- [26] LIBERATORE M. J. NYDICK R. L. The analytic hierarchy process in medical and health care decision making: A literature review. *European Journal of Operational Research* [online]. 2008. 194–207. Dostupné z doi: 10.1016/j.ejor.2007.05.001. [cit. 23. 8. 2015]. Dostupné také z: <[https://www.researchgate.net/publication/222166420\\_The\\_analytic\\_hierarchy\\_process\\_in\\_medical\\_and\\_health\\_care\\_decision\\_making\\_A\\_literature\\_review](https://www.researchgate.net/publication/222166420_The_analytic_hierarchy_process_in_medical_and_health_care_decision_making_A_literature_review)>
- [27] DOLANE J. Medical Decision Making Using the Analytic Hierarchy Process: Choice of Initial Antimicrobial Therapy for Acute Pyelonephritis. *Medical Decision Making* [online]. 1989. 51-56. [cit. 23. 8. 2015]. Dostupné z doi: 10.1177/0272989X8900900109. Dostupné z: <[https://www.researchgate.net/publication/20513237\\_Medical\\_Decision\\_Making\\_Using\\_the\\_Analytic\\_Hierarchy\\_Process\\_Choice\\_of\\_Initial\\_Antimicrobial\\_Therapy\\_for\\_Acute\\_Pyelonephritis](https://www.researchgate.net/publication/20513237_Medical_Decision_Making_Using_the_Analytic_Hierarchy_Process_Choice_of_Initial_Antimicrobial_Therapy_for_Acute_Pyelonephritis)>
- [28] TASLICALI A. K. ERCAN A. S. The analytic hierarchy and the analytic network processes in multicriteria decision making: A comparative study. *Journal of aeronautics and space technologies* [online]. 2006. 4, 55-65. [cit. 15. 3. 2016]. Dostupné z: <[http://www.hho.edu.tr/HutenDergi/2006TEMMUZ/10\\_TASLICALI\\_ERCAN.pdf](http://www.hho.edu.tr/HutenDergi/2006TEMMUZ/10_TASLICALI_ERCAN.pdf)>
- [29] SAATY T. L. The analytic network process. *Scientific Journal* [online]. 2008. [cit. 15. 3. 2016]. Dostupné z: <[http://www.iors.ir/journal/browse.php?a\\_id=27&slc\\_lang=fa&sid=1&ftxt=1](http://www.iors.ir/journal/browse.php?a_id=27&slc_lang=fa&sid=1&ftxt=1)>
- [30] SLAVÍKOVÁ M. *Saatyho Analytický hierarchický proces*. Olomouc: UPOL 2010. Bakalářská práce. Fakulta přírodovědecká, Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky.
-





- [31] JONES J. HUNTER D. Consensus methods for medical and health services research. *British Medical Journal* [online]. 1995. 311, 376 - 380. [cit. 15. 3. 2016]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2550437/>
- [32] GORDON T. J. The Delphi Metod. *Futures research methodology* [online]. 1994. [cit. 15. 3. 2016]. Dostupné z: <http://fpf.ueh.edu.vn/imgnews/04-Delphi.pdf>
- [33] Světová zdravotnická organizace. *Economic Evaluations* [online]. Health Organization. 2000. [cit. 15. 11. 2015] dostupné z: <https://www.coursehero.com/file/12841937/ECONOMIC EVALUATIONS/>
- [34] KLIMEŠ J. *Zdravotní ekonomie a outcomes research jako součást procesu hodnocení zdravotních technologií v České republice*. Hradec Králové: UK 2014. Disertační práce. Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Katedra sociální a klinické farmacie.
- [35] Health Information of Quality Authority. *Guidelines for the budget impact analysis of health technologies in Ireland* [online]. Health Information and Quality Authority. 2010. [cit. 15. 11. 2015]. Dostupné z: <https://www.hiqa.ie/healthcare/health-technology-assessment/guidelines/budget-impact-analysis>
- [36] SULLIVAN S. D. et al. Budget Impact Analysis—Principles of Good Practice: Report of the ISPOR 2012 Budget Impact Analysis Good Practice II Task Force. *Value in Health* [online] 17, 5 -14. Ispor. 2014. [cit. 15. 11. 2015] Dostupné z doi: 10.1016/j.jval.2013.08.2291.
- [37] KŘIVÝ I. KINDLER E. *Simulace a modelování*. Ostrava: Ostravská univerzita. 2001.
- [38] DOLEŽAL T. PROKEŠ M. SECHSER T. TICHOPÁD A. *Základy farmakoekonomiky pro lékaře, lékárníky a další pracovníky ve zdravotnictví*. Praha: Česká farmakoekonomická společnost. ISBN 978-80-254-0837-7.
- [39] O'MAHONY J. F. ROSMALEN J. ZAUBER A. G. BALLEGOOIJEN M. Multicohort Models in Cost-Effectiveness Analysis: Why Aggregating Estimates over Multiple Cohorts Can Hide Useful Information. *Medical Decision Making*. 33/3. 407 - 414. 2013. Dostupné z doi: 10.1177/0272989X12453503
- [40] RACHAPPELE S. LEGOOD R. ALAVI Y. et al. The Cost–Utility of Telemedicine to Screen for Diabetic Retinopathy in India. *Ophthalmology* [online]. 120(3). 566-573. 2013. [cit. 6. 12. 2015] Dostupné z doi: 10.1016/j.ophtha.2012.09.002, Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0161642012008615>





- [41] BABIGUMIRA J. B. et al. Estimating the costs of induced abortion in Uganda: A model-based analysis. *BMC Public Health* [online]. 11. 2011. [cit. 6. 12. 2015]. Dostupné z doi: 10.1186/1471-2458-11-904, Dostupné také z: <[http://download.springer.com/static/pdf/283/art%253A10.1186%252F1471-2458-11-904.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Fbmcpublikealth.biomedcentral.com%2Farticle%2F10.1186%2F1471-2458-11-904&token2=exp=1459258722~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F283%2Fart%25253A10.1186%25252F1471-2458-11-904.pdf\\*~hmac=8da7e095f70564fb8eb47f693536fb3c739dfec4289d9e1825b13f0d47518bdc](http://download.springer.com/static/pdf/283/art%253A10.1186%252F1471-2458-11-904.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Fbmcpublikealth.biomedcentral.com%2Farticle%2F10.1186%2F1471-2458-11-904&token2=exp=1459258722~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F283%2Fart%25253A10.1186%25252F1471-2458-11-904.pdf*~hmac=8da7e095f70564fb8eb47f693536fb3c739dfec4289d9e1825b13f0d47518bdc)>
- [42] BRIGGS A. SCULPHER M. An Introduction to Markov Modelling for Economic Evaluation. *PharmacoEconomics* [online]. 13(4), 397-409. 1998. [cit. 14. 8. 2015]. Dostupné z doi: 10.2165/00019053-199813040-00003.
- [43] SUN X. Markov Modelling in Healthcare Economic Evaluations. *Evid-based Med* [online]. 10(7), 750-756. 2007. [cit. 14. 8. 2015]. Dostupné z: <<http://www.pppe.ufrgs.br/giacomo/arquivos/eco02072/xin-2007.pdf>>
- [44] SATO R. C. ZOUAIN M. D. Markov Models in health care, *Einstein*. 8(3), 376-379. 2010. [cit. 14. 8. 2015]. Dostupné z: <<http://www.scielo.br/pdf/eins/v8n3/1679-4508-eins-8-3-0376.pdf>>
- [45] SIGMUND E. *Health technology assessment handbook*. Denmark: National Board of Health. 2008. ISBN 978-877-6766-498.
- [46] SONNENBERG F.A. BECK J.R. Markov Models in Medical Decision Making: A Practical Guide. *Medical Decision Making* [online]. 13(4), 322-338. [cit. 14. 8. 2015]. Dostupné z doi: 10.1177/0272989X9301300409. Dostupné také z: <<http://mdm.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0272989X9301300409>>
- [47] TreePlan. *Introduction to decision trees* [online]. 2016. [cit. 14. 11. 2015]. Dostupné z: <<http://www.treeplan.com/chapters/introduction-to-decision-trees.pdf>>
- [48] HAY J.W. SMEEDING J. CARROLL N.V. et al. Good Research Practices for Measuring Drug Costs in Cost Effectiveness Analyses: Issues and Recommendations: The ISPOR Drug Cost Task Force Report-Part I. *Value Health* [online]. 2010. [cit. 14. 11. 2015] Dostupné z: <[https://www.ispor.org/workpaper/research\\_practices/Hay.pdf](https://www.ispor.org/workpaper/research_practices/Hay.pdf)>
- [49] TreeAge. *Healthcare analysis* [online]. TreeAge software. [cit. 20. 1. 2016]. Dostupné z: <<https://www.treeage.com/industries/healthcare-analysts/>>



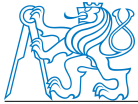
- [50] TreeAge. *TreeAge pro Healthcare* [online]. TreeAge software. [cit. 20. 1. 2016]. Dostupné z: <<https://www.treeage.com/shop/treeage-pro-healthcare/>>
- [51] VARJAN M. *Využití simulačního modelování v technologickém projektování* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně. 2012. [cit. 20. 1. 2016]. Dostupné z: <[http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory\\_soubory/technologicke\\_projektovani\\_vyuziti\\_simulacniho\\_modelovani\\_varjan.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/technologicke_projektovani_vyuziti_simulacniho_modelovani_varjan.pdf)>
- [52] WEINSTEIN M.C. O'BRIEN B. HORNBERGER J. et al. Principles of Good Practice for Decision Analytic Modeling in Health-Care Evaluation: Report of the ISPOR Task Force on Good Research Practices—Modeling Studies. *Value Health* [online]. 2003. [cit. 20. 11. 2016]. Dostupné z: <[http://heads.gr/downloads/18\\_20Decision20Analytic20Modeling-Modeling20Studies.pdf](http://heads.gr/downloads/18_20Decision20Analytic20Modeling-Modeling20Studies.pdf)>
- [53] FIALA P. *Základy kvantitativní ekonomie a ekonomické analýzy*. Praha: Oeconomica. 2006. ISBN 80-245-1087-1.
- [54] THOKAKA P. DEVLIN N. MARSH K. et al. Multiple Criteria Decision Analysis for Health Care Decision Making—An Introduction: Report 1 of the ISPOR MCDA Emerging Good Practices Task Force. *Value Health* [online]. 19, 1 - 13. 2016. [cit. 20. 11. 2016]. Dostupné z: <<https://www.ispor.org/Multi-Criteria-Decision-Analysis-guideline.pdf>>
- [55] VAKARAMOKO D. How to use multi-criteria decision analysis methods for reimbursement decision-making in healthcare: a step-by-step guide. *Expert Review of Pharmacoeconomics and Outcomes Research* [online]. 2014. [cit. 20. 11. 2016]. Dostupné z: <[https://www.researchgate.net/publication/259314450\\_How\\_to\\_use\\_multi-criteria\\_decision\\_analysis\\_methods\\_for\\_reimbursement\\_decision-making\\_in\\_healthcare\\_A\\_step-by-step\\_guide?enrichId=rgreq-40f5af9f-13ee-426f-a2b4-3d3a2ec51fde&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1OTMxNDQ1MDtBUzoyMzg5OTU0NzI1MDgyODhAMTQzMzk5MjM0Tkz0Q%3D%3D&el=1\\_x\\_2](https://www.researchgate.net/publication/259314450_How_to_use_multi-criteria_decision_analysis_methods_for_reimbursement_decision-making_in_healthcare_A_step-by-step_guide?enrichId=rgreq-40f5af9f-13ee-426f-a2b4-3d3a2ec51fde&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI1OTMxNDQ1MDtBUzoyMzg5OTU0NzI1MDgyODhAMTQzMzk5MjM0Tkz0Q%3D%3D&el=1_x_2)>
- [56] KUBÁTOVÁ I. *Využití hodnotového inženýrství a multikriteriálního rozhodování při hodnocení zdravotnické techniky*. Kladno: ČVUT. 2015. Disertační práce. Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra biomedicínské techniky.
- [57] HOLČÍK J. *Modelování biologických systémů: vybrané kapitoly* [online]. Brno, 2001. ISBN 80-214-2023-5 [cit. 16. 2. 2016]. Dostupné z: <[https://cw.fel.cvut.cz/wiki/\\_media/courses/a6m33mos/mod\\_a\\_sim\\_bio\\_syst\\_holcik.pdf](https://cw.fel.cvut.cz/wiki/_media/courses/a6m33mos/mod_a_sim_bio_syst_holcik.pdf)>



- [58] Statistics Canada. *Microsimulation* [online]. 2014. [cit. 16. 2. 2016]. Dostupné z: <<http://www.statcan.gc.ca/microsimulation/health-sante/health-sante-eng.htmtpHP>>
- [59] Procesní model: Konvence tvorby a správy [online]. Ostrava: Katedra informatiky. 2012. [cit. 6. 3. 2016]. Dostupné z: <[http://www.cs.vsb.cz/stolfa/vyuka/mbm/konvence\\_ukazka.pdf](http://www.cs.vsb.cz/stolfa/vyuka/mbm/konvence_ukazka.pdf)>
- [60] SANTOS I. *Product development methodologies: the case of medical devices* [online]. 2013. [cit. 6. 3. 2016]. Dostupné z: <[https://web.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/teses/PhD\\_Isa\\_CT\\_Santos.pdf](https://web.fe.up.pt/~tavares/downloads/publications/teses/PhD_Isa_CT_Santos.pdf)>
- [61] Decision model *Business Dictionary* [online]. Washington. [cit. 6. 3. 2016]. Dostupné z: <<http://www.businessdictionary.com/definition/decision-model.html>>
- [62] What is the Decision Model?. *IT Performance Improvement* [online]. 2011. [cit. 6. 3. 2016]. Dostupné z: <<http://www.ittoday.info/ITPerformanceImprovement/Articles/2011-03VonHalleGoldberg.html>>
- [63] FIALA P. JABLONSKÝ J. MAŇAS M. *Vícekritériální rozhodování*. Praha: Vysoká škola ekonomická. ISBN 9788070797488.
- [64] ŠUBRT T. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. 2011. ISBN 978-80-7380-345-2.
- [65] ŠTUDENT V. *Roboticky asistovaná radikální prostatektomie osobní zkušenosti robotického chirurga* [online prezentace]. Olomouc: Fakultní nemocnice Olomouc. [cit. 20. 3. 2016] dostupné z: <[www.psp.cz/sqw/text/orig2.sqw?idd=96285](http://www.psp.cz/sqw/text/orig2.sqw?idd=96285)>
- [66] Česká společnost robotické chirurgie. *Co by měl ambulantní urolog vědět o robotické chirurgii* [online]. Česká společnost robotické chirurgie ČLS JEP: HOSPIMED. 2009. [cit. 20. 3. 2016]. Dostupné z: <[http://www.hospimed.cz/wp-content/uploads/files/prostata\\_lekarska.pdf](http://www.hospimed.cz/wp-content/uploads/files/prostata_lekarska.pdf)>
- [67] RAMSAY C. PICKARD R. ROBERTSON C. et al. Systematic review and economic modelling of the relative clinical benefit and cost-effectiveness of laparoscopic surgery and robotic surgery for removal of the prostate in men with localised prostate cancer. *Health technology assesment* [online]. vol. 16. 2012. ISSN 1366-5278. [cit. 20. 3. 2016]. Dostupné z: <[http://www.journalslibrary.nihr.ac.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/64778/FullReport-hta16410.pdf](http://www.journalslibrary.nihr.ac.uk/__data/assets/pdf_file/0005/64778/FullReport-hta16410.pdf)>



- [68] FICARRA V. NOVARA G. ARTIBANI W. Retropubic, Laparoscopic, and Robot-Assisted Radical Prostatectomy: A Systematic Review and Cumulative Analysis of Comparative Studies. *European urology* [online]. 2009. [cit. 20. 3. 2016] Dostupné z doi: <10.1016/j.eururo.2009.01.036>.
- [69] CLOSE A. ROBERTSON C. et al. Comparative cost-effectiveness of robotic prostatectomy and laparoscopic prostatectomy as alternatives to open radical prostatectomy for the treatment of men with localized prostate cancer: A Health Technology Assessment from the Perspective of the United Kingdom National Health Service. *European Urology* [online], 64, 361-369. 2013. [cit. 20. 3. 2016]. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0302283813002236>>
- [70] GUO K. A Decision-Making Model for More Effective Decision Making by Health Care Managers. *The Health Care Manager* [online]. 27(2), 118- 127. 2008. [cit. 28. 4. 2016]. Dostupné z: <<http://www.nursingcenter.com/static?pageid=800371>>
- [71] OBREMSKEY W. DAIL T. JAHANGIR A. Value-based Purchasing of Medical Devices. *Clin Orthop Relat Res.* 470, 1054 - 1064. 2012. Dostupné z doi: <10.1007/s11999-011-2147-9>
- [72] Ústav pro ochranu hospodářské soutěže. *Zadávání veřejných zakázek a zakázané dohody dodavatelů* [online]. R.č. projektu: CZ. 1. 04/4. 1. 00/62. 00001. [cit. 25.4. 2015]. Dostupné z: <[file:///C:/Users/Ad%C3%A9la/Desktop/FINAL%20DIPLOMEN/Manual-\\_OTVEZ.pdf](file:///C:/Users/Ad%C3%A9la/Desktop/FINAL%20DIPLOMEN/Manual-_OTVEZ.pdf)>
- [73] WEINSTEIN L. The Role of Group Purchasing Organizations (GPOs) in the U.S. Medical Industry Supply Chain. *Studios de Economica Aplicada* [online]. 24(3), 789-802. 2006. [cit. 3. 5. 2016]. ISSN 1697-5731.



## Seznam obrázků

2.1	Analýza nákupu ve zdravotnickém zařízení [vlastní] . . . . .	16
2.2	Analytický síťový proces [29] . . . . .	27
2.3	Analytické rozhodovací modelování [vlastní] . . . . .	31
2.4	Přechody mezi stavy [vlastní] . . . . .	35
3.1	Rozhodovací strom - uzly [vlastní] . . . . .	40
3.2	Tranzitní matice . . . . .	41
4.1	Rozdělení robotických operací v roce 2012 [65] . . . . .	46
4.2	Incidence karcinomu prostaty od r. 2005 . . . . .	47
4.3	Náklady otevřené radikální prostatektomie [vlastní] . . . . .	53
4.4	Náklady otevřené radikální prostatektomie [vlastní] . . . . .	54
4.5	Náklady otevřené radikální prostatektomie [vlastní] . . . . .	54
5.1	Obecný model nákupu [vlastní] . . . . .	58
5.2	Rozhodovací strom operačního období [vlastní] . . . . .	62
5.3	Rozhodovací strom pooperačního období [vlastní] . . . . .	63
5.4	Rozhodovací strom pro vstup do Markovova modelu . . . . .	64
5.5	Markovův model . . . . .	66
5.6	Přechodové pravděpodobnosti roboticky asistované radikální prostatektomie	67
5.7	Přechodové pravděpodobnosti laparoskopické radikální prostatektomie . . .	67
5.8	Přechodové pravděpodobnosti otevřené radikální prostatektomie . . . . .	68



## Seznam tabulek

3.1	<i>Popis pravděpodobnostních přechodů tranzitní matice [vlastní]</i>	42
3.2	<i>Univerzální tabulka hodnot [14]</i>	44
4.1	<i>Srovnání robotické chirurgie [66]</i>	48
4.2	<i>Srovnání laparoskopické chirurgie [66]</i>	48
4.3	<i>Komplikace v operačním období [67, 68]</i>	49
4.4	<i>Komplikace v pooperačním období [67, 68]</i>	50
4.5	<i>Hodnoty sexuální dysfunkce [67, 68]</i>	50
4.6	<i>Hodnoty močové inkontinence [67, 68]</i>	50
4.7	<i>Hodnoty přínosu pro pacienta [69]</i>	51
4.8	<i>Celkové náklady na operace [vlastní]</i>	52
4.9	<i>Celkové náklady pooperačního období [vlastní]</i>	53
4.10	<i>Náklady pooperačního období u otevřené operace</i>	54
4.11	<i>Náklady pooperačního období u laparoskopické operace</i>	55
4.12	<i>Náklady pooperačního období u robotické operace</i>	55
4.13	<i>Náklady na komplikace během operace</i>	56
4.14	<i>Náklady na komplikace po operaci</i>	56
5.1	<i>Výsledky kohortové analýzy v 1. měsíci po operaci [vlastní]</i>	65
5.2	<i>Výsledky kohortové analýzy ve 12. měsíci po operaci [vlastní]</i>	65
5.3	<i>Hodnoty přínosu pro pacienta [69]</i>	68
5.4	<i>Tranzitní matice otevřené prostatektomie [vlastní]</i>	69
5.5	<i>Tranzitní matice laparoskopické prostatektomie [vlastní]</i>	69
5.6	<i>Tranzitní matice robotické prostatektomie [vlastní]</i>	70
5.7	<i>Výpočet počtu pacientů u otevřené prostatektomie [vlastní]</i>	70
5.8	<i>Výpočet počtu pacientů u laparoskopické prostatektomie [vlastní]</i>	70
5.9	<i>Výpočet počtu pacientů u robotické prostatektomie [vlastní]</i>	70
5.10	<i>Hodnoty přínosu pro pacienta v jednotlivých měsících [vlastní]</i>	70
5.11	<i>Výpočet přínosu pro pacienta v jednotlivých měsících</i>	71
5.12	<i>Výpočet celkového přínosu pro intervence</i>	71
5.13	<i>Hodnocení kritérií [vlastní]</i>	73
5.14	<i>Klinická kritéria [vlastní]</i>	73
5.15	<i>Nákladová kritéria [vlastní]</i>	74
5.16	<i>Uživatelská kritéria [vlastní]</i>	74
5.17	<i>Klinická subkritéria [vlastní]</i>	75
5.18	<i>Nákladová subkritéria [vlastní]</i>	75
5.19	<i>Uživatelská subkritéria [vlastní]</i>	75
5.20	<i>Klinická kritéria [vlastní]</i>	76



5.21	Nákladová kritéria [vlastní] . . . . .	76
5.22	Uživatelská kritéria [vlastní] . . . . .	77
5.23	Vstupní tabulka hodnot [vlastní] . . . . .	78
5.24	Normalizovaná kriteriální matice [vlastní] . . . . .	78
5.25	Vážená kriteriální matice 1/1 [vlastní] . . . . .	79
5.26	Vážená kriteriální matice 1/2 [vlastní] . . . . .	79
5.27	Výsledná kriteriální matice [vlastní] . . . . .	79