



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  

---

**FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**  
**Katedra biomedicínské techniky**

**Analýza nákladové efektivity  
telemonitoringu u pacientů se srdečním  
selháním**

**Cost-effectiveness Analysis of Telemonitoring  
in Patients with Heart Failure**

Diplomová práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika  
Studijní obor: Systémová integrace procesů ve zdravotnictví  
Vedoucí diplomové práce: Ing. Ondřej Gajdoš

**Bc. Zbyněk Karda**

---

**Kladno 2019/2020**



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Karda** Jméno: **Zbyněk** Osobní číslo: **419332**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra biomedicínské techniky**  
Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**  
Studijní obor: **Systémová integrace procesů ve zdravotnictví**

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Analýza nákladové efektivity telemonitoringu u pacientů se srdečním selháním**

Název diplomové práce anglicky:

**Cost-effectiveness Analysis of Telemonitoring in Patients with Heart Failure**

Pokyny pro vypracování:

Cílem diplomové práce je analýza nákladové efektivity telemonitoringu u pacientů se srdečním selháním. Provedte analýzu současného stavu problematiky týkající se telemedicíny u srdečního selhání v ČR a ve světě. Analyzujte možnosti hodnocení těchto systémů v rámci HTA. Ve vybraném zdravotnickém zařízení analyzujte náklady a klinicko-ekonomické výstupy u vybraného systému telemonitoringu. Aplikujte metody hodnotového inženýrství a multikriteriálního rozhodování pro zjištění váhy kritérií a požadovaného efektu. Na základě výpočtu nákladové analýzy porovnejte jednotlivé alternativy.

Seznam doporučené literatury:

- [1] GOODMAN, Clifford S., HTA 101: Introduction to the health technology assessment, Virginia USA, 2014
- [2] BRENT, Robert J., Applied Cost-benefit Analysis, ed. Second, Edward Elgar Publishing, 2007, ISBN 978-1847206237

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Ondřej Gajdoš**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **06.08.2020**

Platnost zadání diplomové práce: **20.09.2020**

**Peter Kneppo**

Digitální podpis Peter Kneppo  
Datum: 2020.08.06 15:11:23  
+0200

prof. Ing. Peter Kneppo, DrSc., dr.h.c.  
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Ivan Dylevsky, DrSc.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

9.3.2020

Datum převzetí zadání

Kačb

Podpis studenta(čky)

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Hodnocení zdravotnických technologií v oblasti telemedicíny“ vypracoval samostatně a použil k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k diplomové práci.

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

V Kladně 13. 8. 2020

.....

Bc. Zbyněk Karda

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Ondřeji Gajdošovi za odborné vedení, konzultace, připomínky a cenné rady, které mi poskytl během psaní této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat FN Olomouc za poskytnutí dat o pacientech, bez kterých by tato práce nemohla být realizována.

# **ABSTRAKT**

## **Analýza nákladové efektivity telemonitoringu u pacientů se srdečním selháním**

Srdeční selhání patří mezi onemocnění, které poskytuje většinou pacienty starší věku 65 let a tímto onemocněním v tomto a vyšším věku trpí více jak 12 % populace. Hlavním cílem diplomové práce je analýza nákladové efektivity u pacientů se srdečním selháním. V teoretické části práce je provedena analýza současného stavu v dané problematice, kde z většiny zařazených studií vychází, že telemedicína má lepší využití oproti standardní léčbě. Literární rešerše zpracovává 20 studií z nichž je 1 z českého prostředí a zbylých 19 ze zahraničí. Metody, které byly stanovené pro dosažení výsledků, jsou především analýza nákladové efektivity a analýzy nákladů a užitku. S analýzou nákladové efektivity souvisí multikriteriální rozhodování, kdy byla zvolena metoda AHP. Výsledky ukazují, že většího efektu dosáhla telemedicína, jejíž efekt je 0,30714, kdy standardní léčba má efekt pouze 0,05593. Pomocí Markovových modelů s využitím programu R byla zpracována analýza nákladů a užitku s 10letým horizontem a 5 % diskontní sazbou, z perspektivy plátce zdravotní pojišťovny. Zde byli pacienti rozděleni do tří skupin: NYHA II, NYHA III-IV a SMRT. Rozdíl v QALY mezi telemedicínou a standardní léčbou je 1,117. QALY vychází lépe pro telemedicínu. Standardní léčba vychází nákladově efektivnější o 71 338,36 Kč.

### **Klíčová slova**

Telemedicína, srdeční selhání, efektivita nákladů, domácí telemonitoring, telehealth a e-health.

# **ABSTRACT**

## **Cost-effectiveness Analysis of Telemonitoring in Patients with Heart Failure**

The heart failure is among the disease that mostly affect patients over the age of 65 and more than 12 % of the population suffers from the disease at this or older age. The main goal of the thesis is cost effectiveness analysis in patients with heart failure. In the theoretical part of the thesis an analysis is made of a current state of this issue with usages of all incorporated studies, on which is based the result that telemedicine has better usage then standard treatment. A literary recherche process 20 studies of which 1 is from czech background and 19 is from abroad. Methods that have been choosen to achieve results are primary cost effectiveness analysis (CEA) and cost utility analysis (CUA). Related to cost effectiveness analysis is multicriterial decision, where the AHP method was chosen. The results show that the telemedicine achieved a better effect, its efect is of 0.30714, when the standard treatments only reaches an effect of 0.05593. With the help of Markov models using the program R cost utility analysis was process with a 10 year horizon and 5 % discount rate, from the health insurance payer perspective. The patients were divided into three groups of: NYHA II, NYHA III-IV and DEATH. The difference in QALY between telemedicine and standard treatment is 1.117. QALY comes out better for telemedicine. Standard treatment is by CZK 71 338.36 more cost effective.

### **Keywords**

Telemedicine, heart failure, cost effectiveness, home telemonitoring, telehealth and e-health.

# Obsah

<b>Seznam symbolů a zkratk.....</b>	<b>9</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>11</b>
1.1 Srdeční selhání .....	12
1.2 Telemedicína .....	13
<b>2 Přehled současného stavu.....</b>	<b>15</b>
2.1 Současný stav problematiky v zahraničí .....	18
2.2 Současný stav problematiky v ČR .....	33
2.3 Shrnutí .....	42
<b>3 Cíle práce.....</b>	<b>43</b>
<b>4 Metody .....</b>	<b>44</b>
4.1 Metoda AHP .....	44
4.1.1 Postup výpočtu metody AHP .....	45
4.2 Analýza nákladů .....	47
4.2.1 Klasifikace nákladů .....	47
4.3 Nákladové analýzy .....	48
4.3.1 Perspektiva .....	49
4.3.2 Analýza nákladové efektivity .....	50
4.3.3 Analýza nákladů a užitku .....	52
4.4 Modelování.....	52
4.4.1 Markovovy modely .....	53
<b>5 Výsledky.....</b>	<b>55</b>
5.1 Telemedicína ve FN Olomouc .....	55
5.2 Analýza nákladové efektivity.....	56
5.2.1 Analýza nákladů .....	57
5.2.2 Analýza klinicko-ekonomických přínosů.....	61



5.2.3	Výsledky CEA.....	64
5.3	Analýza nákladů a užitku .....	64
5.3.1	Kvalita života.....	65
5.3.2	Analýza Markovova modelu .....	65
5.3.3	Výsledky CUA .....	68
5.4	Citlivostní analýza.....	69
<b>6</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>81</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>82</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>91</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>93</b>
	<b>Příloha I .....</b>	<b>94</b>

## Seznam symbolů a zkratk

AHP – Analytic hierarchy proces (Analytický hierarchický proces)

ATA – American Telemedicine Association (Asociace americké telemedicíny)

CEA – Cost-effectiveness analysis (analýza efektivity nákladů)

CUA – Cost-utility analysis (analýza nákladů a užiteků)

CT – Computer tomography (počítačová tomografie)

CVD – cardiovascular disease (kardiovaskulární onemocnění)

EKG – elektrokardiogram

EMS – Emergency Medical Services (Pohotovostní lékařská služba)

euroISDN – Europe integrated services digital network (digitální síť integrovaných služeb pro Evropu)

HBT – Home-based technology (Domácí technologie)

HM – Home Monitoring (Domácí monitoring)

HRQoL – Health-Related Quality of Life (Kvalita života související se zdravím)

HTA – Health Technology Assessment (hodnocení zdravotnických technologií)

HW – Hardware

CHOPN – chronická obstrukční plicní nemoc

CHPS – chronické plicní selhání

CHSS – chronické srdeční selhání

ICD – implantable-cardioverter defibrillator (implantabilní-kardiovertr defibrilátor)

ICER – Incremental cost-effectiveness ratio (Poměr inkrementálních nákladů a přínosů)

IKT – informační a komunikační technologie

Kč – Koruna česká

LTC – Long Term Health Condition (Dlouhodobý zdravotní stav)

LTE – Long Term Evolution (Dlouhodobý vývoj)

NHS – National health system (Národní zdravotní systém)

NTMC – Národní telemedicínské centrum

NYHA – New York Heart Association

PC – Productivity costs

QALY – Quality-adjusted life year (Rok života vztažený k jeho kvalitě)

RCT – randomizovaná kontrolní studie

SS – srdeční selhání

STS – strukturovaná telefonní podpora

SW – Software

TE – Tele education

TM – Telemonitoring

UC – Usual care (obvyklá péče)

USA – United States of America (Spojené Státy Americké)

USD – Americký dolar

VZP – Všeobecná zdravotní pojišťovna

WHO – World Health Organization (světová zdravotnická organizace)

€ – Euro

# 1 Úvod

Současná doba přináší neustále nové zdravotnické technologie a s tím spojené nové možnosti zdokonalení zdravotní péče ve všech zdravotnických oblastech. Výsledkem je nová a vyšší úroveň poskytované zdravotní péče, díky které se může poskytovat včasná a efektivní prevence, diagnostika a také terapie. Ovšem s vývojem nových technologií se také zvyšují náklady na zdravotní péči. Čím více je nových technologií, tím více je důležitá ekonomická analýza jednotlivých zdravotnických procesů. Ideální variantou by bylo zvolení si zdravotnických technologií s maximální ekonomickou a klinickou účinností. Zde představují důležitou součást studie provedené v rámci hodnocení zdravotnických technologií (HTA). V oblasti kardiologie tento trend platí o to více, jelikož se jedná o jednu z nejvíce zastoupenou lékařskou specializaci z hlediska počtu výkonů, kontrol či diagnostik a také vyšší vynaložených finančních prostředků zdravotními pojišťovny.

Oblast telemedicíny s nástupem internetu prošla ohromným vývojem. Kardiologická péče tento vývoj nevyjímá. Ihned od nástupu telemedicíny vznikaly po celém světě studie či projekty zaměřené na pacienty s kardiologickými problémy. Metody telemonitoringu se rozšiřují velmi pomalu, důvodem jsou vysoké náklady, časová a personální náročnost.

Cílem diplomové práce je analýza nákladové efektivity telemonitoringu u pacientů se srdečním selháním. Zpracování současného stavu zahrnuje analýzu situace nejen v českém zdravotnictví, ale především v zahraničí. Nezbytnou částí diplomové práce je důkladná literární rešerše odborných studií a vícekritériální hodnocení. Nákladová data byla poskytnuta od zdravotnického zařízení, ale muselo se přistoupit k modelování pomocí Markovova modelu, kde se bude modelovat v 10letém horizontu a porovnávat rozdíl v nákladech a QALY.

## 1.1 Srdeční selhání

Hlavním úkolem srdce je udržovat takový oběh krve, aby bylo zajištěno zásobování všech orgánů kyslíkem, ale i živinami. Pokud se objeví srdeční selhání, je tato hlavní a základní funkce narušena, protože nedostačující prokrvení se nejprve projevuje při zátěži. Máme dva druhy srdečního selhání, kdy první je akutní srdeční selhání, které vznikne náhle, a druhé je chronické srdeční selhání, jenž se rozvíjí pozvolna. Většinou přichází pacient k lékaři s potížemi, jako jsou únava, dušnost, otoky končetin a další [1].

Existuje mnoho příčin, které vedou k rozvoji srdečního selhání. Většinou je příčinou srdečního selhání poškození srdečního svalu, zmnožení vaziva v srdeční stěně, zde není možné kvůli ztvrdnutí plného roztažení srdce a tím nemůže srdce přečerpávat dostatečné množství krve a také srdeční arytmie, kde nefunguje správně plnění a vypuzování krve srdečním stahem [1,2].

Srdeční selhání lze rozdělit na akutní a chronické. Akutní srdeční selhání poukazuje na náhle vzniklou poruchu srdeční funkce. Srdce není schopno přečerpávat krev z žilního řečiště do plic nebo z plic do tepenného řečiště. Chronické srdeční selhání je většinou důsledkem prodělaných akutních stavů, které postupem času přecházejí právě do chronické selhání [2,3].

Další dělení srdečního selhání se odlišuje podle toho, jestli je jednostranné, pravostranné nebo oboustranné. Při jednostranném srdečním selhání se hromadí krev v plicích a neproniká do srdce. Pacienti pocítují dušnost nejprve při námaze a poté i v klidu a spánku. Příznaky pravostranného srdečního selhání jsou otoky dolních končetin. Dříve než otoky se objeví nárůst hmotnosti. Oboustranné srdeční selhání je kombinací jednostranného i pravostranného srdečního selhání [3].

Při objevení některých potíží z výše uvedených je neprodlená návštěva u lékaře. Lékař má mnoho možností, jak zjistit problém. Nejprve se provádí anamnéza, následuje fyzikální vyšetření, elektrokardiogram (EKG), rentgen srdce a plic a odběr krve. Velmi vhodná a doporučená metoda vyšetření je echokardiografie, která se provádí za pomoci ultrazvuku [1,3].

Srdečnímu selhání lze předejít, ale pouze za určitých okolností. V České republice se nejčastěji vyskytuje ateroskleróza věnčitých tepen. Ta se nejčastěji spojuje s obezitou, diabetem a poruchami metabolismu cholesterolu, zásadní význam v rozvoji aterosklerózy

má kouření. Velmi často jsou tyto faktory dědičné, ale dá se jim předcházet zdravým životním stylem [3].

Pacient po prodělaném srdečním selhání bude muset do konce života užívat léky, aby předcházel dalším problémům. Pokud nepomáhají léky, je nutné podstoupit operace (koronární by-pass, operace chlopní), nebo zavedením implantovaného kardiostimulátoru, či implantací kardioverter-defibrilátoru (ICD). U velmi pokročilých stádiích onemocnění dochází i k transplantaci srdce [3].

## 1.2 Telemedicína

Telemedicína zahrnuje různé aplikace přenosu dat a obrazu v medicíně, a mnoho nových léčebných postupů je spojeno právě s telemedicínou. Pacienti budou lépe sledováni, zdravotní péče bude přístupnější a pacienti budou více aktivní v diagnostickém a terapeutickém procesu. Na druhé straně, osobní údaje pacientů budou více dostupné, což by mělo vést k jejich následné ochraně [4].

Od počátku 40 let existují zkušenosti s využíváním telemedicíny u primární péče. Provádí se dálková komunikace, která usnadňuje spolupráci mezi primárními a specializovanými službami v oblasti telekomunikací s pacientem, informuje o diagnostice nemoci/léčby a poradenství v oblasti telemedicíny. Obzvláště Itálie představuje tradiční koncepci telemedicíny a řešení založená na videokonferencích a počítačových sítích [4].

V posledních letech se objevují nové telekomunikační systémy telemedicíny s názvy jako „mobilní telemedicína“, „všudypřítomná telemedicína“, „vlastní zdraví“. Tyto telekomunikační systémy jsou poháněny rostoucí dostupností širokopásmových mobilních komunikací (3G, 4G a LTE) a internetových nástrojů pro sociální komunikaci. Mezi praktické úspěchy patří pilotní projekty s řadou modelů řízení nemocí, řízení případů, vlastní správa pacientů, programy na podporu zdravých návyků a prostředí pro pomoc při samostatném bydlení v domácnosti. Mnoho z těchto úspěchů pochází z různých telekomunikačních systémů primární péče z ciziny. V této souvislosti je vhodné zvážit, jak využít potenciál této nové generace „osobních, mobilních a všudypřítomných“ systémů telemedicíny, aby bylo možné získat vhodnou podporu pro zvýšení primární péče [4].

Zavedení nových telemedicínských služeb v primární péči by mělo být považováno za jednu ze složek transformační strategie stávajícího modelu poskytování zdravotních služeb, zaměřených na akutní a specializovanou péči. Jak bylo uvedeno výše, příklady aplikací telemedicíny v primární péči se zaměřila na šetření vzdálenosti a časových bariér pomocí elektronických služeb se specializovanou péčí. Dnes se nová generace telemedicíny zaměřuje na péči o chronické starší pacienty v jejich domově [4].

Aplikací nové generace telemedicíny v primární péči bychom měli v budoucnu docílit posílení uživatelů (posílení postavení pacienta), zlepšení kvality zdravotní péče (vyhýbání se nežádoucím účinkům), změn návyků obyvatelstva (stravování, fyzické aktivity, kouření, alkohol), poklesu pracovních úrazů, zároveň s opatřeními zaměřenými na zlepšení udržitelnosti národního zdravotního systému [4].

Mezi problémy, které je třeba překonat, patří změna legislativy ve zdravotnických zákonech. Optimalizace zdravotních procesů je nutná s ohledem na stárnutí obyvatelstva. Očekává se, že tyto změny budou čelit odporu zúčastněných aktérů. Kromě toho je nezbytné obecně definovat a přijímat standardní protokoly a hledat vhodné struktury odměňování, způsobu plateb za služby a financování akcí spojených s telemedicínou [4].

## 2 Přehled současného stavu

Cílem současného stavu problematiky bylo rozebrat současný stav telemedicíny a také společné pomocné technologie, které usnadňují domácí péči. Současný stav je rozdělen v rámci České republiky a zahraničí.

Přehled současného stavu bude nevhodnější od úplných základů. Slovo telemedicína pochází z řečtiny a latiny. Předpona „tele“ pochází z Řecka a lze si ji vyložit výrazem jako na „dálku“, latinský výraz „medeor“ znamená „léčím“. Podobným způsobem je toto spojení slov přizpůsobené i ostatním jazykům v jiných zemích. Občas je slovo telemedicína nahrazeno termínem telehealth. Většinou je termín telehealth vykládán jako způsob integrace informačních a komunikačních technologií do ochrany a podpory zdraví pacientů, zatímco telemedicína je chápána jako praktické zapojení těchto systémů do následující praktické péče [4].

Termín telemedicína se ve veřejném mínění ustálil díky WHO. Velmi často používaným synonymem je distanční medicína. Definice telemedicíny je nejednotná a každá instituce má vlastní různý pohled na vymezení definice. Obecnou charakteristiku základních cílů telemedicíny lze charakterizovat takto: zlepšit a zrychlit komunikaci mezi lékaři a pacienty a také mezi samotnými lékaři navzájem, větší používání moderních informačních a komunikačních technologií, zkvalitnit celkovou zdravotní péči o pacienta a v neposlední řadě zlepšit diagnostické a terapeutické procesy [4].

Světová zdravotnická organizace definuje telemedicínu následujícím způsobem: *„Souhrnné označení pro zdravotnické aktivity, služby a systémy, provozované na dálku cestou informačních a komunikačních technologií za účelem podpory globálního zdraví, prevence a zdravotní péče, stejně jako vzdělávání, řízení zdravotnictví a zdravotnického výzkumu.“* [5].

Evropská komise definuje telemedicínu takto: *„Rychlý přístup ke sdíleným a vzdáleným lékařským odborným posudkům prostřednictvím telekomunikačních a informačních technologií bez ohledu na to, kde se pacient nebo příslušná informace nachází.“* [5].

Americká telemedicínská asociace (American Telemedicine Association – ATA) definuje telemedicínu takto: *„Telemedicína je použití zdravotnických informací*



*vyměněných z jednoho místa na druhé prostřednictvím elektronických komunikací pro zdravotnictví a vzdělávání pacientů nebo poskytovatele zdravotní péče a pro účely zlepšení péče o pacienty.*“ [6].

Telemedicína existuje déle než si většina lidí uvědomuje, ale v mnoha ohledech je to nová klinická modalita. První použití testů komunikačních technologií aplikovaných na medicínu je téměř stejně staré jako vynález telefonu. Ve velmi krátkém čase byl telefon využíván jako zásadní prvek pro dotazování nebo výměnu informací o lékařském obsahu mezi zdravotníky. Velkolepý vývoj vysílání v první čtvrtině 20. století přinesl zájem o využití radiokomunikací v medicíně. Rozvoj telemedicíny na světové úrovni nebyl jednotný, s různým zavedením a prováděním v závislosti na různých zdravotnických službách. Klinikou specialitou, kterou nejvíce využívá společnost Telemedicine, je radiologie, následovaná kardiologií, dermatologií, psychiatrií, pozorností domovního prostředí, patologií a onkologií. V současnosti dochází k velkému nárůstu komunikačních systémů pro domácí pozornost, zejména v péči o starší a chronické pacienty [7].

Existuje mnoho lékařských oborů, kde telemedicína nachází své využití. Začínalo se radiodiagnostikou, dále se telemedicína rozšiřovala přes dermatologii či patologii, až po telechirurgii. Telemedicína se především využívá v kardiologii, radiologii, psychiatrii, a nová oblast je veterinární telemedicína. Velmi důležitým faktorem pro rozvoj telemedicíny se stávají organizace zdravotnických systémů, a jejich způsob financování. Ovšem je pravděpodobné, že nesporné výhody telemedicíny si dříve či později vynutí změnu zdravotnických systémů [8].

V dnešní době existuje relativně velké kvantum nevýhod telemedicíny. Jejím dalším vývojem je možné tyto nevýhody zredukovat či úplně odstranit. Ovšem je jasné, že tyto nevýhody se neodstraní ihned, ale bude potřeba další vývoj telemedicínských postupů, prohlubování znalostí o daném problému a také bude potřeba provádět mnoho dalších studií na telemedicínu s jinými zdravotnickými komplikacemi. Tabulka 2.1 shrnuje výhody a nevýhody telemedicíny [8, 9].

**Tabulka 2.1:** Výhody a nevýhody telemedicíny

<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
kratší hospitalizace	menší důvěra pacientů
snížení nákladů	neosobní technologie
zlepšení komunikace mezi pacienty a lékařem	nutné další vzdělání k obsluze telemedicíny
kratší čekací doba	sporná kvalita zdravotnických informací
přístup ke kvalitnější péči	nebezpečí krádeže lékařských dat
efektivnější práce zdravotníků	organizační problémy
lepší využití zdrojů	
častější kontakt s pacienty	
lehčí přístup k informacím	
přístup odborných lékařů na větší vzdálenost	

Zdravotnické služby po celém světě zkoumají nové způsoby podpory lidí s dlouhodobým zdravotním postižením a následným zájmem o využívání telehealth: technologie, jako je internet, telefon a domácí vlastní monitorování. Telemonitoring umožňuje lékařům každodenně monitorovat fyziologické proměnné měřené pacienty doma. To poskytuje prostředky na udržení pacientů se srdečním selháním pod pečlivým dohledem, což by mohlo snížit míru hospitalizace a urychlit propouštění. Telemonitoring využívá komunikační technologie pro vzdálenou kontrolu zdravotního stavu, je vhodnou strategií pro zlepšení správy nemocí.

Daná problematika je velmi důležitá, protože může usnadnit mnoho práce ve zdravotnictví. Studie byly vyhledávány v multioborových bibliografických databázích jako jsou Web of Science, Science Direct, PubMed, Springer Link a Wiley Online Library. Klíčová slova byla zadávána v anglickém jazyce, jelikož v českém znění se tato

slova vyskytují minimálně. Použitá klíčová slova jsou Telemedicine, heart failure, cost effectiveness, home telemonitoring, telehealth a e-health. Celkem ve všech databázích bylo nalezeno přes 2000 studií, z toho musela být téměř většina vyřazena, kvůli špatnému zaměření studie, kdy například byla studie zaměřena na CEA, ale u obezity či CHOPN, nebo bylo provedeno telemedicínské sledování na diabetes mellitus. Po tomto vyřazení všech studií, jenž obsahovaly nevhodná data, zůstalo 20 studií, které byly využity pro literární rešerši. Zahraničních studií bylo použito 19, ale česká studie je pouze 1.

## **2.1 Současný stav problematiky v zahraničí**

Téměř polovina světové populace žije ve venkovských a odlehlých oblastech a velké množství těchto lidí zůstává ochuzeno o nezákladnější možnosti, jako je zdravotní péče a vzdělávání. Říká se, že vláda s omezenými zdroji v rozvojových zemích je neschopná otevřít a provozovat zdravotní zařízení ve všech vzdálených komunitách pomocí konvenčních prostředků. Jeden stále populárnější nekonvenční prostředek je využívání stávajících technologií ke zlepšení výměny lékařských informací za účelem zlepšení zdraví znevýhodněných komunit. Telemedicína znamená využití informačních a komunikačních technologií pro poskytování zdravotní péče na dálku. Po zavedení telemedicíny mohou mít pacienti, kteří žijí ve venkovských a odlehlých oblastech lepší přístup k lékařským službám. V mnoha rozvojových zemích je však využívání telemedicíny omezeno především na telekonference [10].

Většina studií, které jsou zmíněny v této práci, ukazují, že tato nová inovativní metoda léčby se vyplatí. Najde se ovšem pár studií, které ukazují, že v jejich podmínkách je telemedicína ztrátová a nevyplatí se provozovat. Také se velmi často stává, že pacienti odmítnou svoji spolupráci na této studii a tím pádem je menší vzorek pacientů a je těžší dojít k plnohodnotným datům. Velmi častým pozitivním úkazem je ovšem snížení počtu hospitalizovaných a z toho vyplývající mortality. Tudiž je vidět, že telemedicína má velké předpoklady do budoucna [11,12].

Objevují se studie, které naznačují, že k výsledkům se nedá dojít, protože chybí kompletní nákladová data o léčbě pacientů pomocí telemedicíny a tím pádem zůstávají i neznámé výsledky analýz nákladové efektivity. Telemedicína u srdečního selhání představuje velmi kvalitní metodu léčby a pozorování v medicíně do budoucna. Poslední

dobou, především v USA začínají monitorace symptomů pomocí telefonu. Vzhledem k novým technologiím je také potřebné školení sester v nemocnici. Lépe používanou metodou konzultace je videokonzultace, u které je i oční kontakt s pacientem. Ku prospěchu a zjednodušení práce pro záchrannou službu vznikají studie na přednemocniční třídění za pomoci telemedicíny, kde by posádka měla vědět už za jízdy k pacientovi, jaké potíže ho přesně limitují a s čím se léčí. Pacient musí být v programu na telemedicínu a veškeré problémy se ihned zobrazí dispečinku záchranné služby [13,14,15,16].

V roce 2011 existovalo přes 450 telemedicínských programů po celém světě a z toho bylo více než 360 v USA. V dnešní době existují telemedicínské projekty téměř v každém lékařském oboru. Nejvíce žádaná k používání a poskytování léčby v oblasti telemedicíny je léčba obezity a srdečního selhání. Především se jedná o studie, které se zabývají využitím telemedicínské technologie v odlehlých venkovských oblastech, odkud nemají lidé možnost neustálé a rychlé dostupné zdravotní péče. Nárůst vysokorychlostních telekomunikačních sítí po celém světě a jejich možnost rychle a kvalitně přenášet obrazovou, zvukovou a datovou stopu značně napomáhá rozvoji telemedicíny. Za pomoci neustálého a rychlého vývoje informačních technologií lze předpokládat růst telemedicíny [17,18].

### **Prehospital Telemedicine Electrocardiogram Triage for a Regional Public Emergency Medical Service: Is It Worth It? A Preliminary Cost Analysis**

Bylo provedeno ekonomické hodnocení (nákladová analýza) z pohledu regionálního systému zdravotní péče. Pacienti, kteří byli zařazeni do studie a zvažování pro analýzu nákladů, byli ti, jenž v roce 2012 volali místní lékařskou službu EMS (Emergency Medical Services), a v případě podezření na akutní kardiální onemocnění podstoupili přednemocniční třídění s telemedicínským elektrokardiogramem (akutní koronární syndrom, arytmie). Přednemocniční EKG byly přečteny vzdáleným kardiologem, který je k dispozici 24 hodin denně. Úspory nákladů spojené s touto metodou byly počítány odečtením nákladů na přednemocniční triage s podporou telemedicíny z nákladů na konvenční třídění pohotovostního oddělení (EKG a konzultace kardiologem).

V roce 2012 provedla regionální EMS 750 EKG s pomocí telemedicíny. Související celkové náklady na regionální systém zdravotní péče činily 1 833 333 EUR

(€), přičemž náklady na jedno EKG / konzultace byly 16,70 EUR. Vzhledem k nákladům na podobně levnou pohotovostní službu z regionálního sazebníku, kde se ceny pohybovaly v rozmezí od 24,80 € do 55,20 €, byly úspory 8,10 € až 38,40 € za EKG / konzultaci (celkové úspory činily 891 759,50 až 4 219 379,50 €). Náklady na vyloučení akutní srdeční choroby byly 25,30 EUR, pro přednemocniční diagnostiku kardiovaskulárních onemocnění činily náklady 49,20 €. Při 629 přednemocničních diagnózách infarktu myokardu se zvýšenou hladinou ST a hlášeném snížení úmrtnosti díky přednemocniční diagnóze, která byla vyvozena z předchozích studií, bylo pravděpodobně ušetřeno 69 životů ročně, přičemž náklady na životní cyklus při použití telemedicíny, upravené o kvalitu života byly započteny ve výši 1927 EUR, 990 EUR po opravě potenciálních úspor.

Prehospital EMS triage s telemedicínským EKG u pacientů s podezřením na akutní srdeční onemocnění může snížit náklady na zdravotní péči až o 5 milionů EUR ročně. V této studii se ukázaly potenciální přínosy z hlediska úspor nákladů dosažitelných při implementaci podpory telemedicíny ve velké regionální veřejné službě EMS [13].

### **First outline and baseline data of a randomized, controlled multicenter trial to evaluate the health economic impact of home telemonitoring in chronic heart failure – CardioBBEAT**

V období od ledna 2010 do června 2013 byli pacienti s potvrzenou diagnózou CHSS zařazeni do studie a náhodně rozřazeni do dvou studijních skupin zahrnujících obvyklou péči s interaktivním obousměrným vzdáleným monitorovacím systémem Motiva® (pacienti si měří každý den své vitální znaky jako krevní tlak, srdeční frekvence a váhu) a bez něj. Primárním koncovým ukazatelem v CardioBBEAT je poměr přírůstkové efektivity nákladů stanovený rozdílem skupin v celkových nákladech a v kombinovaném klinickém koncovém bodu „dny v životě a nikoliv v nemocnici ani péče v nemocnicích v potenciálních dnech ve studii“ až 12 měsíců.

Do studie bylo zařazeno celkem 621 převážně mužských pacientů, z nichž bylo 302 pacientů přiděleno do intervenční skupiny a 319 do kontrolní skupiny. Pacienti byli přijati na deset studijních míst s různým ekonomickým postavením z pěti oblastí v Německu: Berlíně, Braniborsku, Bavorsku, Hamburku a Severním Porýní-Vestfálsku. Tato rozmanitost umožňuje zkoumat dopad regionálních rozdílů v lékařské péči, přičemž

základní lékařská péče převažuje ve venkovských oblastech ve srovnání s převážně specializovanou péčí v městských oblastech. Ischemická kardiomyopatie byla hlavní příčinou srdečního selhání. Navzdory randomizaci byli subjekty kontrolní skupiny častěji ve funkční třídě III-IV NYHA (New York Heart Association, classification of heart failure) a častěji vykazovaly periferní edém a renální dysfunkci. Dále se kontrolní a intervenční skupiny lišily u poruch srdečního rytmu. Nebyly zjištěny žádné rozdíly v profilu rizikových faktorů, komorbiditách, echokardiografických parametrech, zejména v průměru a ejekční frakci levé komory a diastoly, stejně jako výsledky funkčních testů, léků a kvality života. Zatímco pozorované základní rozdíly mohou být náhodou, mají klinický význam. Plán statistické analýzy byl proto rozšířen tak, aby zahrnoval upravené analýzy s ohledem na výchozí nerovnováhu.

CardioBEAT poskytuje perspektivní výsledky týkající se jak klinického, tak zdravotního ekonomického dopadu domácího telemonitoringu v CHSS. Studie se liší použitím vysoce randomizované kontrolované studie (RCT) na vysoké úrovni důkazů spolu se skutečnými údaji o nákladech získaných od zdravotních pojišťoven. Jeho výsledky přispívají k informovanému politickému a ekonomickému rozhodování v oblasti domácího telemonitoringu jako možnosti pro zdravotní péči. Celkově přispívá k rozvoji pokročilých nástrojů ekonomického hodnocení zdraví, které mají být nasazeny v rámci specifického kontextu německého systému zdravotní péče [19].

### **Assessment of a primary care-based telemonitoring intervention for home care patients with heart failure and chronic lung disease. The TELBIL study**

Randomizovaná kontrolovaná studie založená na primární péči byla provedena za účelem posouzení dopadu telemonitoringové intervence zaměřené na pacienty v domácím prostředí, kteří onemocněli srdečním selháním (SS) nebo chronickým plicním onemocněním (CHPS). Výsledky byly porovnány s výsledky získanými standardní praxí v oblasti zdravotní péče. Doba trvání studie byla jeden rok. Pro studii bylo přijato šedesát pacientů. Pacienti doma s diagnózou SS nebo CHPS ve věku 14 let nebo starší a s dvěma nebo více hospitalizacemi v předchozím roce budou způsobilí.

Pro intervenční skupinu se bude telemonitoring sestávat z denních měření pacienta na respirační frekvenci, srdeční frekvenci, krevní tlak, nasycení kyslíkem, hmotnost a tělesnou teplotu. Dále pacienti denně vyplní dotazník kvalitativních

symptomů pomocí telemonitoringu. Kontrolní skupina obdrží obvyklou péči. Primárním výsledným ukazatelem je počet hospitalizací z důvodu jakékoli příčiny, která nastala v období 12 měsíců po randomizaci. Druhotné výsledky jsou: délka hospitalizačního pobytu, hospitalizace v důsledku SS nebo CHPS, míra úmrtnosti, využití zdrojů zdravotní péče, kvalita života, efektivita nákladů, dodržování požadavků a spokojenost pacienta a zdravotnického personálu s novou technologií.

Výsledky této studie vysvětlují účinky telemonitoringu na následné sledování a léčbu chronických pacientů z primární péče. Současné šetření poskytne údaje o klinické účinnosti, kvalitě života pacienta a nákladech na zdravotní péči. Bude rovněž prozkoumána míra přijetí, překážky a usnadňující faktory pro využívání nové telemonitorní technologie. Zlepšení zdravotní péče poskytované starším chronickým pacientům a jejich rodinám nebo pečovatelům může snížit využití zdravotních služeb a zvýšit jejich kvalitu života díky lepší identifikaci příznaků a lepší kontinuitě péče. Studie by mohla poskytnout důkazy pro určení proveditelnosti používání aplikací IKT (informační a komunikační technologie) staršími pacienty s omezenou počítačovou gramotností [20].

### **A remote monitoring and telephone nurse coaching intervention to reduce readmissions among patients with heart failure: study protocol for the Better Effectiveness After Transition - Heart Failure (BEAT-HF) randomized controlled trial**

V šesti akademických zdravotnických systémech v Kalifornii probíhá multicentrická randomizovaná kontrolovaná studie. V průběhu hospitalizace bude při léčbě srdečního selhání zařazeno celkem 1 500 pacientů ve věku 50 let a starších. Pacienti v intervenční skupině se proškolí v intenzivní výchově určené pro pacienta metodou "teach-back" a obdrží instrukce při používání telemonitoringu. Po absolvování intenzivní výchovy obdrží po dobu 6 měsíců sérii devíti pravidelných telefonických hovorů o zdravotním koučinku od zdravotních sester umístěných v centralizovaném call centru. Sestry budou také volat pacienty a lékaře pacientů v reakci na výstrahy generované telemonitoringovým systémem na základě předem stanovených parametrů. Primárním výsledkem je zpětné převzetí pro jakoukoli příčinu během 180 dnů. Sekundární výsledky

zahrnují 30denní přijetí, úmrtnost, nemocniční dny, návštěvy tísňových služeb, náklady na nemocnici a kvalitu života související se zdravím.

Analytickým přístupem budou využívat multivariační regresní analýzu pro srovnání studijních výsledků mezi intervenčními a obvyklými skupinami péče, přizpůsobením charakteristik pacientů, které mohou ovlivnit užívání zdrojů a úmrtnost.

BEAT-HF je jednou z největších randomizovaných kontrolovaných studií telemonitoringu u pacientů se srdečním selháním a jako první jednoznačně přizpůsobuje přístup přechodu mezi péčí a kombinuje ho s dálkovým telemonitoringem. Soubor studie zahrnuje také pacienty s širokým spektrem demografických a socioekonomických charakteristik. Po dokončení bude studie bohatým zdrojem informací o tom, jak nejlépe využít vzdálené technologie v péči o pacienty s chronickým srdečním selháním [21].

### **Economic Modeling of Heart Failure Telehealth Programs: When Do They Become Cost Saving?**

Markovovy modely jsou modely přechodných stavů, které se běžně používají k odhadu efektivity nákladů nové léčby. Nejčastěji se používají v literatuře ekonomie zdravotnictví k modelování zdlouhavých a opakujících se situací, jako je progresse chronických onemocnění. Dříve byly použity k vyšetřování různých intervencí SS, jako jsou screening, léčiva, přístroje a programy pro léčbu nemoci. Studie realizuje Markovův model s využitím rehospitalizace jako indikátoru progresse onemocnění. Rizika úmrtnosti a hospitalizace pro pacienty v telehealth skupině jsou ovlivněny efektivitou tohoto programu. Tato rizika jsou odhadnuta v dříve publikované metaanalýze provedené na 33 randomizovaných kontrolních studiích (RCT) v letech 2001 až 2012 z více než 9 zemí s více jak 7530 pacienty. Následné sledování jednotlivých studií se měnilo s mediánem trvání 12 měsíců.

Tento model s použitím nákladů na životnost řídicího ramene, tj. obvyklé náklady na péči o srdeční selhání. Dunlay a kol. odhadli, že celková životnost po diagnóze srdečního selhání byla 109 541 USD (95 % interval spolehlivosti, 100 335 až 118 946 USD) na osobu v roce 2008. Byla simulována kohorta nově diagnostikované populace SS (tj. kohorta 1, ve které nebyli žádní pacienti předem přijati) a vyšetřeny náklady na životnost s použitím časového horizontu 20 let (zemřelo více než 95 % všech pacientů). Celková předpokládaná cena z tohoto modelu je 114 939 USD na jednoho



pacienta. Dále byla odhadnuta současná ekonomická zátěž SS ve Spojených státech tím, že byla sestavena kohorta, v níž byly váhy příznávacího stavu odvozeny z reálné statistiky americké populace pacientů. U 5 milionů případů postižených SS vykazují roční hlášené přímé náklady SS ve státech 33,7 miliardy USD a 39,3 miliardy USD. Model odhadovaných ročních přímých nákladů amerického SS činí 36,2 miliardy USD [22].

### **Clinical Outcome and Cost-Effectiveness of a Synchronous Telehealth Service for Seniors and Nonseniors with Cardiovascular Diseases: Quasi-Experimental Study**

V období od listopadu 2009 do dubna 2010 byli přijati pacienti s kardiovaskulárním onemocněním, kterým byla umožněna zdravotní péče v Národní tkáňové nemocnici v Tchaj-wanu. Byly shromážděny údaje o návštěvách nemocnic a výdajích na zdravotní péči za období šesti měsíců před zahájením a šesti měsíců po otevření Telehealth centra s cílem posoudit klinický dopad a efektivitu nákladů na služby telehealth u kardiovaskulárních pacientů.

Bylo přijato celkem 141 pacientů s kardiovaskulárními chorobami ve dvou skupinách. První byla skupina seniorů (65 – 93), druhá skupina bez seniorů (48 – 65). Telehealthová intervence významně snížila míru přijatelnosti všech příčin za měsíc na osobu ve skupině bez seniorů a trvání se zvýšenou ambulantní návštěvou za měsíc na osobu. V seniorské skupině intervence telehealth také výrazně snížila míru přijatelnosti všech příčin za měsíc na osobu a trvání všech hospitalizačních pobytů se zvýšenou ambulantní návštěvou za měsíc na osobu. Navíc intervence telehealth snížila náklady na hospitalizaci u skupiny bez seniorů z 814,93 USD na 217,39 USD a celkových nákladů za měsíc z 954,78 USD na 485,06 USD. Ve skupině seniorů byla měsíční cena za lůžko snížena z ceny 768,27 USD na 301,14 USD a celkové náklady za měsíc z 928,20 USD na 494,87 USD.

Synchronní intervence v oblasti telehealth může snížit náklady, snížit míru přijímání všech příčin a snížit dobu hospitalizace u pacientů s kardiovaskulárními chorobami bez ohledu na věk [23].

## **Effectiveness of telemedicine and distance learning applications for patients with chronic heart failure. A protocol for prospective parallel group non-randomised open label study**

Prospektivní paralelní non-randomizovaná otevřená studie u pacientů s chronickým srdečním selháním z New York Heart Association (NYHA) II-III se uskuteční v šesti zemích v oblasti Baltského moře. Studie je organizována do dvou období sledování po 6 měsících. První šestiměsíční období je založeno na aktivní realizaci tele-vzdělávání a telemedicíny pro pacienty ve dvou skupinách (aktivní období trvání, pasivní doba trvání) a v jedné standardní pečovatelské skupině. Druhé šestiměsíční období pozorování bude vycházet ze standardního modelu péče (pasivní období trvání) ve všech třech skupinách. Navržená změna praxe je založena na translačním výzkumu s empiricky podporovanými intervencemi, které se přenesou do praxe, a snaží se nalézt model domácí péče, který je nejúčinnější pro potřeby pacienta.

V současné době je většina systémů zdravotní péče orientována na nové metody, aby se zlepšila efektivita systémů. eHealth, TM (telemedicine) a TE (tele-education) mají potenciál být integrováni do standardů domácí péče se zlepšením efektivity a efektivity péče. Intervence TM a TE však musí být kriticky zkoumány pomocí přísné metodiky.

Tato studie se zabývá důležitými mezerami ve znalostech pomocí metodiky kvanti-experimentální klinické studie, která určuje účinek intervencí typu TM a TE na zdravotní výsledky po propuštění pacienta do domácí péče z nemocnice. Silné stránky tohoto studijního protokolu zahrnují skutečnost, že je snaha o nalezení lepšího modelu domácí péče v péči o pacienty s SS. Současná úroveň péče je spojena s vysokou rehospitalizací a úmrtností. Touto studií se očekává vyhodnocení proveditelnosti aplikací TM a distančního učení pro pacienty se SS po propuštění nemocnice. Cílem této studie je zhodnotit účinnost aplikací TM a distančního učení s cílem zlepšit vzorce onemocnění a kvalitu života ve srovnání se současnou úrovní péče [24].

## **Effectiveness and cost-effectiveness of a telehealth intervention to support the management of long-term conditions: study protocol for two linked randomized controlled trials**

Cílem této studie je zhodnotit efektivitu nákladů teleskopické intervence poskytované NHS Direct na podporu pacientů s LTC. Dvě randomizované kontrolované studie se budou provádět paralelně a budou se rekrutovat pacienti s dvěma příklady LTC: deprese nebo zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění (CVD). Celkem 1 200 pacientů bude přijato z přibližně 42 obecných praxí poblíž Bristolu, Sheffieldu a Southamptonu, ve Velké Británii. Účastníci budou náhodně přiděleni buď na běžnou péči (kontrolní skupinu) nebo na obvyklou péči plus službu NHS Direct Healthlines Service (intervenční skupina). Účastníkům z intervenční skupiny bude poskytnuta pomoc na míru, která kombinuje telefonní poradenství od poradců v oblasti zdravotních informací s podporou používání různých zdrojů online. Účastníci budou mít přístup k službě po dobu 12 měsíců. Výsledky budou shromážděny ve výchozím stavu po dobu čtyř, osmi a dvanácti měsíců u výchozího stavu, šest a dvanáct měsíců u klinického hodnocení rizikového pokusu. Studie posoudí, zda je intervence nákladově efektivní z pohledu NHS a osobních sociálních služeb. Vestavěná kvalitativní rozhovorová studie posoudí názory odborníků a pacientů na intervenci.

Tato studie hodnotí komplexní zdravotní intervenci, která hodnotí medicínu založenou na důkazech a je poskytována zavedenou zdravotnickou organizací. Studie také analyzuje zdravotní ekonomické informace. Tímto způsobem studie řeší některá omezení předchozího výzkumu tím, že prokáže efektivitu a nákladovou efektivitu skutečného zásahu telehealth.

Tato rozsáhlá, multicentrická pragmatická studie s multimetodovým designem by mohla pozitivně přispívat k důkazové bázi pro intervence v oblasti telemedicíny [25].

## **Home Telehealth Uptake and Continued Use Among Heart Failure and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: a Systematic Review**

Domácí zdravotní péče má potenciál ve prospěch pacientů se srdečním selháním (SS) a pacientů s chronickou obstrukční plicní chorobou (CHOPN), ačkoli dosud nebylo dosaženo rozsáhlého nasazení.

Tento výzkum provádí narativní syntézu výsledků ze zahrnutých studií.

Třicet sedm studií splnilo kritéria pro zařazení. Studie uvádějící míru odmítnutí nebo stažení zjistila, že téměř třetina pacientů, kterým byl nabídnut telehealth, odmítli a jedna pětina účastníků, kteří přijali, později opustili telehealth. Bylo identifikováno sedm bariér a devět facilitátorů domácího telehealthu.

Výzkumné zprávy musí poskytnout další podrobnosti týkající se odmítnutí a opuštění telehealth, aby byly pochopeny důvody, proč se pacienti rozhodnou telehealth nepoužívat [11].

### **A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure**

Vyhledávání literatury bylo provedeno na studiích zahrnujících telemonitoring a srdeční selhání v letech 1966 až 2002 za použití Medline, Embase, Cochrane Library a Journal of Telemedicine a Telecare.

Bylo zjištěno osmnáct pozorovacích studií a šest randomizovaných kontrolovaných studií zahrnujících telemonitoring a srdeční selhání. Pozorovací studie naznačují, že telemonitoring; užívaný buď samostatně, nebo jako součást multidisciplinárního programu péče, sníží počet hospitalizovaných lůžkových dnů. Dvě randomizované kontrolované studie naznačují, že telemonitorování vitálních znaků a symptomů usnadňuje včasné zjištění zhoršení stavu a snížení schématu zpětného přebírání a délky hospitalizace u pacientů se srdečním selháním. Jedna studie rovněž ukázala snížení poplatků za zpětné převzetí. Jedna významná randomizovaná kontrolovaná studie prokázala významné snížení úmrtnosti po 6 měsících monitorováním hmotnosti a symptomů u pacientů se srdečním selháním; nebyl však zaznamenán žádný rozdíl v mírách zpětného převzetí. Další randomizovaná studie porovnávající video-konzultaci provedenou jako součást programu domácí zdravotní péče pro pacienty s různými diagnózami naznačila snížení nákladů na nemocniční péči, což kompenzovalo náklady na video-konzultaci. Jedna randomizovaná studie nezaznamenala žádný rozdíl ve výsledcích mezi telemonitoring skupinou a standardní pečovatelskou skupinou [26].

## **Effect of a home monitoring system on hospitalization and resource use for patients with heart failure**

Bylo přihlášeno 68 pacientů se srdečním selháním (průměrný věk 73 +/- 13 let, 53 % mužů) sledovaných 31 lékaři v multidisciplinárním programu vzdělávání pacientů, denním samočinným sledováním a hlášením lékaře o abnormálním přírůstku hmotnosti, vitálních známkách a příznacích. Lékaři provedli srovnání lékařských intervencí mezi pacienty, kteří podstoupili zákrok, a kontrolní skupinou 86 pacientů, kteří se v průběhu předchozího roku spojili s intervenční skupinou pro zdravotní zákrok.

Ve srovnání s předchozím rokem klesly v intervenční skupině ročně zdravotní nároky (\$ 8500 +/- \$ 13000 až \$ 7400 +/- \$ 11,400), zatímco v kontrolní skupině se zvýšily (\$ 9200 +/- \$ 15,000 na \$ 18,800 +/- \$ 34,000). Podobné rozdíly byly pozorovány u hospitalizací a celkových nemocničních dnů. Účinnost programu neměla vztah k věku, pohlaví nebo typu dysfunkce levé komory.

Tato zjištění naznačují, že multidisciplinární program vzdělávání pacientů, monitorování a oznamování lékařů může snížit užívání zdrojů u pacientů se srdečním selháním [27].

## **Reducing the cost of frequent hospital admissions for congestive heart failure: a randomized trial of a home telecare intervention**

Porovnat účinnost tří modelů péče o propouštění nemocnic za účelem snížení poplatků za zpětné převzetí ze strany SS: 1) domácí telekardie doručená prostřednictvím dvoucestného videokonferenčního zařízení s integrovaným elektronickým stetoskopem; 2) telefonické hovory zdravotní sestry; a 3) obvyklá ambulantní péče. Studie se účastnily anglicky mluvící pacienti z Kalifornie ve věku 40 let a starší s primární diagnózou SS, délka sledování byla 1 rok.

Primárním výsledkem byly poplatky za zpětné převzetí spojené se SS během 6měsíčního období po randomizaci. Sekundární výsledky zahrnovaly veškeré zpětné převzetí, návštěvy tísňových služeb a související poplatky.

Třicet sedm pacientů bylo randomizováno: 13 do domácí péče telecare, 12 do péče o telefon a 12 na běžnou péči. Průměrné poplatky za zpětné převzetí spojené s SS byly o 86 % nižší ve skupině telecare (5850 dolarů, 21 094 dolarů) a o 84 % nižší v telefonní

skupině (7320 dolarů, 24 440 dolarů) než v obvyklé skupině péče (44 479 dolarů, 121 214 dolarů). Rozdíl mezi skupinami však nebyl statisticky významný. Obě intervenční skupiny měly významně méně návštěv týkajících se tísňových služeb v souvislosti se SS a nákladů než skupina s obvyklou péčí. Trendy podporující obě intervence byly zaznamenány u všech ostatních výsledků využití.

Podstatné snížení počtu hospitalizací, nouzových návštěv a nákladů na péči o pacienty se SS by mohlo být dosaženo rozsáhlým zaváděním vzdálených technologií, které by umožnily sledování posthospitalizace. Home telecare nemusí nabízet přírůstkový přínos nad rámec telefonického sledování a je dražší [12].

### **Telemonitoring for Patients With Chronic Heart Failure: A Systematic Review**

Tato studie prohledala databáze Medline, bibliografie a výzkumníci kontrolovali s odborníky, aby přezkoumali důkazy o telemonitoringu u pacientů se srdečním selháním. Intervence zahrnovaly monitorování symptomů po telefonu, automatizované sledování příznaků a symptomů a automatizované fyziologické monitorování. Dvě studie přímo porovnávaly účinnost dvou nebo více forem telemonitoringu. Kvalita studie a typ intervence se značně lišily. Šest studií naznačovalo snížení počtu hospitalizací u všech příčin a srdečních selhání (14 % až 55 % a 29 % až 43 %) nebo mortality (40 % až 56 %) s telemonitoringem. Studie srovnávající formy telemonitoringu prokázaly podobnou účinnost. Intervenční náklady však byly vyšší u složitějších programů (8383 USD na pacienta za rok) oproti méně složitým programům (1695 USD na pacienta za rok).

Důkazní báze pro telemonitoring při srdečním selhání je v současné době poměrně omezená. Na základě dostupných údajů může být telemonitoring účinnou strategií pro léčbu nemocí u pacientů s vysokým rizikem srdečního selhání [28].

### **Which components of heart failure programmes are effective? A systematic review and meta-analysis of the outcomes of structured telephone support or telemonitoring as the primary component of chronic heart failure management in 8323 patients: Abridged Cochrane Review**

Prohledány byly všechny relevantní elektronické databáze a vyhledávače, ručně hledané bibliografie příslušných studií, systematické recenze a shromáždění abstraktů.

Dva recenzenti nezávisle výtěžili všechna data. Byly zahrnuty randomizované kontrolované studie porovnávající TM nebo STS s obvyklou péčí u pacientů se SS. Byly vyloučeny studie, které zahrnovaly zesílené řízení s dalšími návštěvami domů nebo klinik. Byly analyzovány primární výsledky (úmrtnost a hospitalizace) a byly uvedeny sekundární výstupy (náklady, délka pobytu a kvalita života).

Bylo identifikováno třicet RCT, STS a TM (25 recenzovaných publikací a 5 abstraktů). Z 25 studií peer-reviewed bylo provedeno hodnocení 11 TM (2710 účastníků), 16 hodnocených STS (5613 účastníků) se dvěma testy jak STS, tak TM v oddělených intervenčních zónách oproti obvyklé péči. Telemonitoring snížil mortalitu všech příčin a STS vykazoval podobný, ale nevýznamný trend. TM a STS snížily hospitalizaci související s SS. Obě intervence zlepšily kvalitu života, snížily náklady a byly přijatelné pro pacienty. Bylo pozorováno zlepšení v předepisování léčiv, poznání pacienta a péče o sebe a funkční třídu.

Telemonitoring a STS se projevují jako účinné intervence pro zlepšení výsledků u pacientů se SS [15].

### **Cost-effectiveness of telehealth interventions for chronic heart failure patients: a literature review**

Na základě literárního hledání "srdečního selhání" v kombinaci s "náklady" a "telehealth" se zobrazilo 301 titulů a abstraktů. Tituly a abstrakty byly testovány na soubor kritérií zahrnutých: telehealth intervence, srdeční selhání jako hlavní onemocnění, ekonomická analýza přítomná a primární studie provedena. Nakonec bylo zahrnuto celkem třicet dvou studií pro úplné čtení, extrakci dat a kritické zhodnocení ekonomického hodnocení.

Většina studií nepředložila komplexní ekonomické hodnocení, které se skládalo ze srovnání nákladů a účinků mezi intervencí telehealth a komparátorem. Údaje o investičních nákladech telehealth chyběly v mnoha studiích. Několik studií, které vyhodnotily náklady a důsledky komplexně, ukázaly, že intervence v oblasti telehealth jsou úsporné, s mírným zlepšením účinnosti nebo srovnatelně efektivní s podobnými náklady na běžnou péči. Metodická kvalita studií byla obecně považována za nízkou.

Nákladová efektivita telehealth při chronickém srdečním selhání se v odborné literatuře sotva zjistí, kvalita důkazů je špatná a bylo obtížné zachytit všechny důsledky

intervence telehealth. Podle dosažených výsledků vyplývá, že bez úplných ekonomických analýz zůstává neznámá nákladová efektivita telehealth intervencí při chronickém srdečním selhání [16].

### **Mobile Technologies for Managing Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis**

Pro studie zveřejněné v letech 1966 až květen 2017 bylo vyhledáváno v MEDLINE, Cochrane, CINAHL a EMBASE. Byly zahrnuty studie, které srovnávaly použití m-Zdraví u pacientů se SS s obvyklou péčí. M-Zdraví je definováno jako použití mobilních výpočetních a komunikačních technologií pro záznam a přenos dat. Výsledek byl souvislý se SS a všemi příčinami hospitalizačních dnů, nákladů, příjmů a úmrtnosti.

Strategie vyhledávání vyústila v 1 494 článků. Zahrnovalo 10 RCT a 1 kvazi-experimentální studii, která představovala 3 109 pacientů v Severní Americe a Evropě. Průměrná věková hranice pacienta byla 53-80 let, třída III New York Heart Associate (NYHA) a frakce levé komorové ejekce <50 %. Pacienti byli většinou sledováni denně a to v průběhu 6 měsíců. Snížení bylo zaznamenáno v nemocničních dnech souvisejících se SS. Nevýznamné snížení bylo pozorováno u nákladů souvisejících se SS, přijetí, úmrtnosti a celkové úmrtnosti. Nebyly nalezeny žádné významné rozdíly mezi všemi nemocničními dny a příjmy a nárůstem celkových nákladů.

M-Zdraví snížilo nemocniční dny související se SS, ukázalo snížení trendů celkové mortality a vstupů souvisejících se SS, úmrtnosti a nákladů a zvýšené celkové náklady související s více návštěvami klinik a zaváděním nových technologií. Další studie uvádějící konzistentní výsledky v oblasti kvality jsou oprávněny poskytnout přesvědčivé informace o efektivitě a nákladové efektivitě intervencí m-Zdraví pro SS [29].

### **Multicenter randomised trial on home-based telemanagement to prevent hospital readmission of patients with chronic heart failure**

Cílem studie bylo zjistit, zda program domácího telemanagementu (HBT) u pacientů s CHSS snížil v porovnání s obvyklým programem sledování péče (UC), v horizontu jednoho roku, četnost a náklady na pacienta.



460 pacientů s CHSS ve věku  $57 \pm 10$  let bylo randomizováno na dvě skupiny: 230 pacientů programu HBT a 230 pacientů programu UC. Pacienti zařazení do HBT obdrželi přenosné zařízení, které přes datové spojení přenášelo zdravotnické informace na přijímací stanici, kde byla k dispozici sestra pro interaktivní telekonzultace. Pacienti v UC byli odkázáni na své praktické lékaře a kardiology. Primárním cílem studie byla jednoletá hospitalizační readmise z kardiovaskulárních důvodů. Během jednoletého sledování mělo 55 pacientů (24 %) ve skupině HBT a 83 pacientů (36 %) ve skupině UC alespoň jednu readmisi. Po úpravě klinických a demografických charakteristik měla skupina HBT ve srovnání se skupinou UC výrazně nižší riziko readmise. Zásah byl spojen s 36 % poklesem celkového počtu nemocničních návštěv (skupina HBT: 91 návštěv; skupina UC: 142 návštěv) a 31 % pokles celkového počtu epizod hemodynamické nestability (101 ve skupině HBT vs. 147 ve skupině UC) [48].

### **Cost-Effectiveness Analysis in Telehealth: A Comparison between Home Telemonitoring, Nurse Telephone Support, and Usual Care in Chronic Heart Failure Management**

Tato studie posuzovala nákladovou efektivitu domácího telemonitoringu (HTM) a ošetrovatelské telefonické podpory (NTS) ve srovnání s obvyklou péčí (UC) při vedení pacientů s chronickým srdečním selháním, z pohledu plátce třetí strany. Z této studie byly využity data pro HTM a UC.

Byl vyvinut Markovův model s dvacetiletým časovým horizontem pro analýzu efektivity nákladů s využitím původní studie (transevropská síť – Home Care Management System) a různých zdrojů dat. Pro posouzení nejistoty rozhodnutí v modelu byla provedena pravděpodobnostní analýza citlivosti.

V původním scénáři (který se týkal nákladových vstupů v době původní studie) přinesly zásahy společností HTM a NTS rozdíl v kvalitativně očištěných životních letech (QALYs) získaných ve srovnání s UC: 2,93, respektive 3,07, oproti 1,91. Současný scénář přinesl výsledky, které se mírně lišily od výsledků původního scénáře, při srovnání všech tříd závažnosti New York Heart Association (NYHA). NTS dominoval HTM ve srovnání s UC ve všech třídách NYHA kromě NYHA IV [49].

## **Quality-adjusted life year weights among elderly patients with heart failure**

Zhodnotit, zda lze informace týkající se vah HRQoL a QALY odvodit přímo ze zavedeného a široce používaného systému klasifikace New York Heart Association (NYHA). Funkční stav NYHA posuzovali nezávisle jak jednotliví pacienti, tak zkoušející kardiolog u 323 starších pacientů s příznaky HF, kteří byli přijati z primární péče. HRQoL byl hodnocen pomocí dotazníku SF-36 a časového scénáře (TTO). Technika TTO generuje přímé hmotnosti QALY.

Hodnoty TTO technika i SF-36 prokázaly statisticky významnou korelaci s funkčním statusem NYHA. Hodnoty TTO také souvisí se všemi rozměry SF-36. Zvýšení či zhoršení bylo spojeno se statisticky významnými poklesy hodnot SF-36 i hmotností QALY založených na TTO. U pacientů ve třídách I – IV NYHA činily QALY 0,77,0,68,0,61, respektive 0,50. U starších pacientů tak mají příznaky HF zásadní vliv na vnímanou kvalitu života.

Výsledky současné studie ukazují, že váhy QALY, což je důležitý nástroj pro zdravotní ekonomické hodnocení léčebných strategií, lze odvodit přímo z klasifikace NYHA u starších pacientů se SS [50].

## **2.2 Současný stav problematiky v ČR**

V zahraničí se v oboru telemedicíny začínají objevovat chytré náplasti, chytrý textil, multifunkční náramky či implantované čipy. V zemích západní či severní Evropy je telemedicína stále hrazena z veřejných prostředků. Naopak v České republice telemedicína v rutinní klinické praxi dosud hrazena není. Národní telemedicínské centrum ve Fakultní nemocnici Olomouc za pomoci grantů pokrývá projekty z 95 %. VZP hradí telemedicínské sledování pouze v oblasti kardiologie, a to u kardiostimulátorů, s dalšími zdravotními pojišťovnami Olomoucké centrum o úhradách jedná [30].

V České republice se telemedicínské projekty podporují teprve od roku 1997, a již mají používané technologie veliký význam. Inovátorem telemedicíny v Česku byla nadace prof. Rösche, která se věnuje projektu „Telemedicína pro ČR“ od roku 1998. Význam projektu spočívá v telekonzultacích lékařů, finanční a materiální podpoře zúčastněných lékařů a dalších pracovníků. Nyní se nadace prof. Rösche věnuje podpoře pravidelných telemedicínských videokonzultací mezi zúčastněnými nemocnicemi

(IKEM Praha, FN Hradec Králové, FN Brno-Bohunice, FN Olomouc) a Dotterovým intervenčním institutem v Portlandu. Projekt zabývající se telemedicínou „Propojení nemocnice ostravského regionu“, byl významným projektem, který probíhal v letech 2000 a 2001. Jeho cílem bylo přenést CT snímky pomocí služby euroISDN. Následující pokusy o zapojení telemedicíny do praxe byly v oborech patologie, kardiologie, hematologie, telekonzultace a v léčbě akutního infarktu myokardu, které probíhaly v letech 2001 až 2003 [8,9].

Telemedicíně v České republice se především věnuje Národní telemedicínské centrum v Olomouci (NTMC), které vzniklo na konci roku 2012 pod LF UPOL a FN Olomouc. V současné době má 10 pracovníků organizačního týmu a dalších 18 lékařů, 12 zdravotních sester a technické pracovníky, kteří pracují na osmi národních či mezinárodních projektech. Do této doby bylo do projektů zapojeno kolem 800 pacientů v šesti klinických oblastech [31].

V současné době v ČR se výzkum provádí především v oblastech kardiologie a diabetologie. Plánem NTMC do budoucna je rozšíření výzkumu do dalších oblastí medicíny, jako jsou onkologie, neurologie, pneumologie a další [32].

### **Cost analysis of telemedicine monitoring of patients with implantable cardioverter-defibrillators in the Czech Republic**

V České republice je nejvíce zkušeností s telemedicínou v oblasti kardiologie, respektive telekardiologie. Probíhala zde pouze 1 studie zabývající se srdečním selháním, tudíž výsledky z ní nemohou být srovnávané s dalšími studiemi na našem území. Tato studie se zabývá analýzou nákladů sledování telemedicíny s implantabilními kardiovertními defibrilátory v České republice. Celkem bylo sledováno 198 pacientů ve věku 55–79 let, z toho bylo 160 mužů a 38 žen. Během sledování bylo provedeno celkem 1113 kontrol u pacientů s ICD. Pouze 5 % kontrol nebylo plánováno a na základě analyzovaných dat vedlo k požadavku, aby pacienti navštívili své kardiologické centrum. Klinický přínos telemetrického monitorování závisí na kontinuitě následného sledování a schopnosti odhalit případné příhody velmi brzy a zajistit nezbytné lékařské zásahy. Podle výsledku této studie je systém domácího monitorování v současné době technicky nejpokročilejší, pokud jde o kontinuitu následných opatření a minimalizaci požadavků

týkajících se dodatečného technického zázemí a spolupráce pacientů. Výsledek studie je pozitivní a prokazatelně ukazují přínosy monitorace pacientů v domácím prostředí [33].

Telemonitorování pacientů s implantabilními kardiovertními defibrilátory je obecně považováno za bezpečnější, efektivnější a stále nákladově efektivnější. Cílem práce bylo zhodnotit dlouhodobý ekonomický přínos spojený s telemetrickým sledováním pacientů s nově implantovaným ICD systémem Home Monitoring (HM) ve srovnání se standardní ambulantní péčí v České republice.

Pacienti byli randomizováni k telemetrickému monitorování pomocí systému HM s denním automatizovaným přenosem dat a sledováním ambulantních pacientů v dvanáctiměsíčních intervalech (HM +) nebo standardním ambulantním sledováním (HM-). Průměrné celkové náklady na pacienta a měsíce sledování byly odhadnuty na základě faktur ze zdravotních pojišťoven, přímých nákladů pro pacienty a provozních nákladů systému HM.

Celkem bylo sledováno 198 pacientů po dobu  $37,4 \pm 15,2$  měsíců. Počet plánovaných návštěv ambulantních pacientů se během sledovaného období snížil o 48 %. Výrazně kratší hospitalizace se také pozorovala ve skupině HM +. Údaje o nákladech byly získány u 75 % pacientů. Vyšší náklady na ambulantní péči ( $223 \pm 99$  Kč oproti  $189 \pm 93$  Kč) a zdravotnické služby ( $640 \pm 314$  Kč vs.  $367 \pm 187$  Kč) byly nalezeny ve skupině HM. Při zohlednění provozních nákladů systému HM kromě nákladů na ambulantní péči a dopravu nebyl rozdíl mezi skupinami významný; avšak při výpočtu úhrady telemetrického monitorování a nákladů na jednotku pacienta byly také ve výpočtech zohledněny průměrné náklady ve skupině HM + ( $541 \pm 188$  Kč oproti  $401 \pm 332$  Kč). Neutrálnost nákladů by mohla být dosažena, pokud by všichni pacienti byli bezplatně dopravováni na ambulantní návštěvy.

V České republice byl systém HM nákladově efektivní pro zdravotní pojišťovny u pacientů s jednodukomorovými nebo dvoukomorovými ICD. Při výpočtu využití náhrady od plátců zdravotní péče by systém HM zůstal nákladově neutrální pouze tehdy, kdyby většina pacientů získala náklady na dopravu [33].

**Tabulka 2.2:** Souhrn všech studií

<b>Autor</b>	<b>Databáze</b>	<b>Rok vydání</b>	<b>Název studie</b>	<b>Lokalizace</b>	<b>Typ studie</b>	<b>Obsah</b>	<b>Výsledky</b>
Natale Daniele Brunetti MD, PhD et al	Wiley Online Library	2014	Prehospital Telemedicine Electrocardiogram Triage for a Regional Public Emergency Medical Service: Is It Worth It? A Preliminary Cost Analysis [13]	Itálie	Nákladová studie	Přednemocniční třídění s telemedicínským elektrokardiogramem na srdeční onemocnění	Lze snížit náklady na zdravotní péči, potencionální přínosy z hlediska nákladů
Hofmann et al	Web of Science	2015	First outline and baseline data of a randomized, controlled multicenter trial to evaluate the health economic impact of home telemonitoring in chronic heart failure – CardioBBEAT [19]	Německo	Randomizovaná kontrolovaná studie	Ischemická kardiomyopatie, poruchy srdečního rytmu, kvalita života, echokardiografické parametry	Rozvoj pokročilých nástrojů ekonomického hodnocení zdraví, zdravotní ekonomické výhody
Martín-Lesende et al	Web of Science	2011	Assessment of a primary care-based telemonitoring intervention for home care patients with heart failure and chronic lung disease. The TELBIL study [20]	Španělsko	Randomizovaná kontrolovaná studie	Srdeční selhání, chronická plicní nemoc, respirační frekvence, srdeční frekvence, krevní tlak, hmotnost, tělesná teplota	důkazy pro určení proveditelnosti používání aplikací IKT staršími pacienty s omezenou počítačovou gramotností
Black et al	Web of Science	2014	A remote monitoring and telephone nurse coaching intervention to reduce readmissions among patients with heart failure: study protocol for the Better Effectiveness After Transition - Heart Failure (BEAT-HF) randomized controlled trial [21]	USA	Multivariační regresní analýza, Multicentrická randomizovaná kontrolovaná studie	Telefonní asistence pro sestry, srdeční frekvence, krevní tlak	Úspěšný přechod péče u pacientů, různá použitelnost technologií

<b>Autor</b>	<b>Databáze</b>	<b>Rok vydání</b>	<b>Název studie</b>	<b>Lokalizace</b>	<b>Typ studie</b>	<b>Obsah</b>	<b>Výsledky</b>
Sheena Xin Liu et al	Web of Science	2016	Economic Modeling of Heart Failure Telehealth Programs: When Do They Become Cost Saving? [22]	USA	Randomizovaná kontrolovaná studie	Screening, léčiva, přístroje a programy pro léčbu: monitorování a detekce možného poškození, včasná léčba a zásah při poškození	Snížená ekonomická nákladnost na pacienta
Yi-Lwun Ho et al	Web of Science	2013	Clinical Outcome and Cost-Effectiveness of a Synchronous Telehealth Service for Seniors and Nonseniors with Cardiovascular Diseases: Quasi-Experimental Study [23]	Tchaj-wan	Kvazi-experimentální studie	Kardiovaskulární choroby - přenos krevního tlaku, tepové frekvence, elektrokardiografie, oxymetrie a glukometrie	Snížit náklady, snížit míru přijímání všech příčin a snížit dobu hospitalizace u pacientů s kardiovaskulárními chorobami bez ohledu na věk
Giedrius Vanagas et al	Web of Science	2012	Effectiveness of telemedicine and distance learning applications for patients with chronic heart failure. A protocol for prospective parallel group non-randomised open label study [24]	Litva	Paralelní non-randomizovaná otevřená studie	Efektivita systémů, eHealth, telemedicine, tele-education	Cílem je zhodnotit účinnost aplikací TM a distančního učení, zlepšit vzorce onemocnění a kvalitu života ve srovnání se současnou úrovní péče
Thomas et al	Web of Science	2014	Effectiveness and cost-effectiveness of a telehealth intervention to support the management of long-term conditions: study protocol for two linked randomized controlled trials [25]	Velká Británie	Dvě randomizované kontrolované studie	Dva příklady LTC: deprese nebo zvýšené riziko kardiovaskulárních onemocnění	Pozitivně přispívat k důkazové bázi pro intervence v oblasti telemedicíny

<b>Autor</b>	<b>Databáze</b>	<b>Rok vydání</b>	<b>Název studie</b>	<b>Lokalizace</b>	<b>Typ studie</b>	<b>Obsah</b>	<b>Výsledky</b>
Sarah L. Gorst et al	Springer Link	2014	Home Telehealth Uptake and Continued Use Among Heart Failure and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: a Systematic Review [11]	Velká Británie	Randomizovaná kontrolovaná studie, korelační výzkum a výzkum pozorování	Přezkoumání domácí telehealth, podrobnosti o přijetí, zmírnění nebo opuštění telehealth	Třetina pacientů odmítla účast v této studii, vylepšená péče o sebe, zvýšený přístup ke zdravotní péči a zlepšené znalosti v oblasti zdraví
Amala A. Louis et al	Wiley Online Library	2003	A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure [26]	Velká Británie	Dvě randomizované kontrolované studie	Vitální znaky a symptomy, video konzultace	Sníží počet hospitalizovaných lůžkových dnů, nákladů na nemocniční péči a usnadňuje včasné zjištění zhoršení stavu
Heidenreich et al	PubMed	1999	Effect of a home monitoring system on hospitalization and resource use for patients with heart failure [27]	USA	Pilotní studie	Monitorovací program s nízkou intenzitou na hospitalizaci a náklady na péči	Sníží užívání zdrojů u pacientů se srdečním selháním
Jerant et al	PubMed	2001	Reducing the cost of frequent hospital admissions for congestive heart failure: a randomized trial of a home telecare intervention [12]	USA	Randomizovaná studie	Srdeční selhání, telefonické hovory zdravotní sestry, elektronický stetoskop	Snížení počtu hospitalizací, Home telecare je dražší
Chaudhry, Sarwat I. et al.	Web of Science	2007	Telemonitoring for Patients With Chronic Heart Failure: A Systematic Review [28]	Austrálie	Randomizovaná kontrolovaná studie	Monitorace symptomů na telefonu, automatizované fyziologické monitorování	Telemonitoring účinná strategie pro léčbu nemocí u pacientů s vysokým rizikem srdečního selhání

<b>Autor</b>	<b>Databáze</b>	<b>Rok vydání</b>	<b>Název studie</b>	<b>Lokalizace</b>	<b>Typ studie</b>	<b>Obsah</b>	<b>Výsledky</b>
Sally C. Inglis et al	Web of Science	2014	Which components of heart failure programmes are effective? A systematic review and meta-analysis of the outcomes of structured telephone support or telemonitoring as the primary component of chronic heart failure management in 8323 patients: Abridged Cochrane Review [15]	Velká Británie	Randomizovaná kontrolovaná studie	Chronické srdeční selhání, úmrtnost, hospitalizace, kvalita života, náklady	Telemonitoring a STS se objevují jako účinné intervence pro zlepšení výsledků u pacientů se SS
Andrija S. Grustam et al	Web of Science	2014	Cost-effectiveness of telehealth interventions for chronic heart failure patients: a literature review [16]	Nizozemí	Ekonomická analýza	Chronické srdeční selhání	Bez úplných ekonomických analýz zůstává neznáma nákladová efektivita při chronickém srdečním selhání
Carbo Anisleidy et al	Web of Science	2018	Mobile Technologies for Managing Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis [29]	USA	Randomizovaná kontrolovaná studie, kvazi-experimentální studie	Srdeční selhání, frakce levé komorové ejekce	Nebyly nalezeny žádné významné rozdíly mezi všemi nemocničními dny a příjmy a nárůstem celkových nákladů
Giordano et al	International Journal of Cardiology	2009	Multicenter randomised trial on home-based telemanagement to prevent hospital readmission of patients with chronic heart failure [48]	Itálie	Randomizovaná kontrolovaná studie	Chronické srdeční selhání, náklady, hospitalizace	Domácí péče je výhodnější a usnadňuje léčbu v prevenci CHSS



<b>Autor</b>	<b>Databáze</b>	<b>Rok vydání</b>	<b>Název studie</b>	<b>Lokalizace</b>	<b>Typ studie</b>	<b>Obsah</b>	<b>Výsledky</b>
Grustam et al	Elsevier	2018	Cost-Effectiveness Analysis in Telehealth: A Comparison between Home Telemonitoring, Nurse Telephone Support, and Usual Care in Chronic Heart Failure Management [49]	Itálie	Ekonomická analýza	Porovnání standardní léčby, domácí léčby a léčby po telefonu z hlediska CEA	Bylo zjištěno, že domácí léčba je nejvýhodnější z důvodu méně častého obtěžování zdravotnického personálu
Alehagen et al	Wiley Online Library	2008	Quality-adjusted life year weights among elderly patients with heart failure [50]	Švédsko	Randomizovaná kontrolovaná studie	Srovnání QALY u starších pacientů se srdečním selháním	Bylo zjištěno, že největší míru QALY mají pacienti ve skupině NYHA I, II
Alan Bulava et al	Science Direct	2016	Cost analysis of telemedicine monitoring of patients with implantable cardioverter-defibrillators in the Czech Republic [33]	Česko	Randomizovaná kontrolní studie	Implantabilní kardiovertní defibrilátor, jednodukomorové nebo dvouukomorové ICD	System HM zůstal nákladově neutrální pouze tehdy, kdyby většina pacientů uhrála náklady na dopravu

Pro stanovení cílů práce bylo nutné provést výběr vhodných studií z literární rešerše, aby data, jež budou použita, měla stejné vypovídací hodnoty a dosahovaly stejných hodnot. Zaměření bylo na New York Heart Associate (NYHA) stupnici, kvalitu života a náklady. Stručný přehled klasifikační stupnice NYHA je uveden v tabulce 2.3. Tato stupnice je velmi jednoduchá a zároveň nejčastěji používaná v kardiologii a obsahuje čtyři funkční třídy.

**Tabulka 2.3:** Funkční klasifikace srdečního selhání dle NYHA

<b>NYHA</b>	<b>Definice</b>	<b>Činnost</b>
<b>I</b>	Bez omezení činnosti. Každodenní námaha nepůsobí pocit vyčerpání, palpitace nebo anginu pectoris.	Nemocní zvládnou práci, rekreační sporty, běh 8 km/h.
<b>II</b>	Menší omezení tělesné činnosti. Každodenní námaha vyčerpává, způsobuje dušnost, palpitace nebo anginu pectoris.	Nemocní zvládnou práci na zahradě, chůze 6 km/h.
<b>III</b>	Značné omezení tělesné činnosti. Již nevelká námaha vede k vyčerpání, dušnosti, palpitacím nebo anginózním bolestem. V klidu bez obtíží.	Nemocní zvládnou základní domácí práce, chůze 4 km/h.
<b>IV</b>	Obtíže při jakékoli tělesné činnosti invalidizují. Dušnost, palpitace nebo angina pectoris se objevují v klidu.	Nemocní mají klidové obtíže a jsou neschopni samostatného života.

## 2.3 Shrnutí

Z většiny provedených studií vychází, že domácí využití telemedicíny v kardiologii je ekonomicky výhodnější nejen pro pacienty, ale také pro celý zdravotnický systém. Dále nabízí praktické výhody z hlediska času a častější komunikace. V některých článcích byla analýza prováděna v rámci školní praxe, proto do nákladové analýzy nebyly promítnuty náklady na tyto lidské zdroje, ale pouze na školitele. Studie se konaly z větší části formou ambulantní zdravotní péče. Bylo zjištěno, že osoby starší 60 let zůstávají hospitalizováni v nemocnici především z důvodu sledování a monitorace. Ve vybraných studiích byly využity různé metody sběru dat, nejčastěji to byla randomizovaná kontrolovaná studie. Ve všech výše uvedených studiích autoři také stanovili a zpracovali nákladovou analýzu, nejčastěji byla však zpracována analýza nákladové efektivity. Přínosy telemedicíny v domácí péči ve studiích jsou následující:

- Snížení nákladů na dopravu
- Zvýšení efektivity pro poskytovatele zdravotní péče
- Snížení počtu hospitalizací a tím vzniklá úspora lůžek a následné náklady
- Rozvoj pokročilých nástrojů ekonomického hodnocení zdraví a telemedicíny
- Zkrácení čekací doby v nemocnici

Závěr současného stavu problematiky lze shrnout tak, že intervence telemonitoringu vede k účinnějšímu ambulantnímu procesu s následnou nákladovou efektivitou. V oblasti kardiologie byly většinou pacienti rozděleni do skupin dle věku nebo délky a vážnosti onemocnění. Pacienti na léčbu za pomoci telemedicíny reagovali většinou kladně, protože nemuseli často docházet na kontroly ke svým lékařům a také byly více pod dohledem svého lékaře, kterému se telemedicínská data přenášela na jeho počítač nebo tablet.

### 3 Cíle práce

Cílem diplomové práce je analýza nákladové efektivity telemonitoringu u pacientů se srdečním selháním. Bylo provedeno modelování v programu R kvůli nedostatečnému vzorku pacientů a také z důvodu výpočtu desetiletého horizontu pro náklady na léčbu a QALY. Na základě výpočtu nákladové analýzy se porovnají jednotlivé varianty, mezi které patří standardní léčba a telemedicína. Nejprve bude provedena analýza nákladové efektivity, ze které vzejdou výsledky pro určení nákladové efektivity ve srovnání telemedicíny a standardní léčby. Následně pro analýzu nákladů a užítku z Markovova modelu vzejdou výsledky, které nám stanoví výsledné hodnoty pro QALY a rozdíl mezi nimi a poté se také dopočítá ICER.

Ze současného stavu problematiky byla vzata data, která byla následně využita pro výpočet CEA a CUA. Ze závěru studií a po konzultaci se skupinou odborníků ve FN Olomouc, kteří komunikují pomocí telemedicínských nástrojů byla zvolena hodnocená kritéria pro multikriteriální hodnocení. Mezi hodnocená kritéria jsou zařazena: efektivita léčby, snížení nákladů, snížení počtu hospitalizací a zkrácení čekací doby. Z vybraných studií byla vybraná kvalita života, počet pacientů a jejich přechody mezi skupinami v průběhu horizontu jednoho roku.

Ve vybraném zdravotnickém zařízení se budou analyzovat náklady a klinicko-ekonomické výstupy. Data poskytla FN Olomouc kde sídlí NTMC. Zde budou rozebrány veškeré náklady na pacienty za rok 2017. Následně bude práce řešit všechny potřebné zdravotnické, ale i nezdravotnické prostředky, jenž pacienti potřebují v tomto programu. Posledním bodem této části bude rozbor pacientů, jak dlouho byli hospitalizováni, či do jaké kategorie byli přiřazováni během roku.

## 4 Metody

V této kapitole budou popsány všechny vybrané metody v teoretické rovině, jenž budou použity v praktické části diplomové práce. První částí bylo popsat současný stav dané problematiky pomocí literární rešerše. Současné problematice se věnovalo mnoho odborných studií a z jejich literárních rešerší byla čerpána především metodika, klinické efekty a hodnotící kritéria. Dalším krokem bylo získání dat od zdravotnického zařízení, které se zabývá danou problematikou. Jelikož data jsou pouze od 4 pacientů, což je malý vzorek, není možné dospět k relevantním výsledkům jako je tomu v zahraničí, kde ve studiích mají několikanásobně více pacientů. V této práci bude použita AHP metoda, jenž bude popsána níže. Ovšem všechny tyto části podporují vypracování nákladové analýzy, zvolená byla analýza nákladové efektivity (CEA) a analýzy nákladů a užítku (CUA). Během jejího posuzování byly rozebrány všechny náklady dané problematiky [34].

### 4.1 Metoda AHP

Analytický hierarchický proces (AHP), který představil Thomas Saaty v roce 1980, je účinným nástrojem zabývajícím se komplexním rozhodováním a může pomoci rozhodovateli stanovit priority a učinit nejlepší rozhodnutí. Snižováním složitých rozhodnutí na sérii párových srovnání a poté syntetizovat výsledky, AHP pomáhá zachytit jak subjektivní, tak objektivní aspekty a rozhodnutí. Navíc AHP obsahuje užitečnou techniku pro kontrolu konzistence a tím snížit předpojatost v rozhodovacím procesu [40].

AHP vytváří váhu pro každé vyhodnocovací kritérium podle rozhodovacích kritérií párového srovnání kritérií. Čím vyšší je váha, tím důležitější je odpovídající kritérium. Pro pevné kritérium AHP přiřadí skóre ke každé variantě podle párových srovnání možností rozhodování na základě tohoto kritéria. Čím vyšší je skóre, tím lepší je výkon s ohledem na uvažované kritérium. Nakonec AHP kombinuje váhy kritérií a skóre, čímž určuje globální skóre pro každý z nich a následné pořadí [40, 41].

AHP lze implementovat ve třech jednoduchých po sobě jdoucích krocích:

- výpočet vektoru váhy kritérií
- výpočet matice volebních bodů
- pořadí možností

### 4.1.1 Postup výpočtu metody AHP

Po vytvoření hierarchické struktury jsou jednotlivým prvkům přiřazeny konkrétní hodnoty. Nejvyšší úroveň hierarchické struktury obsahuje pouze jeden prvek (hlavní cíl) a tomu se přiřadí hodnota 1. Tato hodnota je následně rozdělena mezi prvky na druhé úrovni, které se poté podobně dělí i na dalších nižších úrovních struktury až k nejnižší úrovni. Pro hierarchii musí platit [42].

$$\sum_{j=1}^n v_j = 1, \quad \sum_{i=1}^p w_{ij} = v_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (4.1)$$

Na každé úrovni hierarchické struktury je nutné vyjádřit vlastní preference a je nezbytné sestavit matici párových srovnání  $S = (s_{ij})$ , kdy  $i, j = 1, 2, \dots, k$ , která nejčastěji využívá bodovací stupnici 1, 2, ..., 9 a reciproké hodnoty. Bodovací stupnice se nazývá Saatyho bodová stupnice – viz tabulka níže. Prvky matice čili kritéria  $(s_{ij})$  jsou interpretovány jako odhady podílu vah  $i$ -tého a  $j$ -tého kritéria [42].

$$S_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k. \quad (4.2)$$

Porovnávání konkrétních kritérií probíhá vždy tak, že prvky dané úrovně jsou porovnávány k prvkům vyšší úrovně. Po definování jednotlivých kritérií  $f_1, f_2, \dots, f_k$  a určení jejich vzájemných porovnání se sestaví opět Saatyho matice  $S = (s_{ij})$ . Na diagonále matice  $S$  budou vždy hodnoty s číslem jedna, jelikož každé kritérium je samo sobě rovnocenné. Do matice se budou hodnoty tedy vyplňovat následovně [42].

$$\begin{matrix} & f_1 & f_2 & \cdots & f_n \\ f_1 & \left[ \begin{array}{cccc} 1 & s_{12} & \cdots & s_{1k} \\ \frac{1}{s_{12}} & 1 & \cdots & s_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{1}{s_{1k}} & \frac{1}{s_{2k}} & \cdots & 1 \end{array} \right. & & & \end{matrix} \quad (4.3)$$

Pro určení vah kritérií ze zadané matice  $S$  existuje několik jednoduchých metod. Nejpoužívanější z nich je geometrický průměr prvků v řádcích matice  $S$  dle následujícího vztahu [42].

$$g_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, k \quad (4.4)$$

Předposledním krokem je normalizace určených vah, tak aby byla daná podmínka splněna [42].

$$\sum_{i=1}^k v_i = 1; \quad v_i \geq 0 \quad (4.5)$$

Vztah pro normalizaci je [42].

$$v_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k \quad (4.6)$$

Sestavenou matici lze považovat za dostatečně konzistentní.

K vyhodnocení variant metodami rozhodování bude použit vektor  $v$ , který je průměrným vektorem z použitých metod. Vztahy mezi kritérii máme již vymezeny při stanovení vah v Saatyho metodě. Nyní přistoupíme k provedení porovnání na poslední úrovni hierarchie – mezi variantami. Aby bylo porovnávání variant z hlediska jednotlivých kritérií objektivní, bude použito ohodnocení důležitosti kritérií u jednotlivých variant. K porovnání variant z hlediska jednotlivých kritérií jsou použity jednotlivé Saatyho matice. Abychom mohli určit pořadí variant, musí se sečíst váhy jednotlivých variant. Pro každou variantu sčítáme hodnocení podle kritéria, vynásobená vahou tohoto kritéria [42].

$$v_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (4.7)$$

V tabulce 4.1 je vyjádřena matice v bodové stupnici.

**Tabulka 4.1:** Bodová stupnice AHP

Hodnota	Interpretace
1	rovnocenná kritéria i a j
3	slabě preferované kritérium i před j
5	silně preferované kritérium i před j
7	velmi silně preferované kritérium i před j
9	absolutně preferované kritérium i před j

## **4.2 Analýza nákladů**

Správné rozčlenění jednotlivých nákladových analýz je velmi důležitá součást nákladové studie. Náklady ve zdravotnictví jsou rozděleny do mnoha skupin, kde se na ně pohlíží z několika hledisek. Zdravotnické náklady představují zdroje, které se vyjadřují v monetárních jednotkách spotřebovaných při poskytování zdravotní péče [42].

### **4.2.1 Klasifikace nákladů**

Náklady se dělí podle zdrojů na přímé a nepřímé. Dále je můžeme rozdělit podle možnosti ocenění na trhu na hmotné a nehmotné, podle jejich charakteru na fixní a variabilní a nakonec podle dané perspektivy [9].

#### **Přímé náklady**

Přímé náklady jsou označeny pro takový typ nákladů, u kterých lze jednoznačně určit k jakému objektu či subjektu náleží, respektive který je zodpovědný za jejich vznik. Ve skutečnosti tak můžeme určit přímé náklady na produkt, službu, zaměstnance či oddělení. Přímé náklady jsou někdy chybně ztotožňovány s variabilními náklady. V praxi však přímé náklady mohou být variabilní i fixní. Například pronájem prostor pro obchodní zastoupení v Praze je fixní náklad a zároveň je přímý, protože můžeme určit, zda vzniká existencí právě tohoto obchodního zastoupení [43, 44].

#### **Nepřímé náklady**

V případě nepřímých nákladů se jedná o náklady spojené se ztrátou produktivity, popřípadě náklady na neformální péči. Náklady vznikající sociálnímu systému zabezpečení mohou být rovněž zobrazeny, avšak odděleně. Nejvýznamnější položkou nepřímých nákladů jsou náklady související se ztrátou produktivity (PC – productivity costs) pacientů, které jsou relevantní z perspektivy společnosti. Na celkové ztrátě produktivity se podílí absenteeismus a presenteeismus. Absenteeismus představuje zameškaný pracovní čas a je tvořen dočasnou absencí (nemocenská dovolená, předčasný odchod z práce kvůli onemocnění, časté návštěvy lékaře) nebo trvalou absencí (pracovní



neschopnost). Presenteeismus představuje omezení pracovní výkonnosti pacienta v jeho zaměstnání v důsledku onemocnění, které má vliv na kvalitu (menší pečlivost, opakování úkolů kvůli chybám, zranění) i množství vykonané práce (pomalé pracovní tempo, více přestávek) [43, 44].

### **4.3 Nákladové analýzy**

Hlavním cílem je vyjádřit, která technologie bude z hlediska nákladů pro uživatele nejvíce vhodná s ohledem na klinický efekt, velikost nákladů, vhodnost technologie a další. Studie nákladů a související ekonomické důsledky zahrnují hlavní skupinu metod používaných v HTA. Tyto studie mohou zahrnovat atributy jednoho nebo více shromažďování primárních dat a integračních metod. To znamená, že údaje o nákladech lze shromažďovat například jako součást RCT a dalších klinických studií. Údaje o nákladech jsou často kombinovány s údaji z primárních klinických studií, které by prováděly analýzy nákladové efektivity a další analýzy [43].

Hlavní cíl nákladových analýz je hodnocení, protože to určí, které z hlediska nákladů má nejvhodnější technologii. Při vypracovávání nelze brát v potaz jenom náklady, ale důležité jsou také klinické výsledky. Proto je potřeba číselně vyjádřit, které technologie jsou nejvhodnější z hlediska nákladů, ale také z hlediska klinických efektů a kvality [42, 43].

Seznam nejčastěji používaných nákladových analýz v hodnocení zdravotnických technologií je uveden v tabulce 4.2.

**Tabulka 4.2:** Nákladové analýzy

<b>Zkratka</b>	<b>Nákladová analýza</b>	<b>Český překlad</b>	<b>Stručná charakteristika</b>
<b>CMA</b>	Cost minimization	minimalizace nákladů	Nepočítá s efekty (klinický efekt je stejný u obou technologií, porovnávají se pouze náklady)
<b>COI</b>	Cost of illness	náklady na onemocnění	Nepočítá s efekty, jedná se o prostou kalkulaci nákladů na léčbu onemocnění
<b>CEA</b>	Cost effectiveness analysis	analýza nákladové efektivity	Zjišťuje nákladovou efektivitu na jednotku výstupu v přirozených jednotkách
<b>CBA</b>	Cost benefit analysis	analýza nákladů a přínosů	Efekty hodnotí v peněžních hodnotách
<b>CUA</b>	Cost utility analysis	analýza nákladů a užítku	Efekty vyčísluje v jednotkách QALY, tato analýza podobná CEA
<b>CCA</b>	Cost consequence analysis	analýza nákladů a důsledků	Slovní popis důsledků dané technologie, používá se, když nelze použít jiná nákladová analýza

### 4.3.1 Perspektiva

Velmi důležitým parametrem nákladové studie je volba správné perspektivy. Perspektiva ukazuje, jak bude na náklady a klinické výstupy pohlíženo. Důležité je výsledné zkreslení při pohledu na náklady podle vybrané perspektivy. Z jedné strany mohou být vynaložené náklady na intervenci úplně zbytečné, naopak z jiné perspektivy může být vidět klinický přínos, jenž dle prvního pohledu nebyl vidět. Největší část studií v oblasti HTA zpracovává perspektivu z pohledu plátce nebo poskytovatele zdravotní péče. Poslední dobou jsou často tvořeny studie v oblasti HTA z pohledu pacienta [45].

Nejčastější perspektivy:

- plátce zdravotní péče
- poskytovatel zdravotní péče
- pacient
- rodina pacienta
- společnost

### 4.3.2 Analýza nákladové efektivity

Analýza nákladové efektivity je metoda, kterou vyvinuly ve Spojených státech amerických v 50. letech minulého století. Tato metoda sloužila jako nástroj pro rozhodování mezi požadavky, které kladlo Ministerstvo obrany a Armáda. Tato metoda dokáže posoudit nákladovou efektivitu hodnocené varianty a jejím hlavním účelem je zjistit, která varianta dokáže dosáhnout stanovených cílů při co nejmenších nákladech, tudíž, která je nejvhodnější. Při používání analýzy efektivnosti nákladů je počítán přírůstkový poměr nákladů a efektivnosti (ICER). ICER je možné určit jako dodatečné náklady vynaložené na dodatečnou jednotku zlepšení zdravotního stavu, které je možné dosáhnout zvolením navrhované efektivnější varianty léčby [46].

CEA je také stále častěji podkladem pro závažná rozhodnutí o dostupnosti a využitelnosti léčebných i diagnostických postupů. V praxi bohužel nejsou výše uvedené principy standardizace vždy naplněny, což může být zdrojem vážných zkreslení, dezinterpretací nebo dokonce zneužití analýz. Na hodnocení nákladové efektivity zdravotnických technologií je nutno nahlížet jako na metodický koncept, který hraje v ekonomicky limitovaném zdravotnictví významnou roli. CEA se odráží i v rostoucí poptávce po ekonomických klinických datech i jejich zpracování a následně v přibývajícím množství publikovaných studií [46].

Výpočet nákladové analýzy lze provést za pomoci vzorce:

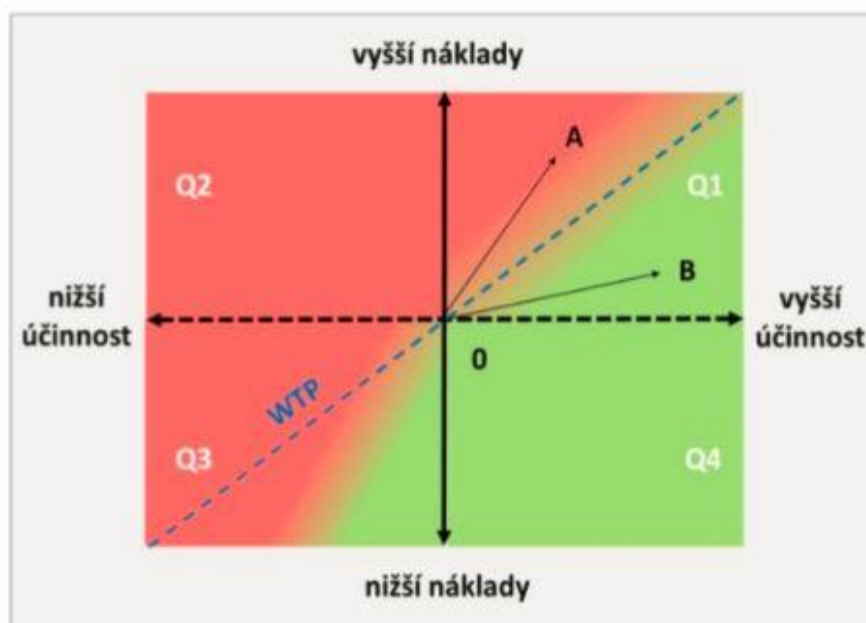
$$CE = \frac{C \text{ intervence [Kč]}}{E \text{ intervence [jednotka efektu]}} \quad (4.8)$$

Pomocí této analýzy může být vyhodnoceno, která možnost je pro nás z hlediska nákladů i efektu výhodnější. Může se vypočítat koeficient inkrementální nákladové efektivity, jenž je definován jako poměr rozdílu nákladů daných možností a rozdílu jejich klinických efektů [46].

ICER se vypočítá dle vzorce:

$$ICER = \frac{C_{intervence} (Kč) - C_{komparátor} (Kč)}{E_{intervence} (jednotka efektu) - E_{komparátor} (jednotka efektu)} \quad (4.9)$$

Výsledek ICER je pak možné interpretovat na Obrázku 4.1. Výsledný ICER pak ve výchozím scénáři představuje číslo, které se vyskytuje v jednom ze čtyř kvadrantů (Q1 – Q4). Jednotlivé barevné odstíny na obrázku níže představují pravděpodobnost, se kterou je hodnocená intervence označena jakožto nákladově efektivní, resp. přijata (a následně financována/hrazena). V zelených polích lze očekávat pozitivní hodnocení, naopak červená pole představují spíše odmítnutí/nedoporučení. Jak je patrné, jednotlivé barevné přechody (přijetí/odmítnutí) jsou rozděleny přímkou WTP (willingness to pay; hranice ochoty platit za příslušný přidaný efekt nové terapie). Takto nastavená hranice je pro každý stát odlišná [47].



**Obrázek 4.1:** Interpretace výsledků ICER

### **4.3.3 Analýza nákladů a užítku**

Analýza nákladů a užítku také porovnává celkové náklady a celkové přínosy spojené s terapií novou a stávající technologií.

Analýza nákladů a užítku byla vyvinuta, aby pomohla tvůrcům porovnat hodnotu alternativních intervencí, které mají velmi různé přínosy pro zdraví. Analýza nákladů a užítku určuje, jaká hodnota je připojena ke konkrétním zdravotním stavům [58].

V podstatě se jedná o stejný typ analýzy jako u analýzy nákladové efektivity, ovšem přínosy jsou v tomto případě vyjádřeny ve formě QALY – jedná se tedy o jedinečný výstup, jenž dokáže zachytit jak kvalitu, tak také kvantitu přidané hodnoty intervence. I přesto, že má koncept QALY kritiku, stále u všech HTA systémů, kde je relevantní zdravotní ekonomika, představuje QALY cílový výstup. Analýza nákladů a užítku je tedy jednoznačně preferovanou analýzou v rámci HTA [56].

#### **Analýza citlivosti**

Analýza citlivosti (senzitivní analýza) zkoumá, jak se změní výstup oproti vstupu, tedy výsledek studie. Hlavní cíl analýzy citlivosti se skrývá v nalezení proměnných, které mohou výsledek ovlivnit, proto je vřele doporučeno provádět ve studiích analýzu citlivosti. Výsledek analýzy citlivosti také dokáže určit, jak velký vliv mají proměnné na výsledek studie. Existuje mnoho principů, jak vytvořit analýzu citlivosti [42].

## **4.4 Modelování**

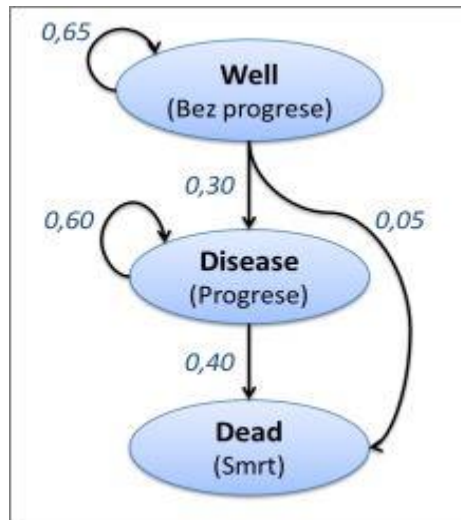
Kvantitativní modelování se používá k vyhodnocení klinických a ekonomických dopadů intervencí zdravotní péče. Modely se často používají k zodpovězení otázek „Co kdyby?“. To znamená, že jsou zvyklé reprezentovat (nebo simulovat) procesy nebo rozhodnutí v oblasti zdravotní péče a jejich dopady v podmínkách nejistoty, jako je např. absence skutečných údajů, nebo pokud není možné sbírat údaje o všech možných podmínkách, rozhodnutích a výsledcích. Například rozhodovací analytické modelování může být použito k reprezentování alternativy sekvence klinických rozhodnutí pro daný zdravotní problém a jejich očekávané zdravotní výsledky a náklady [47].

Vysoké náklady a dlouhá doba trvání velkých RCT a dalších klinických studií také přispívají k zájmu o vývoj alternativních metod shromažďování, integrace a analýzy dat pro zodpovězení otázek týkajících se dopadů alternativních zdravotních intervencí. Některé pokročilé typy modelování jsou skutečně používané k simulaci (a nahrazení určitými způsoby) klinických studií. Díky informovanému přizpůsobení nebo projekci stávajících primárních dat může modelování pomocí pacientových podmínek, účinků léčby a nákladů odhadnout budoucí stavy, které nejsou v primárních datech přítomny. To může zahrnovat přizpůsobení zjištění účinnosti odhadům efektivity a projekci budoucích nákladů a výsledků [42, 47].

Jedním z úkolů analýzy je zohlednění různých hledisek zúčastněných stran a daného rozhodnutí, včetně jakých atributů nebo kritérií (např. přínos pro zdraví, vyhýbání se nežádoucím účinkům, dopad na kvalitu života, kompenzaci pacientů) jsou důležité pro všechny zúčastněné strany a příbuzné. Hodnocení těchto alternativ hodnotí hodnocením nebo párovými srovnávacími výsledky, pomocí takových technik vyvíjení zainteresovaných stran jako procesu společné analýzy a analytické hierarchie. Modely a jejich výsledky jsou jen pomůckami pro rozhodování. Zpráva z jakékoli modelové studie by měla být pečlivě vysvětlena a zdokumentována. Analýza pokročila zejména v posledních letech, s vývojem kontrolních seznamů a standardů pro tyto aplikace. Předpoklady a odhady proměnných použitých v modelech by měly být ověřeny podle skutečných údajů jako takových. Modelování by mělo být začleněno do analýzy citlivosti ke kvantifikaci podmíněných vztahů mezi vstupy a výstupy modelu [47].

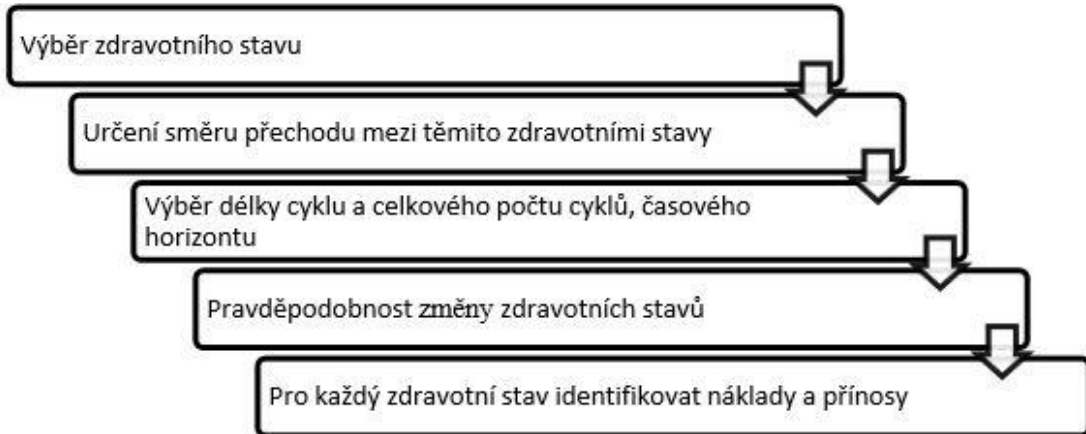
#### **4.4.1 Markovovy modely**

Markovovy modely jsou matematické stochastické (pravděpodobnostní) modely, jež jsou určeny pro modelování náhodných procesů. Markovovy modely jsou založeny na pravděpodobnostním přechodu systému z jednoho stavu do dalšího stavu a hlavním úkolem je předpovědět vývoj systému na několik kroků do budoucna, nebo odhadnout, jak se systém do daného stavu dostal. Markovovy modely budou využity při analýze nákladů a užitku, kde se pomocí nich bude modelovat v 10letém horizontu a porovnávat rozdíl v nákladech a QALY [56].



**Obrázek 4.2:** Příklad Markovova modelu [56]

V souvislosti zdravotní péče jsou Markovovy modely zejména vhodné pro modelování chronického onemocnění. Na obrázku 4.3 jsou vidět jednotlivé kroky Markovových kohortových modelů [57].



**Obrázek 4.3:** Postup tvorby Markovova modelu [57]

## 5 Výsledky

Péče o pacienty, za nynějšího použití telemedicínských postupů, spočívá ve výběru pacientů, kteří jsou ochotni spolupracovat na výzkumu nového léčebného procesu a také splňují klinická kritéria, díky kterým mohou z léčby získat větší kvalitu života a kvalitnější klinické přínosy, jenž souvisí s větší bezpečností zdravotní péče díky každodennímu dálkovému monitoringu lékařem. Hlavním cílem monitoringu je včasné odhalení častých dekompenzací u pacientů trpící chronickým srdečním selháním. Pokud se nepodaří včas odhalit zdravotní komplikace, povede to k častějším hospitalizacím. Přičemž telemedicína se snaží hospitalizace omezit na minimum a hospitalizovat pacienty pouze se závažnými zdravotními poruchami [55].

### 5.1 Telemedicína ve FN Olomouc

Pacienti, jenž trpí srdečním selháním a budou využívat telemedicínské postupy se musí vybavit hmotnými i nehmotnými věcmi. Mezi hmotné věci patří mobilní brána (tablet) s příslušenstvím a také SIM kartou, díky které je umožněn přenos dat a komunikace s lékařem pomocí internetu (3G/LTE). Dále jsou potřeba zdravotnické prostředky, jenž jsou všechny vybaveny Bluetooth pro bezdrátový a rychlý přenos naměřených hodnot z přístrojů do aplikace v mobilní bráně. Mezi zdravotnické prostředky, které jsou speciálně upravené pro telemedicínské využití patří pulzní oxymetr, tlakoměr a osobní váha. Poslední součástí telemonitoringu je aplikační software, který byl vyvinut pro přenos a uskladnění naměřených dat [55].

Jak již bylo zmíněno, ve FN Olomouc byli léčeni v roce 2017 pouze 4 pacienti se srdečním selháním pomocí telemedicínských postupů. Všichni tito pacienti byli během léčby stabilizováni. Oproti vyspělým zemím je to velmi nízké číslo, ale nesmíme zapomínat, že se telemedicína v České republice začala praktikovat teprve v roce 2013. V tabulce 5.5 jsou zobrazeny náklady u všech pacientů za rok 2017, v následujícím sloupci je zobrazen počet dnů hospitalizace, to jsou nezbytné dny, které museli pacienti strávit v zdravotnickém zařízení z důvodu zhoršení zdraví. Náklady na jejich léčbu se



především liší v zařazení do tzv. kategorií pacienta, kterých je 5 podle vážnosti ohrožení zdravotního stavu, kdy 1 kategorie je nejméně ohrožený zdravotní stav a 5 kategorie je bezvědomí. Všechny tyto kategorie jsou také jinak nákladné a především každé oddělení si je vykazuje dle svých tabulek, proto je nemožné si všechny potřebné výkazy dohledat. Přehlednější kategorizaci pacienta zobrazuje tabulka 5.1 [55].

**Tabulka 5.1:** Kategorie pacienta

<b>Kategorie pacienta</b>	
<b>Kód</b>	<b>Slovní popis</b>
1	pacient soběstačný, nezávislý na základní ošetrovatelské péči
2	pacient částečně soběstačný, nebo dítě od 6 do 10 let věku včetně
3	pacient vyžadující zvýšený dohled, nebo dítě od 2 do 6 let věku včetně
4	pacient imobilní nesoběstačný, nebo dítě do 2 let věku včetně
5	pacient v bezvědomí

## **5.2 Analýza nákladové efektivity**

Analýza nákladové efektivity hodnotí efektivitu nákladů, které jsou využity při léčbě chronického srdečního selhání za využití telemedicíny i standardní léčby.

Informace o nákladech jsou čerpány z FN Olomouc. Standardní léčba má náklady stejné pro celou léčbu. Ovšem telemedicína má dvě různé ceny v průběhu 10 let. Důvodem rozdílné ceny je instalační balíček, jehož cena je 17 540 Kč, jenž je využit jednorázově u pacientů, kteří jsou zařazeni do telemedicínské skupiny. V následujících letech má tento instalační balíček nulové náklady. Do instalačního balíčku patří stejné prostředky, jako jsou uvedené v tabulce 5.2. V dalších letech se již počítají náklady bez instalačního balíčku.

### 5.2.1 Analýza nákladů

Klinická efektivita v rámci chronického srdečního selhání u telemedicínských postupů je, dle zahraničních studií, ve většině vyspělých evropských zemí v poklesu hospitalizací i dalších ambulantních kontrol a zásahů. Tento pokles může dosahovat až 30 % u právě zmíněných hospitalizací [51].

V tabulce 5.2 jsou uvedené všechny položky, které započítává FN Olomouc při využití telemedicíny u pacientů, jenž trpí srdečním selháním. Z níž vyplývá, že v tuto chvíli se do telemedicínských postupů nezapočítává čas zdravotnického personálu, který se ve vyspělých zemí do telemedicíny již započítává a je zahrnut v legislativě daného státu i v úhradovém mechanismu. Náklady jsou uváděné za rok provozu, tudíž jsou vypočítané jako počáteční investice z pohledu plátce zdravotní péče. Jestli bude pacient léčený pomocí telemedicíny například 5 let, všechny jeho náklady na telemedicínu budou každý rok činit celkem 17 540 Kč. Pokud bude pacient po určitém časovém úseku z tohoto programu vyřazen, bude muset všechny věci navrátit, a zrušit všechny účty v mobilní aplikaci [55, 59].

**Tabulka 5.2:** Vybavení pacientů při využití telemedicínských postupů s chronickým srdečním selháním

<b>Telemedicínské prostředky (Zdravotnické prostředky, HW, SW)</b>	<b>Náklady (Kč)</b>
Pulzní oxymetr - Wrist pulse oximetr, Choicemmed	3 300
Tlakoměr - Upper Arm Blood Pressure Monitor, A&D Medical	3 100
Osobní váha - Precision Health Scale, A&S Medical	3 200
Mobilní brána - Samsung G Tab 3 8.0	5 000
Aplikační software	1 140
Datové služby	1 800
<b>CELKEM</b>	<b>17 540</b>

Byla zpracovaná velmi podrobná analýza nákladů u reálných pacientů s diagnózou srdeční selhání. Do této analýzy byla zahrnuta data 4 pacientů a jejich vykázaná zdravotní péče pro tuto diagnózu. Byla vzata všechna data o nákladech, to jsou ambulantní kontroly, vyšetření kardiologem, hospitalizace, léky a další léčebné výlohy. Všechny náklady na léčbu jsou z pohledu plátce zdravotní péče. Vynaložené náklady jsou uvedené v tabulce 5.3 [55].

**Tabulka 5.3:** Průměrné náklady na léčbu pacienta se srdečním selháním

Průměr na jednoho pacienta	Ambulantní část (Kč)	Hospitalizace (Kč)	Celkem (Kč)
	11 366	379 730	391 096

Velmi blízké informace potvrzují i výsledky pilotních studií uskutečněných ve FN Olomouc, které se na tomto pracovišti začaly provádět jako první v České republice a to počátkem roku 2013. Jestliže dle výsledků studií vedou telemedicínské postupy a prostředky k 30 % poklesu využívání ambulantní i hospitalizační péče u pacientů se srdečním selháním pak lze zjistit výši úspor dle jednoduchého výpočtu. Obvyklý pacient se srdečním selháním využívající telemedicínské postupy v průměru stojí zdravotní péče 391 096 Kč x 0,7 + 17 540 Kč = 291 307 Kč. Tudíž celkové úspory na telemedicínu u pacientů se srdečním selháním vychází na 99 789 Kč. Přehlednější znázornění je vidět v tabulce 5.4 [55, 59].

**Tabulka 5.4:** Náklady a úspory pacientů se srdečním selháním využívající telemedicínu

Zdravotní péče u pacientů se srdečním selháním	Náklady za rok (Kč)
Standardní zdravotní péče	391 096
Zdravotní péče s telemedicínskými postupy	291 307
Úspory na zdravotní péči za použití telemedicíny za rok	99 789

I když jsou pacienti vybaveni moderními systémy, které jsou popsány v tabulce 5.2, tak se jejich náklady pohybují v hodnotě 17 540 Kč. Celkové průměrné úspory

z nákladů na zdravotní péči za pomoci telemedicíny ve FN Olomouc představují částku 99 789 Kč, a to především díky menšímu počtu hospitalizací a ambulantních kontrol. Ovšem nejsou zde započítány náklady na konzultace po telefonu či emailu, které jsou započítávány do pracovní náplně personálu tohoto oddělení [55].

V další části budou podrobně analyzováni pacienti, jenž se účastnili v roce 2017 telemedicínského sledování s diagnózou srdeční selhání.

Pacient 1 (ročník narození 1956) byl hospitalizován celkem 35 dnů ve 2 kategorii. Celkové náklady za kalendářní rok činily 186 234,5 Kč. Po odečtení vstupních nákladů na telemedicínské prostředky nám vyjdou celkové náklady na zdravotní hospitalizační péči ve výši 168 694,5 Kč.

Pacient 2 (ročník narození 1951) byl hospitalizován celkem 45 dnů, z toho byl v 2 kategorii 9 dnů, ve 3 kategorii 30 dnů a ve 4 kategorii 6 dnů. Po odečtení vstupních nákladů na telemedicínské prostředky nám vyjdou celkové náklady na zdravotní hospitalizační péči ve výši 766 591,7 Kč.

Pacient 3 (ročník narození 1950) byl hospitalizován celkem 71 dnů, z toho byl v 2 kategorii 46 dnů a ve 3 kategorii zbylých 25 dnů. Po následném odečtení vstupních nákladů na telemedicínské prostředky nám vyjdou celkové náklady na zdravotní hospitalizační péči ve výši 888 856,8 Kč.

Pacient 4 (ročník narození 1973) byl hospitalizován pouze 12 dnů, z toho byl v 2 kategorii 6 dnů a ve 3 kategorii také 6 dnů. Po následném odečtení vstupních nákladů na telemedicínské prostředky nám vyjdou celkové náklady na zdravotní hospitalizační péči ve výši 506 856,1 Kč.

Průměrné náklady na tyto pacienty se srdečním selháním za použití telemedicínských prostředků za kalendářní rok 2017 celkem činí 600 419,5 Kč. Průměrná doba hospitalizace byla 40,75 dne. Pokud se podíváme na náklady po odečtení vstupních telemedicínských nákladů, vyjde nám průměrná cena 582 879,5 Kč.

Celkové náklady za kalendářní rok 2017 na hospitalizaci s použitím telemedicínských prostředků jsou 2 401 978,1 Kč. Celkový počet strávených dnů v zdravotnickém zařízení byl pro tyto 4 pacienty 163 dnů. Celkové náklady pro tyto pacienty bez použití telemedicínských prostředků byly 2 331 818,1 Kč. Celkové náklady za kalendářní rok 2017 na hospitalizaci jsou uvedeny v tabulce 5.5 [55].

**Tabulka 5.5:** Náklady u pacientů se srdečním selháním za rok 2017

	<b>Náklady (Kč)</b>	<b>Hospitalizace</b>	<b>Telemedicína (Kč)</b>	<b>Náklady bez Telemedicíny (Kč)</b>
Pacient 1	186 234,5	35 dnů	17 540	168 694,5
Pacient 2	784 131,7	45 dnů	17 540	766 591,7
Pacient 3	906 915,8	71 dnů	17 540	888 856,8
Pacient 4	524 396,1	12 dnů	17 540	506 856,1
<b>PRŮMĚR</b>	600 419,5	40,75 dne	17 540	582 879,5
<b>CELKEM</b>	<b>2 401 978,1</b>	<b>163 dnů</b>	<b>70 160</b>	<b>2 331 818,1</b>

V tabulce 5.6 jsou zobrazeny všechny úkony, které daný pacient během sledování podstoupil. Ve druhém sloupci jsou četnosti, kolikrát se daného úkonu zúčastnil, a v posledním sloupci jsou zobrazeny náklady na všechny úkony. Ostatní pacienti měli velmi podobné úkony a lišili se pouze četností a náklady. Tento pacient byl hospitalizován během jednoho roku celkem 35 dní. Vyšetření specialistou bylo provedeno celkem 26x, jsou to specialisté z oboru interna, urologie, a dalších oborů, dále podstoupil celkem 32x kardiologické vyšetření. Pacient 3x podstoupil pravostrannou katetrizaci na katetrizačním sále a jednou selektivní koronarografií obou věnčitých tepen. Také byl 16 dní telemetricky sledován mimo nemocniční zařízení. Během hospitalizací podstoupil 8 přístrojových vyšetření, jako jsou RTG či CT. Celkem bylo u pacienta provedeno několik odběrů na 480 krevních testů jako například hořčík, draslík, urea a další, následně byly provedeny specializované krevní testy, které byly zaměřeny na DNA, RNA nebo Hepatitidu. Poslední položkou jsou speciální léčivé přípravky jako je například Iomeron 400. Souhrn všech nákladových údajů o pacientech bude nahrán do informačního systému projects [55].

**Tabulka 5.6:** Příklad všech úkonů u jednoho pacienta s náklady ve FN Olomouc za rok

Úkony	Četnost	Náklady (Kč)
Hospitalizace	35	42 398
Vyšetření specialistou	26	10 679
Katetrizace	3	17 334
Koronarografie	1	8 808
Telemetrické sledování	16	12 000
Kardiologické vyšetření	32	15 996
Krevní testy	480	28 786
Přístrojové vyšetření	8	5 444
Specializované krevní testy	83	41 836
Speciální léčivé přípravky	4	2 953
	<b>688</b>	<b>186 234</b>

### 5.2.2 Analýza klinicko-ekonomických přínosů

U metody AHP je použita třístupňová hierarchie, kde na první úrovni hierarchie je cíl analýzy, na druhé úrovni jsou kritéria a na třetí úrovni jsou varianty. Cílem analýzy je posoudit, která metoda léčby u srdečního selhání je nejméně nákladná.

Cílem analytického hierarchického procesu je, dle výsledků z literární rešerše určit, které kritérium získalo největší preference u srdečního selhání. Následně pro kontrolu, byla sestavena a oslovena skupina odborníků z FN Olomouc, kteří na základě zkušeností a týmové diskuze dospěli k hodnocení, jež tyto výsledky potvrdilo.

Pro určení klinicko-ekonomických efektů byla využita literární rešerše, která byla provedena v kapitole 2.1, jež je zaměřená na srdeční selhání u pacientů se srdečním selháním a nákladovou analýzu za použití telemedicíny.

Skupina odborníků, která se skládala z 5 zdravotnických pracovníků (3 lékaři a 2 zdravotní sestry), jež se starají o pacienty léčené pomocí telemedicíny, mezi sebou porovnávala nejčastější výsledky z literární rešerše v kapitole 2.1 na stupnici preferencí 1, 3, 5, 7, 9. Výsledný efekt AHP je uveden v tabulce 5.12, kde je srovnání mezi

telemedicínu a standardní léčbou. Mezi hodnocená kritéria jsou zařazeny: efektivita léčby, snížení nákladů, snížení počtu hospitalizací a zkrácení čekací doby.

**Tabulka 5.7:** Saatyho matice pro telemedicínu a standardní léčbu

	Efektivita léčby	Snížení nákladů	Snížení počtu hospitalizací	Zkrácení čekací doby	Geometrický průměr	Váhy
Efektivita léčby	1	3	5	7	4	0,45108
Snížení nákladů	0,33	1	5	7	3,3325	0,37581
Snížení počtu hospitalizací	0,2	0,2	1	3	1,1325	0,12771
Zkrácení čekací doby	0,14	0,14	0,33	1	0,4025	0,04539
SUMA					8,8675	1

**Tabulka 5.8:** Průměrné hodnocení variant pro kritérium Efektivita léčby

Efektivita léčby	Telemedicína	Standard	Geometrický průměr	Relativní hodnocení	Váhy
Telemedicína	1	5	2,236	0,833395	0,37593
Standard	0,2	1	0,447	0,166605	0,07515

**Tabulka 5.9:** Průměrné hodnocení variant pro kritérium Snížení nákladů

Snížení nákladů	Telemedicína	Standard	Geometrický průměr	Relativní hodnocení	Váhy
Telemedicína	1	7	2,645	0,875248	0,32893
Standard	0,142857	1	0,377	0,124752	0,04688

**Tabulka 5.10:** Průměrné hodnocení variant pro kritérium Snížení počtu hospitalizací

<b>Snížení počtu hospitalizací</b>	Telemedicína	Standard	<b>Geometrický průměr</b>	<b>Relativní hodnocení</b>	<b>Váhy</b>
Telemedicína	1	3	1,732	0,750108	0,09580
Standard	0,333333	1	0,577	0,249892	0,03192

**Tabulka 5.11:** Průměrné hodnocení variant pro kritérium Zkrácení čekací doby

<b>Zkrácení čekací doby</b>	Telemedicína	Standard	<b>Geometrický průměr</b>	<b>Relativní hodnocení</b>	<b>Váhy</b>
Telemedicína	1	5	2,236	0,833395	0,03783
Standard	0,2	1	0,447	0,166605	0,00756

Pomocí metody AHP se stanovily váhy jednotlivých kritérií a bylo stanoveno pořadí variant. Vyšší hodnota výsledného efektu odpovídá variantě s lepším efektem, kterého dosáhla telemedicína. Výsledné efekty jsou zobrazeny v tabulce 5.12.

**Tabulka 5.12:** Výsledné efekty metody AHP

	<b>Efektivita léčby</b>	<b>Snížení nákladů</b>	<b>Snížení počtu hospitalizací</b>	<b>Zkrácení čekací doby</b>	<b>Efekt</b>
Telemedicína	0,37593	0,32893	0,09580	0,03783	<b>0,30714</b>
Standard	0,07515	0,04688	0,03192	0,00756	<b>0,05593</b>
<b>Váhy kritérií</b>	<b>0,45108</b>	<b>0,37581</b>	<b>0,12771</b>	<b>0,04539</b>	



### 5.2.3 Výsledky CEA

Náklady byly zpracovány z perspektivy plátce zdravotní péče při zahrnutí ročních přímých nákladů na potřebnou léčbu pacientů. Výsledek analýzy nákladové efektivity je zobrazen v tabulce 5.13. Jednotlivé intervence jsou seřazeny vzestupně podle velikosti nákladů a jsou rozděleny na telemedicínu a standardní léčbu. Následně byl proveden výpočet hodnot CE a ICER.

Výsledná hodnota CE popisuje efekt na peněžní jednotky nákladu, která je u telemedicíny nižší oproti skupině v standardní léčbě. V tabulce 5.13 jsou vidět rozdíly CE mezi telemedicínou a standardní léčbou, kdy telemedicína dosáhla výsledné hodnoty 1 954 872,37 oproti tomu hodnota standardní léčby je 10 419 270,52.

Poslední sloupec tabulky 5.13 představuje ICER. Telemedicína má o 71 338,36 Kč vyšší náklad na jednotku výsledného efektu oproti standardní léčbě, ale je účinnější.

**Tabulka 5.13:** Výsledky analýzy nákladové efektivity

	Náklady (Kč)	Efekt	CE	$\frac{C_x - C_1}{E_x - E_1}$
Telemedicína	600 419,50	0,30714	1 954 872,37	71 338,36 Kč
Standard	582 749,80	0,05593	10 419 270,52	

### 5.3 Analýza nákladů a užitku

Analýza nákladů a užitku ukazuje nákladovou efektivnost a užitečnost zdravotnické léčby u telemedicíny a standardní léčby u pacientů s chronickým srdečním selháním a je vyhodnocena pomocí modelování.

Jelikož léčba srdečního selhání, potažmo chronického srdečního selhání je pro celý zbytek života a může vést k řadě celoživotních následků, mají náklady a dopady léčby 10letý časový horizont, kdy délka jednoho cyklu je nastavena na 1 rok.

### 5.3.1 Kvalita života

Utility zdravotních stavů (kvalita života) jsou podloženy dvěma studii z literární rešerše: Grustam et al. [49] a především ze studie Alehagen et al. [50]. Obě studie využívají přímou metodu měření Time Trade-Off. V tabulce 5.14 jsou zobrazeny střední hodnoty utility zdravotních stavů z výše zmíněných studií. Tyto hodnoty jsou použity v následném Markovovu modelu.

**Tabulka 5.14:** Použité hodnoty utilit pro Markovův model

	<b>NYHA II.</b>	<b>NYHA III. - IV.</b>	<b>Smrt</b>
Telemedicína	0,71	0,55	0
Standard	0,68	0,54	0

### 5.3.2 Analýza Markovova modelu

Všechny výsledky jsou zpracovány pomocí veřejně dostupného Programu R. Tento program je určen především pro statistickou analýzu dat a jejich následné grafické zobrazení. Program R byl během několika let užívání rozšířen o dva moduly: Heemod a Diagram. Heemod je veřejně dostupný program, jenž se dá stáhnout a obsahuje Markovův model pro klinicko-ekonomická hodnocení intervencí. Příklad kódování v Programu R je uvedeno v Příloze I.

Pro výpočet CUA v programu R jsou použity výsledky studií Giordano et al. [48], Grustam et al. [49] a Alehagen et al. [50] a data z FN Olomouc.

Na začátku vytváření modelu je nutné si stanovit stavy. Jsou určeny 3 stavy, které jsou: NYHA II, NYHA III-IV, SMRT. Tyto 3 stavy jsou určeny proto, že tato stupnice nejvíce odpovídá hodnocení srdečních komplikací. NYHA III a NYHA IV jsou spojeny do jedné skupiny, protože nikde nebyly nalezeny samostatně v žádné studii. Tyto stavy a jejich charakteristiky jsou určeny na základě analýzy současného stavu této práce.

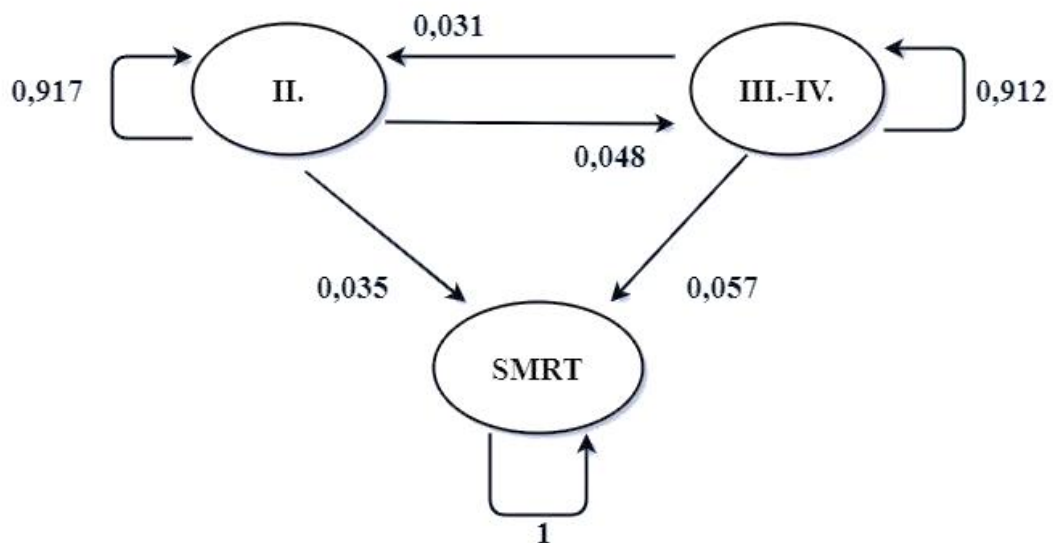
Modely dovolují simulovat průchod hypotetických pacientů rozdílnými stavy v průběhu předem definované doby. Pacienti mají možnost procházet určenými stavy

v každém jednotném cyklu. Přechody mezi vybranými stavy se provádí dle určení pravděpodobností přechodů, jenž jsou zobrazeny na obrázku 5.1 a obrázku 5.2.

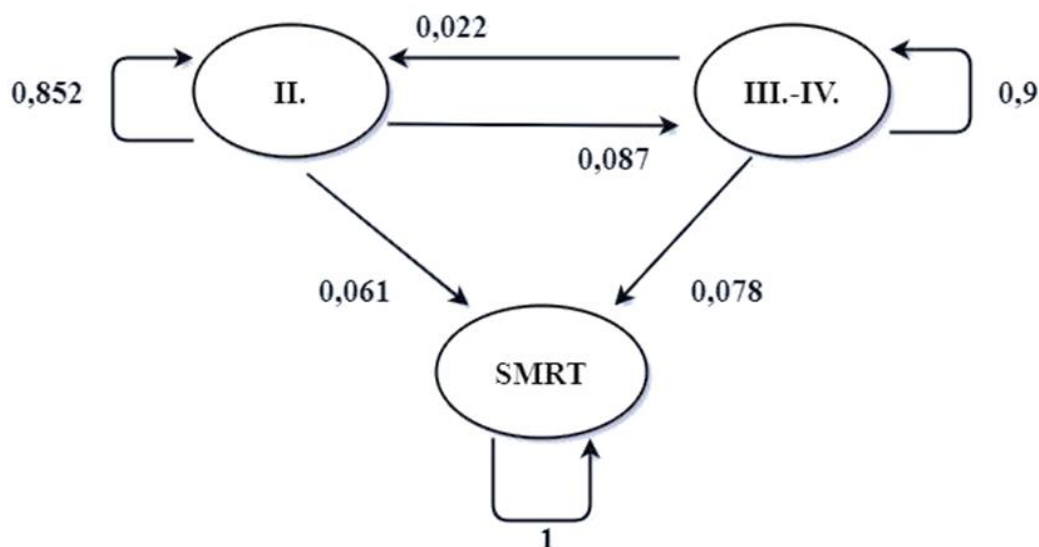
V modelu odpovídá jeden cyklus délce 1 roku. Doba simulace je nastavena na dobu 10 let, tedy celkem 10 cyklů, protože léčba srdečního selhání je dlouhodobá a většinou postihuje pacienty starší 65 let jako je vidět na obrázku 6.1. Všichni pacienti, kteří jsou zahrnuti, trpí chronickým srdečním selháním a jsou zařazeni dle vážnosti svého postižení do příslušných stavů dle klasifikační stupnice NYHA [54].

Přechodové stavy v modelu:

- NYHA II.
- NYHA III. – IV.
- SMRT



**Obrázek 5.1:** Stavový diagram modelu pro telemedicínu



**Obrázek 5.2:** Stavový diagram modelu pro standardní léčbu

V tabulce 5.15 je zobrazen celkový počet pacientů, kteří byli vzati do modelu. Na začátku měření bylo 230 pacientů, kteří byli rozdělení do NYHA II a NYHA III-IV. Po roce měření se změnil výstup, kdy narostlo procento pacientů ve skupině smrt. Ve sloupcích za celkovým počtem pacientů ve skupinách je zobrazeno jejich procentuální zastoupení.

**Tabulka 5.15:** Průběh vývoje počtu pacientů

Telemedicína					
	230	100%	1 rok	230	100%
NYHA II	124	53,9%	→	112	48,7%
NYHA III-IV	106	46,1%	→	97	42,2%
Smrt	0	0%	→	21	9,10%

Model dle stavových diagramů z obrázku 5.1 a obrázku 5.2 má v době sledování tři stavy, které jsou NYHA II., NYHA III. – IV., a SMRT, ve kterém se na začátku měření žádný pacient nevyskytuje. Ovšem pacienti mohou změnit stav i mezi počátečními stavy, kromě stavu SMRT. Hodnoty přechodových stavů jsou znázorněny v následujících dvou tabulkách (tabulka 5.16, tabulka 5.17), kdy první tabulka je pro telemedicínu a druhá

tabulka je pro standardní léčbu, rozdělení do dvou tabulek je zvoleno z důvodu přehlednosti.

**Tabulka 5.16:** Přejchodové stavy Markovova modelu pro telemedicínu

		NYHA II	NYHA III-IV	SMRT
TELEMEDICÍNA	NYHA II	0,917	0,048	0,035
	NYHA III-IV	0,031	0,912	0,057
	SMRT	0	0	1

**Tabulka 5.17:** Přejchodové stavy Markovova modelu pro standardní léčbu

		NYHA II	NYHA III-IV	SMRT
STANDARD	NYHA II	0,852	0,087	0,061
	NYHA III-IV	0,022	0,9	0,078
	SMRT	0	0	1

### 5.3.3 Výsledky CUA

Pro 10letý horizont s diskontní sazbou 5 % je v programu R využita knihovna Heemod. Následující výsledky představují náklady na jednoho pacienta po dobu 10 let. Ve zpracovaném Markovově modelu analýzy nákladů a užitku vychází ve srovnání telemedicíny a standardní léčby lépe standardní léčba. V tabulce 5.18 jsou zobrazeny výsledky pro 10letý horizont. Celkové náklady u telemedicíny vychází v celkové výši 5 498 169 Kč a klinický efekt je 6,282 QALY. Náklady na 1 QALY u telemedicíny jsou 875 226 Kč. U standardní léčby dosahují celkové náklady hodnoty 4 668 358 Kč a klinický efekt je 5,165 QALY. Náklady na 1 QALY u standardní léčby jsou 903 845 Kč. Nákladové rozdíly na 1 QALY mezi telemedicínou a standardní léčbou jsou způsobeny četnými návštěvami a hospitalizacemi u pacientů zařazených ve standardní léčbě, kde pacienti trpí častějším zhoršením zdravotního stavu a jsou často potřebné zdravotnické přístroje pro podporu základních životních funkcí.

**Tabulka 5.18:** Výsledky CUA

<b>10letý horizont</b>	<b>Náklady (Kč)</b>	<b>QALY</b>	<b>Náklady na 1 QALY (Kč)</b>
Telemedicína	5 498 169	6,282	875 226
Standard	4 668 358	5,165	903 845

V tabulce 5.19 jsou zobrazeny rozdíly v nákladech a QALY. Kladné číslo představuje, že standardní léčba je nákladově efektivnější oproti telemedicině. U hodnot QALY je to naopak, kdy kladné číslo představuje, že standardní léčba přináší méně užitku než telemedicína. Kladné číslo u hodnoty ICER představuje, že standardní léčba vychází nákladově efektivnější, ale účinnější efekt má telemedicína.

**Tabulka 5.19:** CUA výsledky

<b>10letý horizont</b>	<b>Rozdíl v nákladech</b>	<b>Rozdíl QALY</b>	<b>ICER</b>
Telemedicína vs. standard	829 811	1,117	742 893

## 5.4 Citlivostní analýza

Jednocestná citlivostní analýza byla provedena za účelem zjištění vlivu změny zásadních parametrů na výsledek analýzy nákladů a užitku. Na všechny proměnné byla zvolená změna hodnot +/- 30 %.

Změna parametrů:

1. Náklady na telemedicínu +/- 30 %
2. Náklady na standardní léčbu +/- 30 %
3. Změna hodnoty utility NYHA II +/- 30 %
4. Změna hodnoty utility NYHA III-IV +/- 30 %
5. Diskontní sazba 0 % nebo 5 %
6. Časový horizont 5 nebo 15 let

**Tabulka 5.20:** Citlivostní analýza Telemedicína vs. Standard

<b>Telemedicína vs. Standard</b>	<b>Specifikace vlivu</b>	<b>Náklady (Kč)</b>	<b>QALY</b>	<b>ICER</b>	<b>Cost diff. (Kč)</b>	<b>Effect diff.</b>
Náklady telemedicína	-30 %	4 105 143	6,282	353 529	394 892	1,117
	+30 %	6 985 249	6,282	786 491	878 510	1,117
Náklady standard	-30 %	5 498 169	6,282	108 373	121 053	1,117
	+30 %	5 498 169	6,282	532 011	594 256	1,117
Utilita NYHA II	-30 %	5 498 169	6,107	836 503	829 811	0,922
	+30 %	5 498 169	6,432	632 960	829 811	1,311
Utilita NYHA III-IV	-30 %	5 498 169	6,076	789 544	829 811	1,051
	+30 %	5 498 169	6,466	731 756	829 811	1,134
Diskontace	0 %	5 498 169	6,282	742 893	829 811	1,117
	5 %	4 535 736	5,189	774 225	669 423	0,868
Časový horizont	5 let	3 047 917	3,506	961 733	399 119	0,415
	15 let	7 452 833	8,474	694 955	1 326 670	1,909

Z 12 vlivů citlivostní analýzy Telemedicína vs. Standard vliv nezměnila žádná hodnota. Všechny vlivy nadále ukazují dominantní intervenci pro standardní léčbu. Největší vliv na změnu celkových nákladů vyjma časového horizontu pro 15 let představují náklady na telemedicínu +30 %. Z hlediska nejvyššího celkového efektu QALY, také vyjma časového horizontu 15 let představuje změna hodnoty utility NYHA II +30 %. Nejnižšího inkrementálního efektu dosahuje změna hodnoty náklady na standardní léčbu -30 % a nejvyššího kladného inkrementálního efektu dosahuje změna hodnoty časový horizont 5 let.

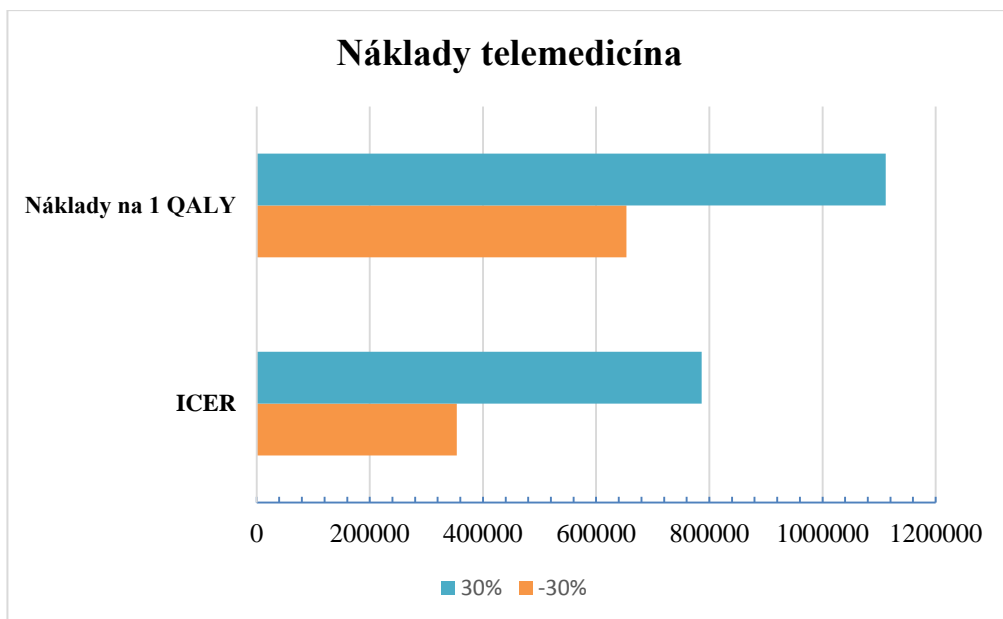
Pro lepší přehlednost jsou v tabulce 5.21. seřazeny sestupně vlivy nákladu telemedicíny na 1 QALY v prvním sloupci, a ve druhém sloupci jsou totožným způsobem seřazeny hodnoty inkrementálního efektu.

**Tabulka 5.21:** Specifikace vlivu na náklady 1 QALY a ICER Telemedicína vs. Standard

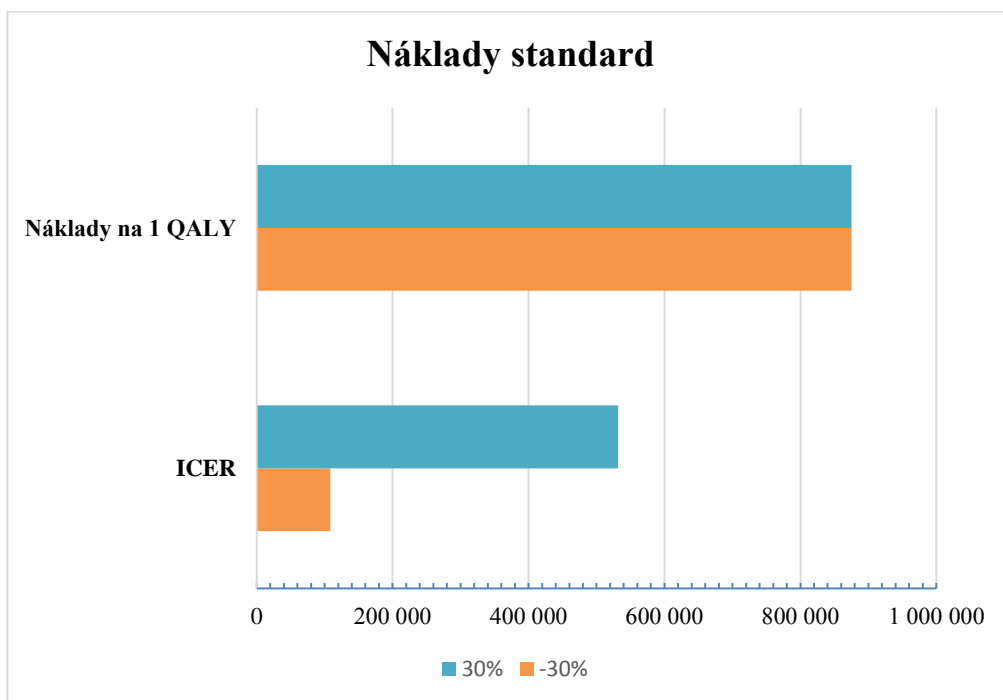
<b>Specifikace vlivu</b>	<b>Náklady na 1 QALY (Kč)</b>	<b>Specifikace vlivu</b>	<b>ICER</b>
Náklady telemedicína +30 %	1 111 947	Časový horizont 5 let	961 733
Utilita NYHA III-IV -30 %	904 899	Utilita NYHA II -30 %	836 503
Utilita NYHA II -30 %	900 306	Utilita NYHA III -30 %	789 544
Časový horizont 15 let	879 494	Náklady telemedicína +30 %	786 491
Náklady standard -30 %	875 226	Diskontace 5 %	774 225
Náklady standard 30 %	875 226	Diskontace 0 %	742 893
Diskontace 0 %	875 226	Utilita NYHA III-IV +30 %	731 756
Diskontace 5 %	874 106	Časový horizont 15 let	694 955
Časový horizont 5 let	869 343	Utilita NYHA II +30 %	632 960
Utilita NYHA II +30 %	854 815	Náklady standard +30 %	532 011
Náklady telemedicína -30 %	653 477	Náklady telemedicína -30 %	353 529
Utilita NYHA III-IV +30 %	580 320	Náklady standard -30 %	108 373

Pro lepší přehled a srovnání jsou na dalších stránkách grafy, jež porovnávají Náklady na 1 QALY a ICER mezi 6 vlivy, které byly zahrnuty do citlivostní analýzy. První graf představuje rozdíly u vlivu náklady na telemedicínu, následuje graf náklady na standardní léčbu, následně změna hodnot utility NYHA II, poté změna hodnot utility NYHA III-IV. Tyto čtyři grafy porovnávají změny hodnot +/- 30 %. Předposlední graf ukazuje diskontní sazbu, kde jsou porovnávány změny hodnot pro 0 % a 5 %. Poslední graf je pro časový horizont, kde byly zvoleny změny hodnot 5 a 15 let. Dolní osa s hodnotami představuje číslo, které pro ICER znamená, jakých hodnot dosahuje nákladová efektivita a pro náklady na 1 QALY jsou tyto hodnoty vzaty na Kč.

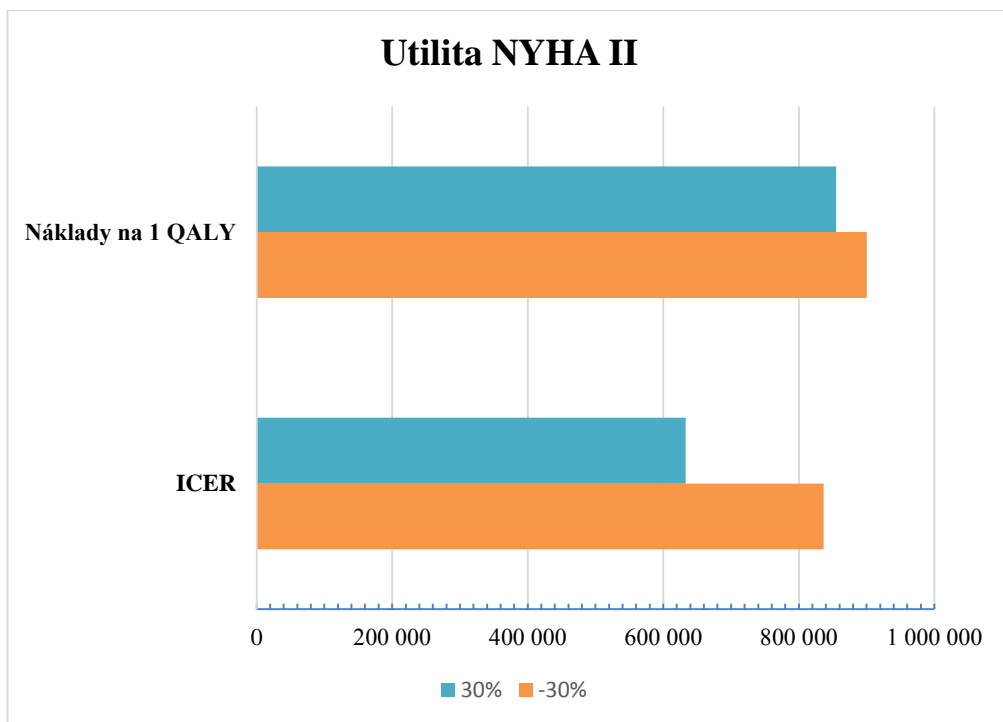




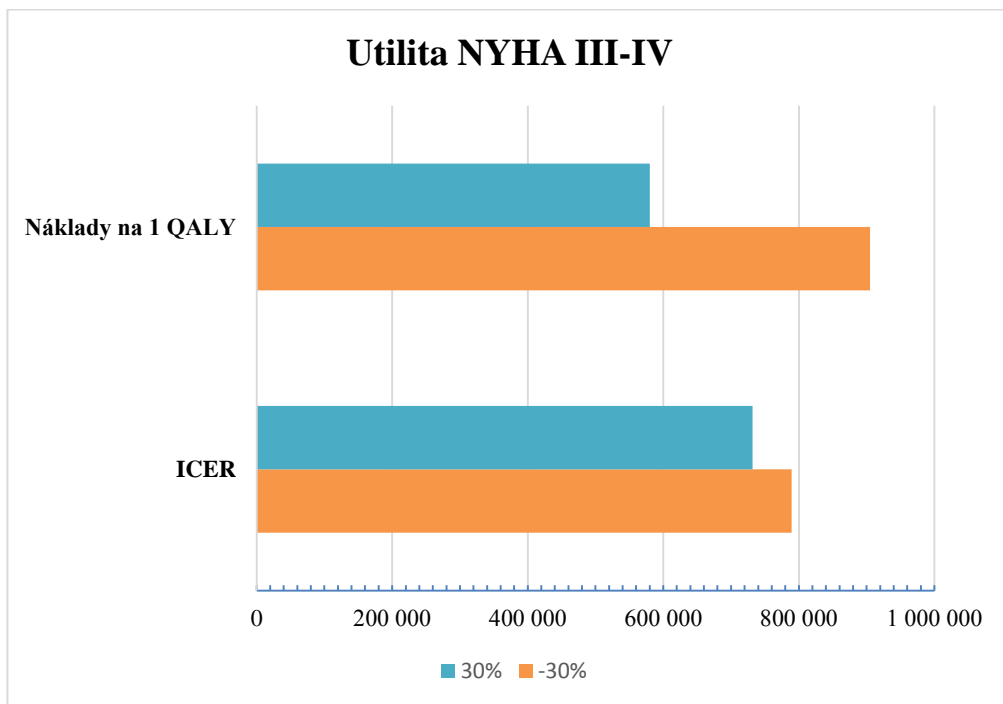
Obrázek 5.3: Náklady na telemedicínu



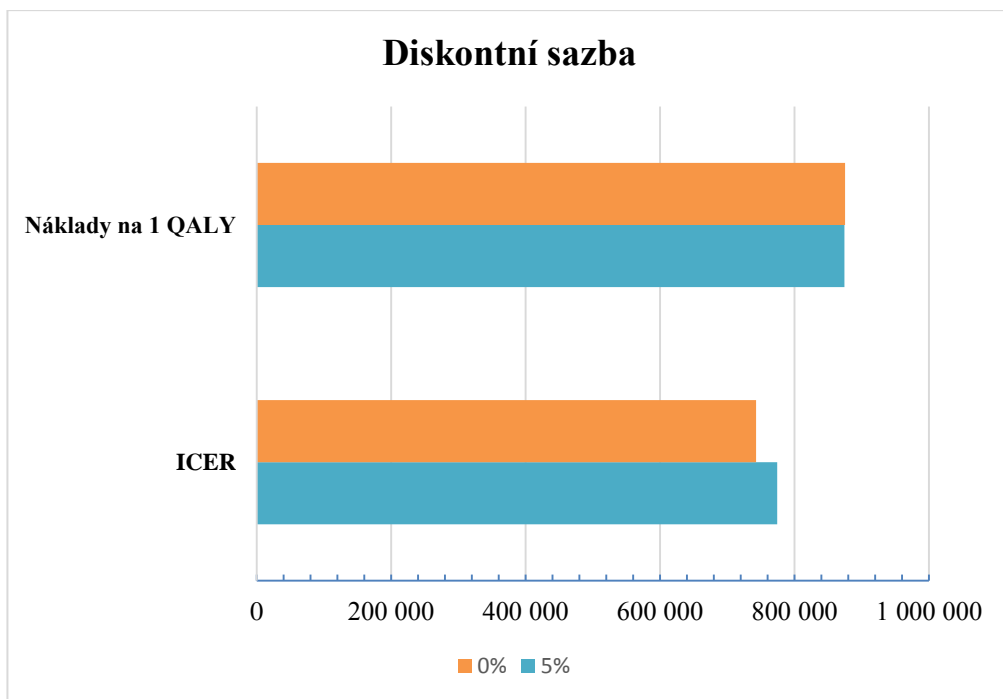
Obrázek 5.4: Náklady na standardní léčbu



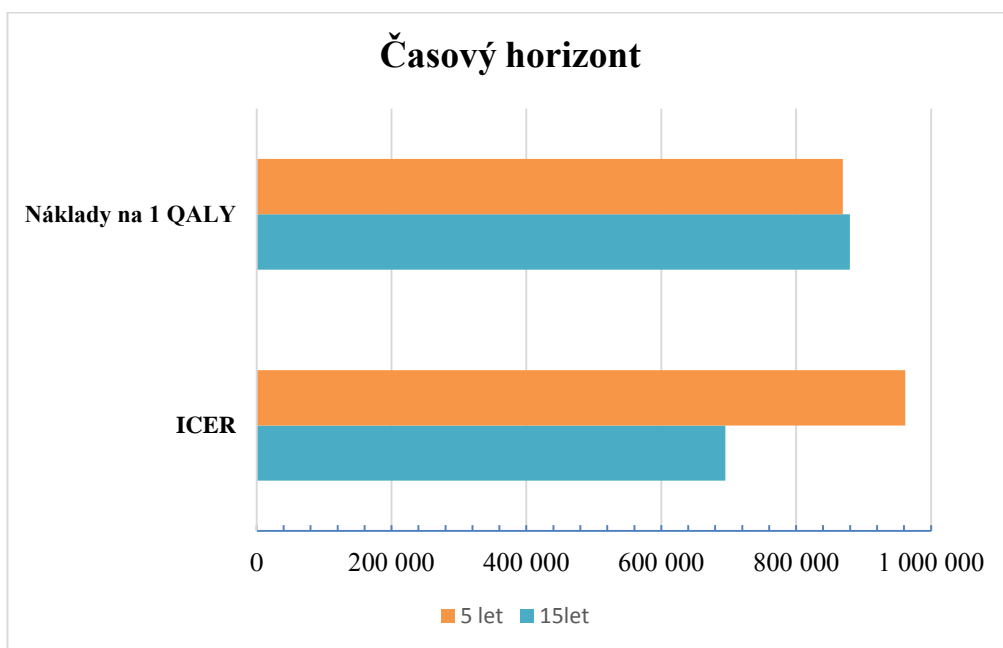
**Obrázek 5.5:** Změna hodnoty utility NYHA II



**Obrázek 5.6:** Změna hodnoty utility NYHA III-IV

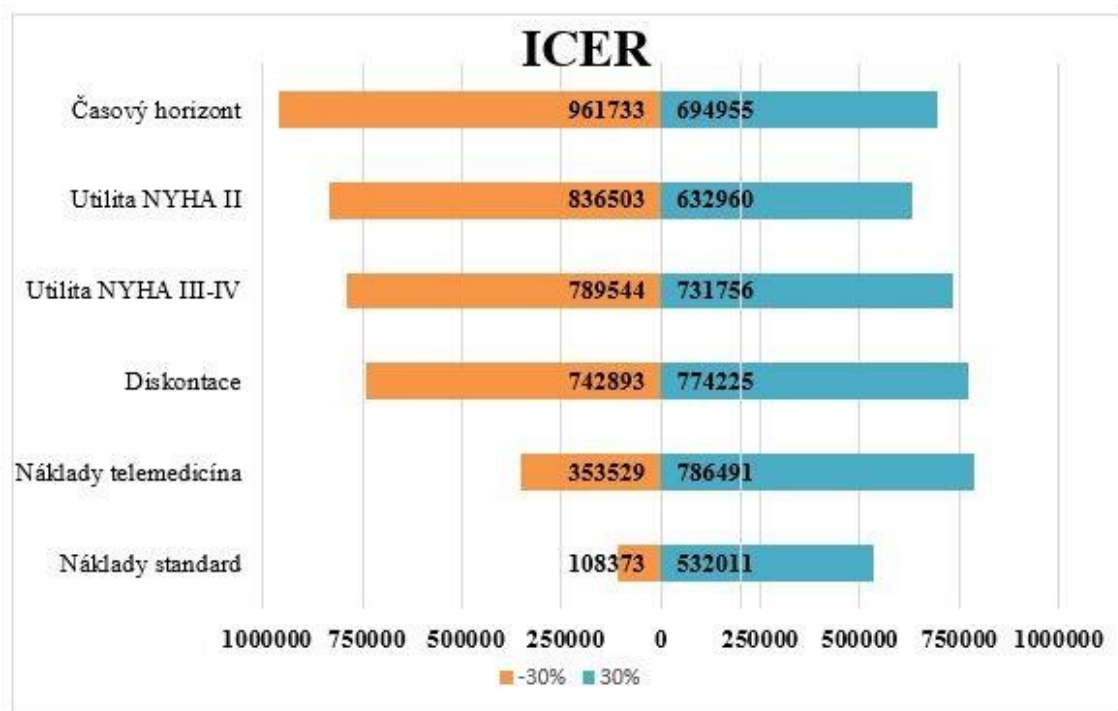


Obrázek 5.7: Diskontní sazba



Obrázek 5.8: Časový horizont

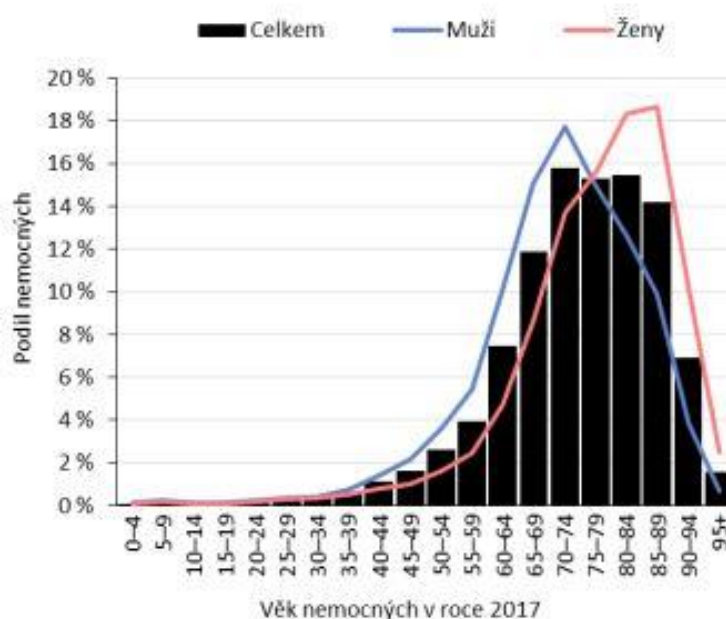
Poslední graf citlivostní analýzy srovnává rozdíly vlivů na proměnné u hodnoty ICER. Na grafu jsou vidět patrné rozdíly u samotných vlivů. Nejmenšího rozdílu při změně vstupu dosáhla diskontace a naopak největší rozdíl je u vlivu náklady na telemedicínu. Ovšem nejmenší inkrementální efekt vyšel u vlivu náklady na standardní léčbu -30 %. Nejvyšší zvýšení hodnoty inkrementálního efektu bylo dosaženo u časového horizontu na 5 let.



**Obrázek 5.9:** Tornádo diagram ICER

## 6 Diskuse

Hlavním cílem diplomové práce bylo analyzovat nákladovou efektivitu u pacientů se srdečním selháním za použití telemonitoringu v porovnání se standardní léčbou. Problematika srdečního selhání je celosvětově velký problém a mnoho lidí na toto onemocnění umírá. V rozvinutých zemích včetně České republiky v posledních desetiletích klesá počet úmrtí. Srdeční selhání se začíná projevovat po 40 roku života, nejčastěji příčinou je špatná strava nebo genetické predispozice. Prevalence symptomatického srdečního selhání v populaci se pohybuje kolem 2 %, ale v závislosti na věku prudce stoupá, již po 60 roku života dosahuje 10-20 %. Jak je patrné na obrázku 6.1, srdeční selhání se v České republice začíná vyskytovat ve větší míře po 40 roku života, ale v menším výskytu je téměř v každé věkové skupině [53, 54].



Věk	N (%)	Průměr (SD)	Medián (IQR)
Muži	142 577 (50,8 %)	71 (13)	72 (64; 80)
Ženy	138 290 (49,2 %)	77 (13)	79 (71; 86)
Celkem ČR	280 867 (100,0 %)	74 (13)	76 (67; 84)

Obrázek 6.1: Věková struktura osob trpící srdečním selháním v roce 2017 [54]

Zlepšená léčba akutních stavů dovoluje, aby co nejvíce postižených dospělo do chronického srdečního selhání, které se dá lépe ošetřovat. Toto onemocnění má špatnou prognózu i léčbu, jenž je navíc velmi náročná na medicínské znalosti a ekonomické náklady [59].

V tabulce 5.13 jsou interpretovány výsledky nákladové analýzy. Z těchto výsledků je patrné, že při srovnání telemedicíny a standardní léčby vychází dle nákladů lépe standardní léčba, ale telemedicína je na druhou stranu účinnější. ICER vychází kladně, to znamená, že standardní léčba je v tomto případě nákladově efektivnější, protože dle vzorce níže je telemedicína označována jako intervence a standardní léčba jako komparátor. Pokud vychází takový výsledek záporně, znamená to, že prostředek v intervenční skupině má větší efekt než komparátor.

$$ICER = \frac{C \text{ intervence (Kč)} - C \text{ komparátor (Kč)}}{E \text{ intervence (jednotka efektu)} - E \text{ komparátor (jednotka efektu)}} \quad (6.1)$$

Cílem zpracování analýzy nákladů a užítu pomocí Markovových modelů za použití programu R bylo aplikování výsledků na stejný jmenovatel QALY. Pro zjednodušení modelu obsahující 3 stavy mohou výsledky podléhat částečnému zkreslení z důvodu neopakování se stavu SMRT. V případě o rozšíření dalších stavů chyběl dostatečný vzorek pacientů, kteří byli zapojeni do léčby v zdravotnickém zařízení.

Výsledky analýzy nákladů a užítu v tabulce 5.18 v 10letém horizontu s 5 % diskontní sazbou uvádějí jako nákladově efektivnější telemedicínu. V tabulce 5.18 jsou zobrazeny celkové náklady, QALY a náklady na 1 QALY. V této tabulce vychází, stejně jako u analýzy nákladové efektivity, že standardní léčba je nákladově efektivnější ve srovnání s telemedicínou, ale telemedicína je účinnější a dosahuje také nižších hodnot u nákladů na 1 QALY. V tabulce 5.19 jsou zobrazeny rozdíly v nákladech a QALY. V posledním sloupci je vypočten ICER, který vyšel kladně a ukazuje, že standardní léčba je nákladově efektivní.

Nejprve byla provedena analýza současného stavu problematiky v ČR a především v zahraničí (viz. Kapitola 2). Z přehledu vybraných studií zaměřených na problematiku srdečního selhání vyplývá, že většina studií hodnotí telemedicínu kladně a doporučuje ji. Výjimku tvoří tři studie. První zvěřejnil Grustam et al [16] a jejich studie

byla provedena bez ekonomických analýz, tudíž nákladová efektivita je u této studie neznámá a nelze ji srovnat. Ve druhé studii nebyly nalezeny žádné významné rozdíly mezi nemocniční péčí a telemedicínou. Tato studie byla zaměřená na mobilní podporu u pacientů se srdečním selháním a Carbo et al [29] poukazuje, u pacientů v telemedicínském programu, na častější zájem o své vlastní zdraví a také častější komunikaci se zdravotnickým personálem. Všechny transporty do nemocnice jak pro standardní skupiny tak i telemedicínskou skupiny byly provedeny pomocí záchranné služby. V poslední studii dospěl Jerant et al [12] k závěru, že u pacientů ve skupině používající telemedicínu sice došlo ke snížení hospitalizací ve srovnání se standardní léčbou, ale nákladově efektivnější je standardní léčba, protože všichni pacienti užívající telemedicínu byli dopraveni do nemocnice pomocí záchranné služby, zato pacienti ve standardní léčbě využívali vlastní či hromadnou dopravu, která nebyla do těchto nákladů započítána a je potřeba to zohlednit ve výsledcích studie.

Nicméně žádná studie nedospěla ke stejným či podobným výsledkům, jelikož dané studie byly zaměřené na celé státy či oblasti, a ne pouze na jedno zdravotnické zařízení. Mnoho jiných studií dospělo k zajímavým výsledkům jako například Sheena et al [22]. V této studii byl také proveden Markovův model, ale na 20 let a pacienti byli rozděleni do skupin NYHA II a NYHA III. Došli zde k výsledkům, že telemedicina je nákladově efektivnější ve skupině NYHA II o 2 832 USD a ve skupině NYHA III je telemedicina nákladově efektivnější o 5 499 USD. Stejně výsledky, akorát s jinými hodnotami vyšli také v této diplomové práci a to, že telemedicina je v obou těchto programech nákladově efektivnější oproti standardní léčbě.

K podobným výsledkům jako Sheena et al dospěl i Amala et al, který neměl rozdělené pacienty do skupin podle NYHA, ale pouze na pacienty využívající telemedicínu a pacienty využívající standardní léčbu. Zde také dospěli k výsledkům, že telemedicina je nákladově efektivnější oproti standardní léčbě a rozdíl mezi těmito léčebnými programy je 2 674 USD [26].

V oblasti zdravotnických technologií je velmi diskutovaný pojem QALY. Tento relativně nový pojem mnoho českých vědců, expertů i lékařů stále nepovažuje za jednotku měření kvality života, kterou by se dal měřit užitek. Ovšem v zahraničí je QALY bráno jako metoda, která pomáhá přispívat k diagnostice a léčbě různých onemocnění a chorob. Ve studii, která je zaměřená na porovnání standardní a telemedicínské péče bylo

dosazeno závěru pomocí pětidimenzionálního dotazníku EQ-5D, a to že telemedicína má větší efekt ve srovnání se standardní léčbou [53, 54].

Telemedicína dosahuje 2,93 QALY přičemž standardní léčba dosahuje 1,91 QALY, což je rozdíl více jak 1 QALY. Výsledky této diplomové práce představují podobně velký rozdíl v QALY, kdy rozdíl je 1,117 QALY a telemedicína dosahuje většího efektu ve srovnání se standardní léčbou. Ovšem pokud srovnáme rozdíl v nákladech tak v této studii vychází překvapivě, nákladově efektivnější standardní léčba. Náklady na telemedicínu dosahují částky 27 186 € a náklady na standardní léčbu pouze 14 414 €. Tudíž celkový rozdíl činí 12 772 €. Zato ve srovnání s výsledky v této diplomové práci vychází nákladově efektivní standardní léčba, kdy celkový rozdíl v nákladech činí 829 811 Kč (což s kurzem 26,1 Kč za jedno €, ke dni 12. 8. 2020, vychází přibližně na 31 794 €). Ovšem Grustam et al [49] započítali do nákladů i veškeré cestovní výlohy, které převážná většina studií nezapočítává, a zároveň ve standardní léčbě byli pacienti hospitalizováni ambulantně. Ke stejnému výsledku dospěli i v jediné české studii, která byla provedena na našem území. Bulava et al [33] hodnotí dlouhodobý ekonomický přínos s telemetrickým sledováním v domácí péči. Obě studie dospěli k podobným výsledkům ohledně nákladů na dopravu pacientů telemedicíny. Pokud pacientům využívající telemedicínu oznámí jejich lékař, že se musí pacienti dostavit do zdravotnického zařízení, musí se pacienti přepravit za pomoci vlastní dopravy, pokud jsou pacienti ve standardní léčbě, je pro ně v takovém případě připravena záchranná služba. Nicméně takových případů se ve standardní léčbě objevilo jen velmi málo, protože pacienti dochází na pravidelné kontroly a případů zhoršení zdravotního stavu nebylo mnoho. Naopak pacienti sledováni pomocí telemedicíny se museli velmi často dopravit do zdravotnického zařízení za svým lékařem, na vlastní náklady a tyto služby pro ně nejsou vykazovány [33, 49].

Průměrné náklady za rok léčby jsou velmi diskutabilní a mnoho států si své nákladové položky vykazuje jinak, proto je velmi obtížné srovnávat tyto hodnoty. Průměrné náklady za rok léčby ve FN Olomouc činí pro telemedicínu 600 419,5 Kč a 582 879,5 Kč pro standardní léčbu. Rozdíl je velmi malý, ale nákladově efektivnější je standardní léčba, důvodem těchto výsledků je nízký počet pacientů zapojených do měření, a také že je do nákladů započítaný instalační balíček [59].



Za 7 let co se telemedicínských služeb v České republice využívá, bohužel stále služby nebyly legislativně schváleny. S prodlužující dobou dožití, přibývá i počet pacientů, kteří potřebují zdravotnickou péči, a naopak ubývá lékařů, jenž by mohli těmto pacientům věnovat dostatek svého času. Telemedicína se zatím objevuje ve formě projektů, které, pomocí fondů a grantů od evropské unie, uskutečňují jednotlivá zdravotnická zařízení. Možným řešením je systémová digitalizace společnosti, která již pomalu začala, ale trvá velmi dlouho. Stačí pro zmínku uvést zavedení elektronické receptu. Další problém nastává u zdravotních pojišťoven, jenž nevnímají tuto problematiku jako významnou a její spolufinancování odsouvají na pozdější období. Telemedicína nemůže nikdy plně nahradit standardní léčbu, ale pomáhá zlepšovat prognózu pacientů, bezpečnost léčby a také především zmírnit nedostatek zdravotnického personálu. I když se díky této technologii snižuje počet ambulantních návštěv u lékaře, zároveň se zvyšuje počet konzultací nejen mezi pacientem a lékařem, ale i mezi samotnými lékaři, kteří mohou některé případy konzultovat společně, a tím je možno přispět k lepším zdravotnickým výsledkům. V českém zdravotnickém zařízení nebylo možné provést důkladnější analýzu nákladové efektivity, protože se v našich podmínkách telemedicína nepovažuje za léčebnou metodu, ale za léčbu ve fázi vývoje a zkoumání všech potřebných náležitostí, které jsou v našich podmínkách zatím neznámé [59].

## 7 Závěr

Na začátku diplomové práce byly představeny teoretické poznatky pro představení současné problematiky léčby srdečního selhání za pomoci telemonitoringu. Analýzou současného stavu bylo zjištěno mnoho kladných ohlasů pro telemedicínu, především ze zahraničí, jelikož v České republice je telemedicína teprve na svém začátku.

Z provedené literární rešerše zahraničních studií na téma telemedicína u pacientů se srdečním selháním vyplývá, že v převážné většině studií vyšla telemedicína nákladově efektivnější, zkrátila se čekací doba a lékaři pracovali s pacienty, jenž tuto péči výhradně potřebovali.

Analýza nákladové efektivity byla provedena z pohledu plátce zdravotní péče. V porovnání, u pacientů využívající telemedicíny vyšla výsledná hodnota CE 1 954 872,37, u skupiny pacientů se standardní léčbou vyšla výsledná hodnota CE 10 419 270,52.

V analýze nákladů a užítku u léčby srdečního selhání v 10letém horizontu s 5 % diskontní sazbou generoval model přímé náklady na jednoho pacienta z pohledu plátce zdravotní péče. U skupiny pacientů využívající telemedicínu dosáhly náklady částky 5 498 169 Kč a klinický efekt byl 6,282 QALY. Náklady na 1 QALY jsou 875 226 Kč. Ve standardní léčbě byly náklady 4 668 358 Kč, a klinický efekt byl 5,165 QALY. Náklady na 1 QALY jsou 903 845 Kč.

Standardní léčba má náklady na jednotku výsledného efektu nižší o 829 811 Kč. Rozdíl V QALY je 1,117 a hodnota ICER je 742 893. Z těchto výsledků je patrné, že telemedicína dosahuje účinnějšího efektu v porovnání se standardní léčbou, ale nákladově efektivnější vychází standardní léčba.

## Seznam použité literatury

[1] DYLEVSKÝ, Ivan. Funkční anatomie. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-802-4732-404.

[2] LEOŠ NAVRÁTIL A KOLEKTIV. Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-802-4723-198.

[3] WIDIMSKÝ, Jiří. Selhání srdce. 5. vyd. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-295-3.

[4] STŘEDA, Leoš a Karel HÁNA. EHealth a telemedicína: učebnice pro vysoké školy. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5764-3.

[5] ADAM WILLIAM DARKINS a MARGARET ANN CARY. Telemedicine and telehealth: principles, policies, performance, and pitfalls. New York, NY: Springer, 2000. ISBN 978-082-6113-023.

[6] Zavádění a hodnocení telemedicínských technologií a nástrojů eHealth v ČR. Partnerství a spolupráce v oblasti eHealth [online]. 2014. Dostupné z: [http://czechhta.cz/wp-content/uploads/2014/03/Roub%C3%ADk-telemedicina\\_HTA\\_seminar1.pdf](http://czechhta.cz/wp-content/uploads/2014/03/Roub%C3%ADk-telemedicina_HTA_seminar1.pdf)

[7] RAMOS, Victoria. Contributions to the history of Telemedicine of the TICs. 2010 Second Region 8 IEEE Conference on the History of Communications. IEEE, 2010, 2010, 1-5. DOI: 10.1109/HISTELCON.2010.5735269. ISBN 978-1-4244-7450-9. Dostupné také z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5735269/>

[8] VEJVALKA, J. Telemedicína – přehled zahraničních zkušeností. Podklady z konference Inforum99.

[9] HRUBÝ, Jiří. Možnosti využití systému telemonitoringu v gynekologii a porodnictví. Kladno, 2016. Diplomová práce. České Vysoké Učení Technické v Praze Fakulta Biomedicínského Inženýrství. Vedoucí práce Ing. Ondřej Gajdoš.

[10] SHAH, Tariq Kazim, Tasneem TARIQ, Roger PHILLIPS, Steve DAVISON, Adam HOARE, Syed Shahzad HASAN a Zaheer-Ud-Din BABAR. Health care for all: effective, community supported, healthcare with innovative use of telemedicine technology [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1186/s40545-018-0130-5. ISBN

<https://joppp.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40545-018-0130-5>

[11] Sarah L. Gorst, Christopher J. Armitage, Simon Brownsell, Mark S. Hawley; Home Telehealth Uptake and Continued Use Among Heart Failure and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients: a Systematic Review, *Annals of Behavioral Medicine*, Volume 48, Issue 3, 1 December 2014, Pages 323–336, <https://doi.org/10.1007/s12160-014-9607-x>

[12] Reducing the cost of frequent hospital admissions for congestive heart failure: a randomized trial of a home telecare intervention.[online]. 11/2001 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11606877?dopt=Abstract>

[13] BRUNETTI, Natale Daniele, Giulia DELLEGROTtaglie, Claudio LOPRIORE, Giuseppe DI GIUSEPPE, Luisa DE GENNARO, Saverio LANZONE a Matteo DI BIASE. Prehospital Telemedicine Electrocardiogram Triage for a Regional Public Emergency Medical Service: Is It Worth It? A Preliminary Cost Analysis. *Clinical Cardiology* [online]. 2014, 37(3), 140-145 [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1002/clc.22234. ISSN 01609289. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/clc.22234>

[14] BLACK, Jeanne T, Patrick S ROMANO, Banafsheh SADEGHI, Andrew D AUERBACH, Theodore G GANIATS, Sheldon GREENFIELD, Sherrie H KAPLAN a Michael K ONG. A remote monitoring and telephone nurse coaching intervention to reduce readmissions among patients with heart failure: study protocol for the Better Effectiveness After Transition - Heart Failure (BEAT-HF) randomized controlled trial [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1186/1745-6215-15-124. ISBN 10.1186/1745-6215-15-124. Dostupné z: <http://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1745-6215-15-124>

[15] INGLIS, Sally C., Robyn A. CLARK, Finlay A. MCALISTER, Simon STEWART a John G. F. CLELAND. Which components of heart failure programmes are effective? A systematic review and meta-analysis of the outcomes of structured telephone support or telemonitoring as the primary component of chronic heart failure management in 8323 patients: Abridged Coc [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1093/eurjhf/hfr039. ISBN 10.1093/eurjhf/hfr039. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1093/eurjhf/hfr039>

[16] GRUSTAM, Andrija S., Johan L. SEVERENS, Jan VAN NIJNATTEN, Ron KOYMANS a Hubertus J. M. VRIJHOEF. COST-EFFECTIVENESS OF

TELEHEALTH INTERVENTIONS FOR CHRONIC HEART FAILURE PATIENTS: A LITERATURE REVIEW [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1017/S0266462313000779. ISBN 10.1017/S0266462313000779. Dostupné z: [http://www.journals.cambridge.org/abstract\\_S0266462313000779](http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0266462313000779)

[17] Telemedicína jako nástroj zlepšení péče [online]. 2016 [cit. 2018-05-12]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/40681-telemedicina-jako-nastroj-zlepseni-pece>.

[18] KOUBOVÁ, Michaela. Trendem výzkumu je telemedicína. V Česku ji zatím hradí jen VZP v rámci jednoho výkonu. Zdravotnický deník[online]. 20.10.2016 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <http://www.zdravotnickydenik.cz/2016/10/trendem-vyzkumu-je-telemedicina-v-cesku-ji-zatim-hradi-jen-vzp-v-ramci-jedneho-vykonu/>

[19] HOFMANN, Reiner, Heinz VÖLLER, Klaus NAGELS, et al. First outline and baseline data of a randomized, controlled multicenter trial to evaluate the health economic impact of home telemonitoring in chronic heart failure – CardioBBEAT [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1186/s13063-015-0886-8. ISBN 10.1186/s13063-015-0886-8. Dostupné z: <http://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13063-015-0886-8>

[20] MARTÍN-LESENDE, Iñaki, Estibalitz ORRUÑO, Carmen CAIRO, et al. Assessment of a primary care-based telemonitoring intervention for home care patients with heart failure and chronic lung disease. The TELBIL study. BMC Health Services Research [online]. 2011, 11(1), - [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1186/1472-6963-11-56. ISSN 1472-6963. Dostupné z: <http://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6963-11-56>

[21] BLACK, Jeanne T, Patrick S ROMANO, Banafsheh SADEGHI, Andrew D AUERBACH, Theodore G GANIATS, Sheldon GREENFIELD, Sherrie H KAPLAN a Michael K ONG. A remote monitoring and telephone nurse coaching intervention to reduce readmissions among patients with heart failure: study protocol for the Better Effectiveness After Transition - Heart Failure (BEAT-HF) randomized controlled trial [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1186/1745-6215-15-124. ISBN 10.1186/1745-6215-15-124. Dostupné z: <http://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1745-6215-15-124>

[22] International Journal of Telemedicine and Applications [online]. 2016, 2016 [cit. 2018-05-18]. ISSN 1687-6415. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/ijta/2016/3289628/>

[23] CHEN, Ying-Hsien, Yen-Hung LIN, Chi-Sheng HUNG, Ching-Chang HUANG, Deng-Feng YEIH, Pao-Yu CHUANG, Yi-Lwun HO a Ming-Fong CHEN. Clinical Outcome and Cost-Effectiveness of a Synchronous Telehealth Service for Seniors and Nonseniors with Cardiovascular Diseases: Quasi-Experimental Study. Journal of Medical Internet Research [online]. 2013, 15(4), e87- [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.2196/jmir.2091. ISSN 14388871. Dostupné z: <http://www.jmir.org/2013/4/e87/>

[24] VANAGAS, Giedrius, Jelena UMBRASIENĖ a Rimvydas ŠLAPIKAS. Effectiveness of telemedicine and distance learning applications for patients with chronic heart failure. A protocol for prospective parallel group non-randomised open label study [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1136/bmjopen-2012-001346. ISBN 10.1136/bmjopen-2012-001346. Dostupné z: <http://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2012-001346>

[25] THOMAS, Clare L, Mei-See MAN, Alicia O’CATHAIN, et al. Effectiveness and cost-effectiveness of a telehealth intervention to support the management of long-term conditions: study protocol for two linked randomized controlled trials [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1186/1745-6215-15-36. ISBN 10.1186/1745-6215-15-36. Dostupné z: <http://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1745-6215-15-36>

[26] LOUIS, Amala A., Tracy TURNER, Marcia GRETTON, Angela BAKSH a John G. F. CLELAND. A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1016/S1388-9842(03)00160-0. ISBN 10.1016/S1388-9842(03)00160-0. Dostupné z: [http://doi.wiley.com/10.1016/S1388-9842\(03\)00160-0](http://doi.wiley.com/10.1016/S1388-9842(03)00160-0)

[27] Effect of a home monitoring system on hospitalization and resource use for patients with heart failure. [online]. 10/1999 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10502207>

[28] CHAUDHRY, Sarwat I., Christopher O. PHILLIPS, Simon S. STEWART, Barbara RIEGEL, Jennifer A. MATTERA, Anthony F. JERANT a Harlan M. KRUMHOLZ. Telemonitoring for Patients With Chronic Heart Failure: A Systematic Review [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1016/j.cardfail.2006.09.001. ISBN

10.1016/j.cardfail.2006.09.001.

Dostupné

z:

<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1071916406011730>

[29] CARBO, Anisleidy, Manish GUPTA, Leonardo TAMARIZ, Ana PALACIO, Silvina LEVIS, Zsuzsanna NEMETH a Stuti DANG. Mobile Technologies for Managing Heart Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. *Telemedicine and e-Health* [online]. 2016, , - [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1089/tmj.2017.0269. ISSN 1530-5627. Dostupné z: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/tmj.2017.0269>

[30] O nás: Vznik Národního telemedicínského centra. Fakultní nemocnice Olomouc [online]. [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: [https://www.fnol.cz/narodni-telemedicinske-centrum\\_78.html](https://www.fnol.cz/narodni-telemedicinske-centrum_78.html)

[31] MAGANN, Everett F., Samantha S. MCKELVEY, Wilbur C. HITT, Michael V. SMITH, Ghazala A. AZAM a Curtis L. LOWERY. The Use of Telemedicine in Obstetrics: A Review of the Literature [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1097/OGX.0b013e3182219902. ISBN 10.1097/OGX.0b013e3182219902

[32] HERSH, William R, Mark HELFAND, James WALLACE, Dale KRAEMER, Patricia PATTERSON, Susan SHAPIRO a Merwyn GREENLICK. Clinical outcomes resulting from telemedicine interventions: a systematic review [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1186/1472-6947-1-5. ISBN 10.1186/1472-6947-1-5. Dostupné z: <http://bmcmedinformdecismak.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6947-1-5>

[33] BULAVA, Alan, Ondřej OŠMERA, Michal ŠNOREK, Adam NOVOTNÝ a Ladislav DUŠEK. Cost analysis of telemedicine monitoring of patients with implantable cardioverter-defibrillators in the Czech Republic [online]. [cit. 2018-05-18]. DOI: 10.1016/j.crvasa.2015.08.006. ISBN 10.1016/j.crvasa.2015.08.006. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010865015000855>

[34] GOMES, Manuel, Edmond S.-W. NG, Richard GRIEVE, Richard NIXON, James CARPENTER a Simon G. THOMPSON. Developing Appropriate Methods for Cost-Effectiveness Analysis of Cluster Randomized Trials. *Medical Decision Making* [online]. 2012, 32(2), 350-361 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1177/0272989X11418372. ISSN 0272-989X. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0272989X11418372>

[35] CAMPBELL, Jonathan D., R. Brett MCQUEEN, Anne M. LIBBY, D. Eldon SPACKMAN, Joshua J. CARLSON a Andrew BRIGGS. Cost-Effectiveness Uncertainty

Analysis Methods. *Medical Decision Making* [online]. 2015, 35(5), 596-607 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1177/0272989X14556510. ISSN 0272-989X. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0272989X14556510>

[36] *Medical Decision Making* [online]. 2012, 32(1) [cit. 2018-11-29]. ISSN 0272-989X. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0272989X11407341>

[37] THOKALA, Praveen, Nancy DEVLIN, Kevin MARSH, 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 in Health* [online]. 2016, 19(1), 1-13 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1016/j.jval.2015.12.003. ISSN 10983015. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1098301515051359>

[38] ANGELIS, Aris a Panos KANAVOS. Comment on: “Does MCDA Trump CEA?”. *Applied Health Economics and Health Policy* [online]. [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1007/s40258-018-0445-z. ISSN 1175-5652. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s40258-018-0445-z>

[39] Korviny, P. (2011) Teoretické základy vícekriteriálního rozhodování

[40] LIAO, Wen-Hwa a Wan-Li QIU. Applying analytic hierarchy process to assess healthcare-oriented cloud computing service systems. *SpringerPlus* [online]. 2016, 5(1) [cit. 2018-12-02]. DOI: 10.1186/s40064-016-2686-3. ISSN 2193-1801. Dostupné z: <http://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-2686-3>

[41] *Public Health* [online]. 2014, 128(10) [cit. 2018-12-02]. ISSN 00333506. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S003335061400184X>

[42] GARRIDO, Melissa M., Partha DEB, James F. BURGESS a Joan D. PENROD. Choosing Models for Health Care Cost Analyses: Issues of Nonlinearity and Endogeneity. *Health Services Research* [online]. 2012, 47(6), 2377-2397 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1111/j.1475-6773.2012.01414.x. ISSN 00179124. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1475-6773.2012.01414.x>

[43] JEVE, Yadava B. Raising quality whilst reducing cost in health care: A retrospective cohort study. *The International Journal of Health Planning and Management* [online]. 2018, 33(1), e228-e237 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1002/hpm.2454. ISSN 07496753. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/hpm.2454>



[44] NIKITOVIC, M., W. P. WODCHIS, M. D. KRAHN a S. M. CADARETTE. Direct health-care costs attributed to hip fractures among seniors: a matched cohort study. *Osteoporosis International* [online]. 2013, 24(2), 659-669 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1007/s00198-012-2034-6. ISSN 0937-941X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00198-012-2034-6>

[45] WILSON, Michael. Preparing a patient for an 'X-ray': A student nurse's perspective of radiographic imaging. *Journal of Orthopaedic Nursing* [online]. 2009, 13(3), 115-118 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1016/j.joon.2009.07.004. ISSN 13613111. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1361311109001277>

[46] NWACHUKWU, Benedict U., William W. SCHAIRER, Jaime L. BERNSTEIN, Emily R. DODWELL, Robert G. MARX a Answorth A. ALLEN. Cost-Effectiveness Analyses in Orthopaedic Sports Medicine. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2015, 43(6), 1530-1537 [cit. 2018-11-29]. DOI: 10.1177/0363546514544684. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546514544684>

[47] Goodman, C. (2014) HTA 101: Introduction to Health Technology Assessment

[48] GIORDANO, A., S. SCALVINI, E. ZANELLI, U. CORRÀ, Longobardi G. L., V. A. RICCI, P. BAIARDI a F. GLISENTI. Multicenter randomised trial on home-based telemanagement to prevent hospital readmission of patients with chronic heart failure. *International Journal of Cardiology* [online]. 2009, 131(2), 192-199 [cit. 2020-04-24]. DOI: 10.1016/j.ijcard.2007.10.027. ISSN 01675273. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167527307019596>

[49] GRUSTAM, Andrija S., Johan L. SEVERENS, Daniele DE MASSARI, Nasuh BUYUKKARAMIKLI, Ron KOYMANS a Hubertus J. M. VRIJHOEF. Cost-Effectiveness Analysis in Telehealth: A Comparison between Home Telemonitoring, Nurse Telephone Support, and Usual Care in Chronic Heart Failure Management. *Value in Health* [online]. 2018, 21(7), 772-782 [cit. 2020-04-24]. DOI: 10.1016/j.jval.2017.11.011. ISSN 10983015. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1098301518301839>

[50] ALEHAGEN, Urban, Mikael RAHMQUIST, Thomas PAULSSON a Lars-Åke LEVIN. Quality-adjusted life year weights among elderly patients with heart

failure. *European Journal of Heart Failure* [online]. 2008, 10(10), 1033-1039 [cit. 2020-04-24]. DOI: 10.1016/j.ejheart.2008.07.015. ISSN 13889842. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1016/j.ejheart.2008.07.015>

[51] Inglis SC, Clark RA, McAlister FA, et al. Which components of heart failure programmes are effective? A systematic review and meta-analysis of the outcomes of structured telephone support or telemonitoring as the primary component of chronic heart failure management in 8323 patients: abridged Cochrane review. *Eur J Heart Fail.* 2011;13:1028–1240

[52] KLIMEŠ, Jiří. Zdravotní ekonomie a outcomes research jako součást procesu hodnocení zdravotních technologií v České republice. Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, 2014. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Prof. RNDr. Jiří Vlček, CSc.

[53] ŠPINAR, Jindřich, Jaromír HRADEC, Lenka ŠPINAROVÁ, et al. Summary of the 2016 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Prepared by the Czech Society of Cardiology. *Cor et Vasa* [online]. 2016, 58(5), e530-e568 [cit. 2020-05-04]. DOI: 10.1016/j.crvasa.2016.09.004. ISSN 00108650. Dostupné z: <http://e-coretrvasa.cz/doi/10.1016/j.crvasa.2016.09.004.html>

[54] TÁBORSKÝ, Miloš. Doporučené postupy – Diagnostika a léčba akutního a chronického srdečního selhání. Národní portál klinických doporučených postupů [online]. 2020, 2020(3.0), 114 [cit. 2020-05-04]. DOI: CZ.03.2.63/0.0/0.0/15\_039/0008221. Dostupné z: [https://kdp.uzis.cz/res/file/kdp-oponentura/kdp-azv-09-cks\\_verze3.pdf](https://kdp.uzis.cz/res/file/kdp-oponentura/kdp-azv-09-cks_verze3.pdf)

[55] Novinky v kardiologii. Praha: Mladá fronta, 2015-. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-3984-0.

[56] KLIMEŠ, Jiří. Zdravotní ekonomie a outcomes research jako součást procesu hodnocení zdravotních technologií v České republice. Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, 2014. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze. Vedoucí práce Prof. RNDr. Jiří Vlček, CSc.

[57] BRIGGS, Andrew H., Milton C. WEINSTEIN, Elisabeth A.L. FENWICK, Jonathan KARNON, Mark J. SCULPHER a A. David PALTIEL. Model Parameter Estimation and Uncertainty: A Report of the ISPOR-SMDM Modeling Good Research Practices Task Force-6. *Value in Health* [online]. 2012, 15(6), 835-842 [cit. 2020-05-04].

DOI: 10.1016/j.jval.2012.04.014. ISSN 10983015. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1098301512016592>

[58] *BMJ* [online]. 1993, **307**(6908) [cit. 2020-05-19]. ISSN 0959-8138.  
Dostupné z: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.307.6908.859>

[59] Konzultace ve FN Olomouc – Mgr. Michal Štýbnar

## Seznam tabulek

Tabulka 2.1: Výhody a nevýhody telemedicíny .....	17
Tabulka 2.2: Souhrn všech studií.....	36
Tabulka 2.3: Funkční klasifikace srdečního selhání dle NYHA .....	41
Tabulka 4.1: Bodová stupnice AHP .....	46
Tabulka 4.2: Nákladové analýzy .....	49
Tabulka 5.1: Kategorie pacienta .....	56
Tabulka 5.2: Vybavení pacientů při využití telemedicínských postupů s chronickým srdečním selháním .....	57
Tabulka 5.3: Průměrné náklady na léčbu pacienta se srdečním selháním.....	58
Tabulka 5.4: Náklady a úspory pacientů se srdečním selháním využívající telemedicínu .....	58
Tabulka 5.5: Náklady u pacientů se srdečním selháním za rok 2017.....	60
Tabulka 5.6: Příklad všech úkonů u jednoho pacienta s náklady ve FN Olomouc za rok .....	61
Tabulka 5.7: Saatyho matice pro telemedicínu a standardní léčbu.....	62
Tabulka 5.8: Průměrné hodnocení variant pro kritérium Efektivita léčby .....	62
Tabulka 5.9: Průměrné hodnocení variant pro kritérium Snížení nákladů .....	62
Tabulka 5.10: Průměrné hodnocení variant pro kritérium Snížení počtu hospitalizací..	63
Tabulka 5.11: Průměrné hodnocení variant pro kritérium Zkrácení čekací doby .....	63
Tabulka 5.12: Výsledné efekty metody AHP .....	63
Tabulka 5.13: Výsledky analýzy nákladové efektivity.....	64
Tabulka 5.14: Použité hodnoty utilit pro Markovův model.....	65
Tabulka 5.15: Průběh vývoje počtu pacientů.....	67

Tabulka 5.16: Přejchodové stavy Markovova modelu pro telemedicínu .....	68
Tabulka 5.17: Přejchodové stavy Markovova modelu pro standardní léčbu.....	68
Tabulka 5.18: Výsledky CUA .....	69
Tabulka 5.19: CUA výsledky .....	69
Tabulka 5.20: Citlivostní analýza Telemedicína vs. Standard.....	70
Tabulka 5.21: Specifikace vlivu na náklady 1 QALY a ICER Telemedicína vs. Standard .....	71

## Seznam obrázků

Obrázek 4.1: Interpretace výsledků ICER .....	51
Obrázek 4.2: Příklad Markovova modelu [56] .....	54
Obrázek 4.3: Postup tvorby Markovova modelu [57] .....	54
Obrázek 5.1: Stavový diagram modelu pro telemedicínu.....	66
Obrázek 5.2: Stavový diagram modelu pro standardní léčbu.....	67
Obrázek 5.3: Náklady na telemedicínu .....	72
Obrázek 5.4: Náklady na standardní léčbu .....	72
Obrázek 5.5: Změna hodnoty utility NYHA II.....	73
Obrázek 5.6: Změna hodnoty utility NYHA III-IV .....	73
Obrázek 5.7: Diskontní sazba .....	74
Obrázek 5.8: Časový horizont .....	74
Obrázek 5.9: Tornádo diagram ICER .....	75
Obrázek 6.1: Věková struktura osob trpících srdečním selháním v roce 2017 [54] .....	76

# Příloha I

Porovnání Telemedicíny vs Standard

## Kód:

```
library(heemod)
```

\*Matice přechodů pro telemedicínu

```
mat_telemedicina <- define_transition(.917,.048,.035,.031,.912,.057,0,0,1,  
state_names=c("NYHAI", "NYHAIII", "SMRT"))
```

\*Matice přechodů pro standard

```
mat_standard <- define_transition(.852,.087,.061,.022,.9,.078,0,0,1,  
state_names=c("NYHAI", "NYHAIII", "SMRT"))
```

\*Definování stavů pro telemedicínu

```
state_NYHAI_telemedicina <- define_state(cost = 355315.30, utility = 0.71 )  
state_NYHAIII_telemedicina <- define_state(cost = 845523.80, utility = 0.55 )  
state_SMRT_telemedicina <- define_state(cost = 0, utility = 0)
```

\*Definování stavů pro standart

```
state_NYHAI_standard <- define_state(cost = 337775.30, utility = 0.68)  
state_NYHAIII_standard <- define_state(cost = 827724, utility = 0.54 )  
state_SMRT_standard <- define_state(cost = 0, utility = 0)
```

\*Strategie pro telemedicínu

```
strat_telemedicina <- define_strategy(transition = mat_telemedicina, NYHAI =  
state_NYHAI_telemedicina, NYHAIII = state_NYHAIII_telemedicina, SMRT =  
state_SMRT_telemedicina)
```

\*Strategie pro standard

```
strat_standard <- define_strategy(transition = mat_standard, NYHAI = state_NYHAI_standard, NYHAIII = state_NYHAIII_standard, SMRT = state_SMRT_standard)
```

\*Výsledný model

```
res_mod <- run_model(telemedicina = strat_telemedicina, standard = strat_standard, cycles = 10, init = c(124, 106, 0), cost = cost, effect = utility)
```

Grafické výstupy

```
plot(res_mod, type = "counts", panel = "by_state")
```

```
plot(res_mod, type = "counts", panel = "by_strategy")
```

```
plot(res_mod, type = "values", panel = "by_value", free_y = TRUE)
```

## DISKONTACE

\*definování parametrů

```
par <- define_parameters(c_NYHAI_tele = 355315.30, c_NYHAI_stan = 337775.30, c_NYHAIII_tele = 845523.80, c_NYHAIII_stan = 827724.30, c_SMRT = 0, u_NYHAI_tele = 0.71, u_NYHAI_stan = 0.68, u_NYHAIII_tele = 0.55, u_NYHAIII_stan = 0.54, u_SMRT = 0)
```

\*definování přechodů

```
mat_telemedicina <- define_transition(.917,.048,.035,.031,.912,.057,0,0,1, state_names=c("NYHAI","NYHAIII","SMRT"))
```

```
mat_standard <- define_transition(.852,.087,.061,.022,.9,.078,0,0,1, state_names=c("NYHAI","NYHAIII","SMRT"))
```

Definování stavů + diskontace 5%

```
state_NYHAI_telemedicina <- define_state(c_l = discount(c_NYHAI_tele, 0.05), u = discount(u_NYHAI_tele, 0.05))
```



```
state_NYHAIIII_telemedicina <- define_state(c_l = discount(c_NYHAIIII_tele, 0.05), u = discount(u_NYHAIIII_tele, 0.05))
```

```
state_NYHAIII_standard <- define_state(c_l = discount(c_NYHAIII_stan, 0.05), u = discount(u_NYHAIII_stan, 0.05))
```

```
state_NYHAIIII_standard <- define_state(c_l = discount(c_NYHAIIII_stan, 0.05), u = discount(u_NYHAIIII_stan, 0.05))
```

```
state_SMRT <- define_state(c_l = discount(c_SMRT, 0.05), u = discount(u_SMRT, 0.05))
```

\* definování strategií

```
strat_tele <- define_strategy(transition = mat_telemedicina, NYHAIII = state_NYHAIII_telemedicina, NYHAIIII = state_NYHAIIII_telemedicina, SMRT = state_SMRT)
```

```
strat_stan <- define_strategy(transition = mat_standard, NYHAIII = state_NYHAIII_standard, NYHAIIII = state_NYHAIIII_standard, SMRT = state_SMRT)
```

\* Výsledný model

```
model <- run_model(tele = strat_tele, stan = strat_stan, parameters = par, cycles = 10, init = c(124, 106, 0), cost = c_l, effect = u)
```

\* DSA - definování senzitivní analýzy

```
det <- define_dsa(c_NYHAIII_tele, 0.7*c_NYHAIII_tele, 1.3*c_NYHAIII_tele, c_NYHAIIII_tele, 0.7*c_NYHAIIII_tele, 1.3*c_NYHAIIII_tele, u_NYHAIII_tele, 0.7*u_NYHAIII_tele, 1.3*u_NYHAIII_tele, c_NYHAIII_stan, 0.7*c_NYHAIII_stan, 1.3*c_NYHAIII_stan, c_NYHAIIII_stan, 0.7*c_NYHAIIII_stan, 1.3*c_NYHAIIII_stan, u_NYHAIII_stan, 0.7*u_NYHAIII_stan, 1.3*u_NYHAIII_stan, c_SMRT, 0.7*c_SMRT, 1.3*c_SMRT, u_SMRT, 0.7*u_SMRT, 1.3*u_SMRT)
```

```
deter <- run_dsa(model = model, dsa = det)
```