

# UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

## 1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



### DIPLOMOVÁ PRÁCE

Praha, 2008

Ing. Jana Kováčová

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Navazující magisterský studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Zdravotnická technika a informatika

**SIMULOVANÉ PRACOVISŤE  
JEDNOTKY INTENZIVNÍ PÉČE**

**Diplomová práce**

**Vedoucí diplomové práce:** doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D.

**Autor:** Ing. Jana Kováčová

září 2008

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci zpracovala sama a používala jsem pouze prameny uvedené v seznamu použité literatury a po konzultacích s vedoucím diplomové práce doc. Ing. Jiřím Hozmanem, Ph.D.

V Praze, dne 27. 8. 2008

Ing. Jana Kováčová

.....

podpis

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat vedoucímu diplomové práce panu doc. Jiřímu Hozmanovi, Ph.D. za ochotu, pomoc a cenné rady, které mi pomohly během realizace diplomové práce.

Ing. Jana Kováčová

**SIMULOVANÉ PRACOVISŤE  
JEDNOTKY INTENZIVNÍ PÉČE**

**SIMULATED WORKPLACE  
OF INTENSIVE CARE UNIT**

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce vznikla jako součást projektu, který se zabývá realizací simulovaného pracoviště jednotky intenzivní péče pro biomedicínské techniky na Fakultě biomedicínského inženýrství. Vše bylo řešeno několika dílčími cíly: soupis navrhovaných zařízení, prostorové uspořádání laboratoře, orientační výpočet návratnosti investice.

Celému procesu předcházelo seznámení se se Standardem Ministerstva zdravotnictví O jednotce intenzivní péče a analýza současného stavu v této oblasti.

První cíl byl řešen analýzou nabídky přístrojů a umělého pacienta na trhu. Poté byly jednotlivé součásti laboratoře vybírány ve výběrových řízeních.

Druhým dílčím cílem byl návrh na prostorové uspořádání jednotlivých přístrojů a lůžka v konkrétní místnosti – laboratoři č. 9. Pro vytvoření návrhu jsem použila doporučený program Room Arranger.

Třetím dílčím cílem byl orientační výpočet doby návratnosti, který prokázal návratnost investice během 9 let.

Klíčová slova: jednotka intenzivní péče, umělý pacient, simulace

## **Abstract**

This diploma paper arose as a part of project, which considers by realization of simulated workplace of intensive care unit for biomedical technicians on Faculty of biomedical engineering. That was solved by several partial points: list of proposed instruments, space solution of laboratory, orientation calculation of recovery of investment.

At first I got acquainted with Standard of Ministry of Health About intensive care unit and I analyzed the present state of this area.

The first point was solved by analyse offer of instruments and patient simulator. Than individual components of laboratory were taken up in selection procedures.

The second partial point was the concept of space solution of laboratory several instruments and a bed in laboratory 9. I used a recommended computer program Room Arranger for creation of solution.

The third partial point was orientation calculation of time of recovery of investment, which proved, that time of recovery of investment is 9 years.

Key words: intensive care unit, patient simulator, simulation

# Obsah

Abstrakt.....	6
Abstract.....	6
1 Úvod.....	9
1.1 Výběr tématu .....	9
1.2 Cíl a motivace .....	9
1.3 Předpokládané přínosy .....	9
1.4 Struktura práce .....	10
2 Teoretická část .....	11
2.1 Monitorovací systém pro JIP .....	11
2.2 Infúzní systém pro JIP .....	12
2.3 Defibrilátor.....	13
2.4 Elektrokardiograf .....	14
2.5 Kapnometr, modul CO <sub>2</sub> .....	15
2.6 Kardiostimulátor .....	16
2.7 Lůžko resuscitační.....	18
2.8 Nebulizátor.....	18
2.9 Odsávačka .....	20
2.10 Pulzní oxymetr.....	21
2.11 Přístroj anesteziologický .....	22
2.12 Ventilátor.....	24
2.13 Rampa.....	26
3 Simulované pracoviště JIP.....	28
3.1 Soupis navrhovaných zařízení.....	28
3.1.1 Metodika .....	28
3.1.2 Přehled jednotlivých přístrojů.....	29
3.1.3 Tester .....	37
3.1.4 Umělý pacient.....	37
3.2 Prostorové uspořádání laboratoře.....	40
3.2.1 Metodika .....	40
3.2.2 Návrh prostorového uspořádání laboratoře JIP .....	41
3.3 Orientační výpočet návratnosti investice .....	42
3.3.1 Metodika .....	42
3.3.2 Návratnost investice.....	43
4 Diskuse.....	50
5 Závěr .....	52
6 Seznam literatury .....	53



# 1 Úvod

## 1.1 Výběr tématu

Tato diplomová práce vznikla jako součást projektu, který se zabývá realizací simulovaného pracoviště jednotky intenzivní péče pro biomedicínské techniky na Fakultě biomedicínského inženýrství. Jedná se o projekt pod názvem Rozvoj společné přístrojové základny v oblasti biomedicínského inženýrství na ČVUT, jehož hlavním řešitelem je pan doc. Ing. Jiří Hozman, Ph.D.

## 1.2 Cíl a motivace

Hlavním cílem této diplomové práce bylo sestavit simulované pracoviště JIP (jednotky intenzivní péče) pro biomedicínské techniky. To znamená vybudování laboratoře, která bude vybavena zařízeními, která se vyznačují značnou mírou didaktické názornosti, tj. velmi dobře ilustrující princip činnosti daného zařízení.

Vše bylo řešeno několika dílčími cíly:

- Soupis navrhovaných zařízení
- Prostorové uspořádání laboratoře
- Orientační výpočet návratnosti investice

K výběru tématu diplomové práce mě motivoval zájem o problematiku intenzivní péče. Při jejím řešení jsem tak mohla využít poznatky z několika přednášených předmětů na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT a aplikovat je během své práce.

## 1.3 Předpokládané přínosy

Intenzivní péče je specifická zdravotní péče o vážně nemocné pacienty, kteří jsou ohroženi selháním základních životních funkcí, nebo kterým selhává jedna nebo více životně důležitých orgánových funkcí. Péče o takové pacienty zahrnuje intenzivní léčebné a diagnostické postupy, ošetřování, monitorování životních funkcí případně jejich podporu např. napojením pacienta na ventilátor, náhrada funkce ledvin apod. Péče je poskytována po dobu potřebnou k provedení nezbytných vyšetření a ošetření nebo po dobu, po kterou lze

důvodně očekávat náhlý zvrát stability zdravotního stavu. Délka intenzivní péče a k tomu nutné lékařské přístroje vyžadují zvláštní pracoviště – jednotky intenzivní péče (JIP). [1]

Simulace je jedním z efektivních způsobů, jak si vyzkoušet nově nabyté znalosti a dovednosti v praxi, k níž slouží тренаžér. Ten využívá napodobování přirozených podmínek náročných situací k výcviku speciálně školených jednotlivců. Výhodou je možnost danou situaci uměle vytvořit a opakovat, dokud školený navrženou situaci nevyřeší podle předem stanoveného postupu. Dalším kladem je eliminace nežádoucích následků chybového jednání a z toho důvodu se tento způsob výuky stále rozšiřuje do více oblastí.

## **1.4 Struktura práce**

V první kapitole jsem představila své téma, účel a motiv volby tématu a předpokládané přínosy.

V druhé kapitole se zabývám popisem činnosti jednotlivých přístrojů a využitím pro intenzivní péči.

Třetí kapitola pojednává o realizaci simulovaného pracoviště JIP, o plnění jednotlivých dílčích úkolů.

Čtvrtá kapitola je věnována diskuzi, a to zamyšlení se nad skutečností, do jaké míry se mi podařily splnit původní dílčí cíle.

Pátá a závěrečná kapitola shrnuje hlavní myšlenky práce.

## 2 Teoretická část

Tato část pojednává o jednotlivých přístrojích, které jsou nutné při poskytování péče pacientovi ve stavu ohrožení jeho života na oddělení JIP.

### 2.1 Monitorovací systém pro JIP

Technické řešení monitorovacích systémů je většinou stovebnicové, tak aby bylo možné volit skladbu přístrojů a celkové uspořádání podle potřeby a charakteru jednotky intenzivní péče.

V podstatě se podle uspořádání dělí tyto systémy na tři provedení:

- Lůžkové monitory pro každé lůžko bez centrály
- Centrální monitor pro více lůžek bez lůžkových monitorů
- Centrální monitor pro více lůžek, včetně lůžkových monitorů

Prvé provedení je jednodušší, nepotřebuje propojovací vedení. Nejvýhodnější je provedení třetí, které umožňuje jak centrální sledování všech pacientů, tak sledování u lůžka během ošetřování. Obvykle se projektuje JIP pro šest lůžek. U každého lůžka je panel s přípojkami pro jednotlivé přístroje monitorovacího systému, pro resuscitační přístroje a pro vývody centrálního rozvodu pro kyslík, tlakový vzduch, vakuum a pod. [2]

Jako příklad modulárního monitoru může sloužit monitor firmy Mindray na obrázku číslo 1.



Obrázek číslo 1 – modulární monitor firmy Mindray Beneview T8

(zdroj: <http://www.cheiron.cz/cs/produkty/monitoring/pacientske-monitor/beneview-t8.ep/>)

## 2.2 Infúzní systém pro JIP

Lineární dávkovač slouží k dávkování malých objemů, tedy nejčastěji léků. Je zde kladen důraz na co největší přesnost, která se pohybuje okolo +/- 2%. Infúzní pumpa je určena k dávkování velkých objemů, z toho vyplývá i mírně nižší přesnost oproti lineárnímu dávkovači, a to +/- 5%.

Například firma DN FORMED nabízí dávkovač (obrázek č. 2), který podporuje nejen snadný výpočet rychlosti dávkování z objemu, času, koncentrace, váhy, ale nabízí další výhody. Dynamický tlakový systém, je-li aktivován, předchází okluzi nebo indikuje rozpojení setu. V případě, že není aktivován dynamický tlakový systém, antibolusový (bolus = objem) systém sníží automaticky přetlak při okluzi na max. 10 kPa (zatímco limitní tlak se pohybuje mezi 30 až 120 kPa). [5]

Dále rozsáhlá knihovna léků s možností vlastní aktualizace včetně vytváření mezních hodnot dávkování pro jednotlivé léky (maximální rychlost a objem dávkování, maximální rychlost a objem bonusu, atd.) podporuje maximální bezpečnost podávání infúze. [5]



Obrázek č. 2 – Lineární dávkovač firmy AMV Technics TECHNIC I  
(zdroj: [http://www.dnformed.cz/img/technic\\_1.jpg](http://www.dnformed.cz/img/technic_1.jpg) )

## 2.3 Defibrilátor

Defibrilátor (obrázek č. 3) je určen pro léčbu komorové a případně i síňové fibrilace nesynchronizovaným vysokonapětovým impulsem. Tento elektrický impuls je schopen obnovit funkci srdce. Srdeční sval musí být okysličený a nepříliš poškozený například infarktem či zraněním. Jeho použití je součástí kardiopulmonální resuscitace. [2]



Obrázek č. 3 – defibrilátor Corpus 3

(zdroj: <http://www.cheiron.cz/cs/produkty/resuscitace/defibrilatory/corpuls3.ep/> )

Defibrilace je léčebný úkon, který je určený k přerušení nezdravé elektrické aktivity srdeční svaloviny s cílem vytvořit podmínky pro obnovení funkční elektrické aktivity srdce. Cílem je dosáhnout depolarizace srdeční svaloviny jako celku při zachované schopnosti srdeční svaloviny vytvářet a vést elektrické vzruchy a vykonávat mechanickou práci. Tento stav umožní pravidelné vytváření vzruchů v převodním systému, jejich převod na komory a následné pravidelné stahy srdeční svaloviny. Defibrilace nemůže pomoci, pokud již srdce není schopno vlastní elektrické aktivity. [4]

Při defibrilaci přes srdeční sval prochází elektrický proud, obvykle z elektrod umístěných na hrudník pacienta. Je pochopitelné, že makroskopický proud přes srdeční sval omezí vliv lokálních proudů, které napomáhaly udržení nezdravé elektrické aktivity. Při průtoku proudu srdcem se vytváří gradient potenciálu a tím se jednak změní polarizace membrán, jednak je elektrické pole orientováno ve směru fyziologického průchodu depolarizační vlny, což napomáhá blokovat kroužení depolarizační vlny. [4]

V první generaci defibrilátorů se výboj uskutečňoval pouhým vybíjením kondenzátoru přes tělo pacienta. Současné přístroje mění polaritu výboje (bifázické, trifázické, případně polyfázické defibrilátory), zohledňují impedanci hrudníku pacienta, používají optimálně řízené pulsy. Všechna tato zlepšení směřují ke snížení napětí a energie potřebných k zajištění léčebného efektu, a tím omezují případné poškození buněčných struktur následkem průchodu proudu. [4]

## **2.4 Elektrokardiograf**

Lidské srdce je generátor elektrických potenciálů, uložený v objemovém vodiči, torzu. Během depolarizace a repolarizace vytváří každá část srdečního svalu elektrické potenciály. Elektrické potenciály lze snímat přímo ze srdečního svalu, z povrchu srdce nebo z povrchu těla. [6]

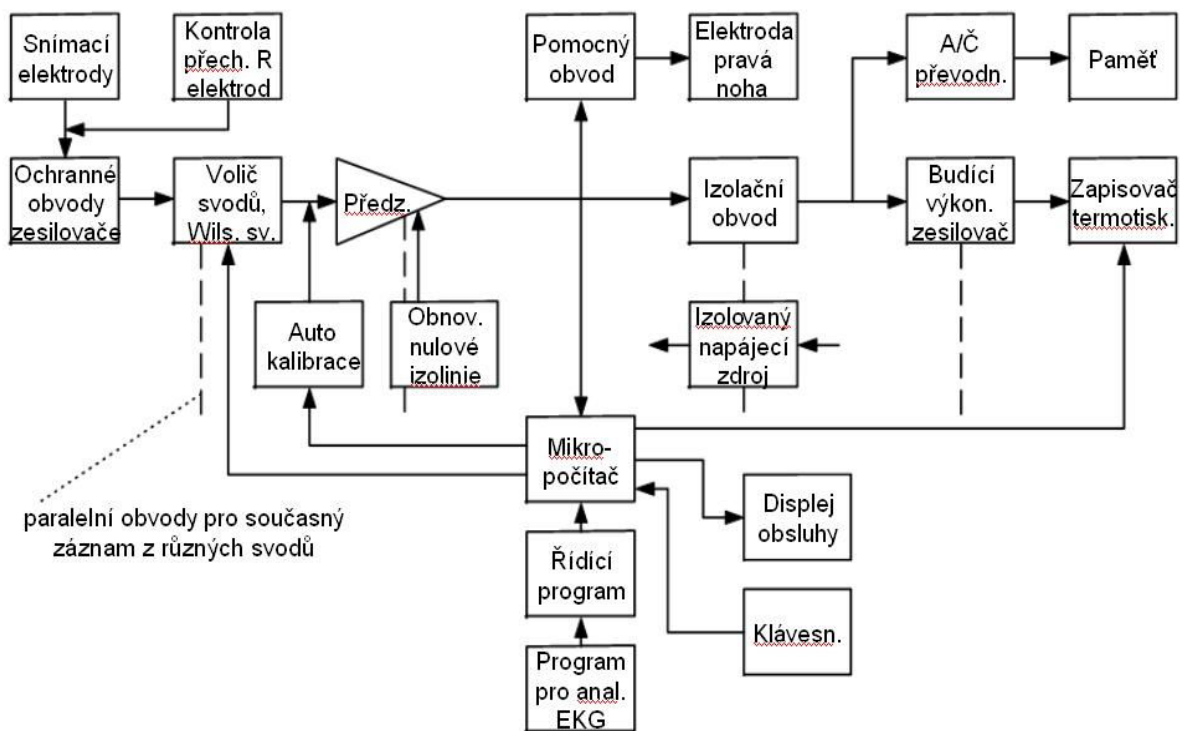
Elektrokardiografie představuje rozhodující oblast v diagnostice srdečních chorob. Rozvoj technických prostředků elektrokardiografie umožnil hodnocení zápisu srdečních akčních potenciálů k patogenetickému vyhodnocování změn biopotenciálů z povrchu těla, snímání z té části srdce, kde je předpokládána porucha funkce, dále způsoby sledování změn elektrické aktivity v dlouhých časových úsecích a uplatnění moderních matematických metod k hodnocení získaných záznamů. [2]

Místa snímání potenciálu (svody) jsou nejčastěji na končetinách a na hrudníku – podle standardních metodik je jich celkem dvanáct. Existují i jiná místa pro umístění svodu, jsou však většinou užívána pro speciální účely. Standardní EKG svody s označením I, II a III (Einthovenovy svody) jsou tzv. bipolární a registrují vždy rozdíly potenciálu mezi dvěma elektrodami (Einthovenův trojúhelník). Elektrody se umísťují na předloktí obou rukou a levý bérec, zatímco pravý bérec se zemní. Ostatních devět svodů je unipolárních. Z toho tři jsou shodné se svody standardními a zbývající svody jsou hrudní (označené V1-6), rozmístěné podél medioklavikulární čáry. Hrudní elektrody snímají potenciály vzhledem k tzv. centrální svorce. Unipolární končetinové svody jsou podle Goldbergerova zapojení označeny aVR, aVL a aVF a snímají signál proti modifikované centrální svorce se zesíleným napěťovým ziskem.

Výstupem z měření na elektrokardiografu jsou EKG křivky, zobrazované na stínítku obrazovky nebo zaznamenávané na vhodné medium. [7]

Pro názornost funkce EKG je na obrázku č. 4 uvedeno blokové uspořádání EKG.

# BLOKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ



Obrázek č. 4 – blokové uspořádání EKG  
(zdroj: přednáška J. Hozman, před\_LT1\_EKG\_bw 29. 5. 2003)

## 2.5 Kapnometr, modul CO<sub>2</sub>

Kapnometrie, kapnografie jsou metody měřící hodnotu CO<sub>2</sub> ve vydechované směsi. Kapnometrie udává pouze číselnou hodnotu. Kapnografie znázorňuje graficky křivku CO<sub>2</sub> v průběhu dechového cyklu.

Kapnometrie je velmi senzitivní a neinvazivní monitorovací metoda, která má v urgentní medicíně plné opodstatnění. Nejčastěji lze využít její specifické přednosti k rychlému a bezpečnému průkazu správné endotracheální intubace, dále jako určitého markeru úspěšnosti prováděné KPR (kardiopulmonální resuscitace). Při mezinemocničních transporthch resuscitačního či intenzivního charakteru je nutno pacienta komplexně

monitorovat. Zde má místo kapnometrie, hlavně ve spojení s pulzní oxymetrií, k monitorování adekvátní ventilace pacienta a k rychlému rozpoznání nežádoucích situací během transportu, např. porucha ventilátoru, zásobení plyny, okluze ET (endotracheální) rourky, interference pacienta s ventilátorem, rozpojení dýchacího systému a další. Kapnometrie a kapnografie se staly výrazným vylepšením monitorování ventilovaných pacientů při činnosti a transportech v podmínkách přednemocniční a mezinemocniční neodkladné péče, a proto by mobilní prostředky, provádějící tuto činnost, měly být standardně vybaveny kapnometrem s kapnografickým záznamem. [8]

Příklad kapnometru je znázorněn na obrázku č. 5.



Obrázek č. 5 – kapnometr EMMA

(zdroj: <http://www.cheiron.cz/cs/produkty/resuscitace/kapnometr-emma.ep/>)

## **2.6 Kardiostimulátor**

Lidské srdce je orgán, který je celý lidský život předurčen bít pravidelně 60-70 krát za minutu. A kvůli takovéto zátěži občas dochází k jeho poruchám - bradykardie, tachykardie, arytmie. Jelikož lidské tělo není schopno se samo vypořádat s takovýmto problémem, přišli vědci s přístrojem, který je schopen opravit chybný chod srdce - kardiostimulátor. [16] [17]



Kardiostimulátor (obrázek č. 6) usměrňuje srdce v jeho bití pomocí elektrických impulsů. K tomu, aby mohl takto fungovat, potřebuje dvě základní součásti. Vlastní řídicí člen, který určuje, jak a kdy bude poslán impuls do srdce a elektroda, která zajišťuje sledování stahů srdce, a pokud dojde k "nesprávnému" stahu nebo k vynechání, tak i přenos impulsu zpět do srdce. Kardiostimulátor tedy funguje jako hlídač stahů a pokud se srdce začne chovat "nestandardně", začne ho napravit. [16] [17]



Obrázek č. 6 – kardiostimulátor

(zdroj: [http://www.chfpatients.com/implants/pacer\\_in\\_two\\_hands.jpg](http://www.chfpatients.com/implants/pacer_in_two_hands.jpg) )

V současné době existuje několik typů kardiostimulátorů.

Jednokomorové - z kardiostimulátoru vychází pouze jedna elektroda, která je umístěna v horní komoře nebo atriu, případně v dolní komoře

Dvoukomorové - z těla kardiostimulátoru vychází dvě elektrody, z nichž jedna je umístěna v atriu a druhá v dolní komoře. Toto řešení více odpovídá reálnému šíření signálů v srdci a je účinná při poruše AV uzlu, kdy "přeposílá" signály z horních komor do komor dolních.

Samonastavitelné - tyto kardiostimulátory sledují průběžné zatížení a adaptivně nastavují frekvenci signálů. Tento typ asi nejvíce kopíruje přirozenou funkci srdce. Je také nejvíce oblíben mezi uživateli. Mohou být jak jedno tak i dvoukomorové.

Kardiostimulátory se staly nedílnou součástí běžného života a prodloužily život mnoha tisícům lidí. Vývoj kardiostimulátorů směřuje k větší miniaturizaci a delší životnosti přístroje i baterií.

Mezi hlavní výrobce kardiostimulátorů patří firma Medtronic - [www.medtronic.com](http://www.medtronic.com)  
[16] [17]

## 2.7 Lůžko resuscitační

Resuscitační lůžko (obrázek č. 7) slouží k uložení pacienta, který je v ohrožení života. Z toho důvodu se výrobci snaží zajistit pacientům co největší komfort. Stabilitu lůžek zajišťují sloupky, které mohou být dva nebo tři. Dále je lůžko doplněno o matraci, která by měla dosahovat takové kvality, aby co nejvíce předcházela dekubitům (proleženinám) u pacienta.

Příkladem firmy, která vyrábí resuscitační lůžko a k němu potřebné příslušenství, je firma Linet.

Lůžko může být vybaveno integrovanými váhami a je přizpůsobeno pro rentgenování klasickým RTG přístrojem i C ramenem. Veškeré polohovací funkce lůžka se realizují pomocí elektromotorů. Konstrukce lůžka je přizpůsobena pro snadnou a důkladnou každodenní očistu. [18]



Obrázek č. 7 – lůžko pro intenzivní péči  
(zdroj: [http://www.linet.cz/data2/dep\\_33/ELEGANZA\\_ICU\(9\).jpg](http://www.linet.cz/data2/dep_33/ELEGANZA_ICU(9).jpg) )

## 2.8 Nebulizátor

Inhalátory (nebulizátory) jsou přístroje (obrázek č. 8), které rozptylují kapaliny na drobné částičky, tvořící mlhu (latinsky nebula) vhodnou k vdechování (inhalaci). Tím zajišťují zvlhčování vdechovaného vzduchu. Místo vody lze použít jako zvlhčovací medium fyziologický roztok, vodou naředěné léčivo nebo jiné tekutiny. [9]



Obrázek č. 8 – nebulizátor

(zdroj: <http://www.cheiron.cz/cs/produkty/aerosolova-a-kyslikova-terapie/nebulizatory/tepelne-nebulizatory-elton.ep/> )

Asi nejjednodušším typem inhalátorů jsou jednoduché dávkovače aerosolu pro akutní potřebu tzv. inhalační nástavce. Základem nástavce je tlaková nádobka s aerosolem na kterou se nasouvá inhalační nástavec s dávkovací komůrkou a aerosolovou maskou. Chlopňový jednocestný ventil zabraňuje výdechu do dávkovací komůrky. Inhalační nástavec je většinou vázán na určitý druh léčiva a jako takový je nabízen pod nejrůznějšími obchodními značeními. [9]

Jiným typem jsou asi historicky nejstarší parní inhalátory. Jak název napovídá, inhalačním médiem je pára, která vzniká zahřátím tekutiny na vysokou teplotu. [9]

Dalším typem inhalátorů jsou kompresorové-tryskové inhalátory, které vytváří mlhu pomocí hnacího plynu a trysky. Jsou založeny na principu rozbití tekutiny na drobné částice proudem plynu. Proud hnacího plynu unikajícího z trysky do nebulizační komory nasává podtlakem kapalinu s léčivem ze zásobníku. Současně se při vysokém rozdílu tlaků na hraně trysky rozbíjí molekulární vazby v kapalině. Inhalátory jsou vybaveny miniaturními kompresorky buď pístového nebo častěji membránového typu, které pak transportují vzniklý aerosol k pacientovi. [9]

Do skupiny kompresorových inhalátorů lze také zařadit tryskové mikronebulizátory často též označované jako nebulizátory nebo zvlhčovače s miniaturní komůrkou, které

využívají jako hnacího plynu medicijnálního kyslíku z centrálního rozvodu, nebo z kyslíkové bomby. Lze je provozovat ve vertikální a některé i v horizontální poloze. [9]

Posledním typem inhalátorů jsou ultrazvukové inhalátory, kde mlha vzniká působením ultrazvukového generátoru na tekutinu. Ultrazvukové inhalátory využívají mechanické energie, kterou vytváří piezoelektrický krystal buzený generátorem na frekvencích řádově stovky KHz až jednotky MHz. Vysokofrekvenční vlnění narušuje molekulové vazby uvnitř kapaliny s rozpuštěným léčivem, která je v přímém nebo nepřímém styku s krystalem a vytváří jemnou mlhu. V jednoduchých konstrukcích se na rozkmitaný kovový terčík přivádí kapalina, která vzlíná ze zásobníku trubičkou naplněnou jemnými vlákny. [9]

## 2.9 Odsávačka

Odsávačka je zařízení určené k odsávání tělních tekutin. Mohou být ve variantě manuální, kdy pohonem je naše fyzická síla. Pro pohodlí a umožnění volných rukou při práci je uzpůsobena pro nožní ovládání. Pohodlnější variantou je pohon elektrický, v tomto případě ji však nelze použít v terénu bez přístupu k elektrické síti.

Firma Medela se zabývá výrobou odsávacích systémů a nabízí inovovanou technologii odsávání QuatroFlex. Inovovaný 4 pístový sací modul vyrobený z odolných plastů. Výhodou tohoto řešení při opravách je snadná a rychlá výměna celého modulu (obrázek č. 9). [19]

Pístový systém (obrázek č. 10) má dva duralové válce se speciální povrchovou úpravou a písty těsněné teflonovými kroužky, které dokáží i při pomalé rychlosti 70 ot./min zajistit velmi strmý nárůst vakua. Díky tomuto systému může aspirátor pracovat nepřetržitě i několik měsíců (např. při thoraxovém sání). [19]



Obrázek č. 9 – technologie QuatroFlex

(zdroj: <http://www.dnformed.cz/img/quatroflex.jpg>)



Obrázek č. 10 – pístový systém

(zdroj: <http://www.dnformed.cz/img/pist.jpg> )

## **2.10 Pulzní oxymetr**

Kyslík vdechovaný do plic zde difunduje do krve, která je srdcem pumpována do těla. Největší část kyslíku je nesena molekulami hemoglobinu, tj. látkou obsaženou v červených krevních buňkách. Malá část kyslíku je také rozpuštěna v krevní plasmě, tu však můžeme pro další měření zanedbat. Hemoglobin existuje ve čtyřech formách: oxyhemoglobin ( $\text{HbO}_2$ ), redukovaný hemoglobin (Hb), karboxyhemoglobin ( $\text{HbCO}$ ) a methemoglobin (MetHb). Poslední dvě jsou přítomny v malé koncentraci. Princip transportu kyslíku krví spočívá ve vazbě molekul kyslíku  $\text{O}_2$  na redukovaný hemoglobin Hb, který následně jako oxyhemoglobin  $\text{HbO}_2$  nese kyslík. Podíl oxyhemoglobinu ku celkové koncentraci hemoglobinu je označován jako saturace kyslíku  $\text{SpO}_2$  a udává se zpravidla v procentech.[15]

Světlo dopadající na vrstvu určité látky může být zeslabeno absorpcí, odrazem a rozptylem. Princip pulzní oxymetrie je založen na Lambertově-Beerově zákonu, který definuje závislost koncentrace rozpuštěné látky k množství světla jí absorbované. Lambertův-Beerův zákon platí pro zeslabení svazku rovnoběžných paprsků absorpcí za předpokladu, že na vrstvu dopadá světlo s jednou vlnovou délkou. Koncentraci roztoku lze tedy určit z množství světla o dané vlnové délce jím absorbované. Pokud jsou v roztoku dvě látky s rozdílnými absorpčními spektry, můžeme z poměru světla absorbovaného na dvou vlnových délkách určit poměr koncentrace těchto látek. V pulzní oxymetrii se zpravidla používá vlnových délek 660nm (červené světlo) a 910nm (infračervené světlo), kde u sledovaných

látek (oxyhemoglobin a redukovaný hemoglobin) dochází k největšímu rozdílu extinkčního koeficientu (konstanty specifické pro danou látku při určité vlnové délce). Pomocí dvojice LED diod o těchto vlnových délkách a fotodiody je měřena absorpce průchodu světla skrz prst či ušní lalůček. Z Lambertova-Beeova zákona můžeme vyjádřit poměr intenzity vystupujícího světla  $I$  ku vstupujícímu  $I_0$  světlu o dané vlnové délce  $l$  tzv. transmitanci (propustnost). [15]

## **2.11 Přístroj anesteziologický**

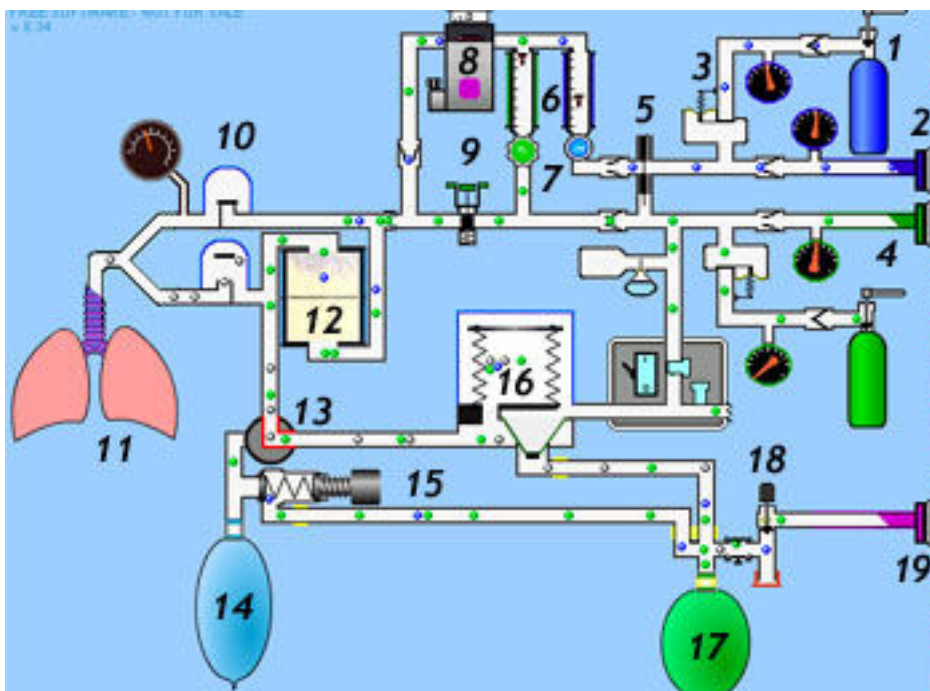
Anesteziologická jednotka je přístroj, který dodává pacientům během chirurgických operací směs plynů. Plní tyto základní funkce:

- zásobuje pacienta kyslíkem  $O_2$ ,
- směšuje kyslík s ostatními plyny,
- zajišťuje řízenou či spontánní ventilaci pacienta. [13]

Dýchací směs se skládá z nosného plynu a inhalačních anestetik. Nosný plyn je směs  $O_2$  a  $N_2O$  (rajský plyn). Podíl kyslíku v nosné směsi je odvozen od jeho podílu ve vzduchu (asi 21%). Rajský plyn samotný nestačí k uvedení pacienta do anestezie, proto se do směsi přidávají další inhalační anestetika (Halotan, Sevofluran, Isofluran). Tato anestetika jsou v dýchací směsi obsažena řádově v jednotkách procenta.

Plyny, které jsou potřeba v největších množstvích ( $O_2$ ,  $N_2O$ , vzduch,  $CO_2$ ), se přivádějí k přístroji pomocí centrálních rozvodů, popřípadě tlakových lahví. Aby nedošlo k nechtěné záměně jednotlivých plynů, jsou ventily barevně rozlišeny, někdy jsou ventily i mechanicky rozdílné.

Při méně náročných výkonech, kdy není nutná aplikace relaxancia (lék, který vyvolá ochablost příčně pruhovaného svalstva), může pacient dýchat spontánně. Anesteziologický přístroj při inhalačním úvodu umožní pacientovi spontánně dýchat. Při použití relaxancia je nutné s pacientem řízeně ventilovat, což nám umožní ventilátor zabudovaný v anesteziologickém přístroji. [13]



- 1) záložní bomba s N<sub>2</sub>O
- 2) centrální rozvod N<sub>2</sub>O
- 3) ventil, který blokuje přívod z bomby, pokud je funkční centrální rozvod
- 4) totéž, co body 1, 2, 3 pro kyslík
- 5) ventil, který uzavírá přívod N<sub>2</sub>O při nedostatečném přívodu kyslíku
- 6) průtokoměry N<sub>2</sub>O a O<sub>2</sub>
- 7) ventily N<sub>2</sub>O a O<sub>2</sub>
- 8) výparník s anestetikem
- 9) by-pass, ventil umožňující rychlou přímou dodávku O<sub>2</sub>
- 10) zpětné ventily, průtok směsi je možný pouze jedním směrem
- 11) plíce
- 12) absorbér CO<sub>2</sub> (vápno)
- 13) ventil pomocí kterého se přepíná z ruční na strojní ventilaci
- 14) vak pro ruční ventilaci
- 15) ventil, kterým se nastavuje množství plynu, které vchází do plic
- 16) píst
- 17) vak pro vyrovnávání tlaku při odsávání
- 18) odsávací ventil
- 19) centrální odsávání [14]

Schéma č. 1 – schéma anesteziologického přístroje

(zdroj: Manuál k přístroji Cato s monitorem PM 8050 in Malena P., Anesteziologický přístroj. Semestrální práce v předmětu Fyzikální metody v medicíně, 12/2002 )

Řízené přístroje lze podle technického hlediska dělit na:

- polootevřené (bez zpětného vdechování)
- polozavřené (s částečným zpětným vdechováním)
- zavřené (s úplným zpětným vdechováním)

Základním funkčním aspektem každého anesteziologického systému je míra zpětného vdechování. Zpětné vdechování znamená opětné vdechování plynu (po úpravě), který již byl vdechnut.

Většina dýchacích systémů používaných pro narkózu jsou uzavřené dýchací systémy. Část expiračního plynu se po absorpci  $\text{CO}_2$  a po obohacení narkotizačními plyny vrací zpět k pacientovi. Přebytečný narkotizační plyn se odvádí, odváděné množství závisí hlavně na nastaveném průtoku. Výhodou uzavřeného systému je především nižší spotřeba anestetik, snazší uchování teploty a vlhkosti dýchacího plynu, v neposlední řadě také nižší ohrožení personálu vydechanými anestetiky a menší ekologická zátěž. (Některá anestetika patří do skupiny freonů) [13]

## 2.12 Ventilátor

Umělá plicní ventilace (obrázek č. 11) se zavádí u pacientů s nedostatečnou nebo žádnou dechovou činností.



Obrázek č. 11 – ventilátor

(zdroj: <http://www.cheiron.cz/cs/produkty/resuscitace/plicni-ventilatory/vela.ep/> )

K zástavě dechové činnosti dochází zejména v důsledku úrazů nebo vysokých dávek tlumících farmak, které mohou způsobit až utlumení dechové funkce. Při dechové zástavě dochází ke snižování parciálního tlaku kyslíku v krvi  $\text{paO}_2$  a zvyšování koncentrace  $\text{paCO}_2$ . Na nedostatek kyslíku jsou nejvíce citlivé mozkové buňky, při nedostatku  $\text{O}_2$  dochází



k nevratným změnám v mozkové tkáni. Normální hodnota  $paO_2 > 9kPa$ , za mezní hodnotu  $paO_2$  se považuje 8 kPa. Ruční plicní ventilátor je proto standardní výbavou vozů záchranné služby, samočinné ventilátory jsou na lůžkách oddělení JIP, ARO a operačních sálů. Metody umělé plicní ventilace se rozdělují na konvenční a nekonvenční. [10] [11]

- Konvenční metody: - objemově řízená ventilace VCV  
- tlakově řízená ventilace PCV  
- prohlubování dýchání pacienta AC a SIMV
- Nekonvenční metody: - vysokofrekvenční ventilace HFV  
- kapalinová ventilace LV  
- Mimosřetňlní plicní oběh ECMO

Objemově řízená ventilace VCV je nejstarší typ ventilace, do pacientových plic je v každém dýchacím cyklu vtlačen stejný objem vzduchu. Přístroje se realizují jako el. poháněný píst s nastavitelnou výškou zdvihu (tj. objemu vpraveného do pacienta) a opakovací frekvence vdechů. Výhodou je nízká výrobní cena, nevýhodou je možnost překročení fyziologického tlaku při plicních obstrukcích, proto tyto přístroje obsahují ochranný ventil aby nemohlo dojít k poškození plic pacienta velkým tlakem. Moderní přístroje umožňují nastavit hraniční tlak, při jehož přesážení začne přístroj alarmovat. [10] [11]

Tlakově řízená ventilace PCV odstraňuje nevýhodu objemově řízené ventilace, u této metody nemůže dojít k překročení tlaku v plicích. Nastavují se dvě hodnoty tlaku PEEP...Positive End-Expiration Pressure, což je pozitivní přetlak v plicích který drží plíce „nafouklé“ aby se zajistil dostatečný objem plic a PIP, což je stálý tlak při vdechové fázi.

Nevýhodou PCV je, že při snížení průchodnosti plic a standardně nastaveném tlaku PIP může dojít k poklesu minutového objemu, což má za následek snížení  $paO_2$  v krvi. Tato nevýhoda PCV se řeší měřením množství oxyhemoglobinu v krvi (obvykle pulzním oxymetrem). Pokud saturace krve  $SaO_2$  poklesne pod prahovou hodnotu (okolo 90%) přístroj upozorní obsluhu na nutnost zvýšení ventilačního tlaku PIP. Maximální tlak v inspiriu by nikdy neměl přesáhnout  $PIP_{max}=38 \text{ cm H}_2\text{O}$ . [10] [11]

Prohlubování dýchání SIMV...Synchronous Intermittent Mandatory Ventilation, v tomto módu je ventilátor synchronizován s pacientovým spontánním dechem, který však není dostatečný na to, aby zajistil dostatečnou oxygenaci krve. Pacient si vlastně sám určuje

dýchání. Tento režim je vhodný zejména pro postupné odpojování, kdy přístroj může pouze kontrolovat dechovou činnost a je-li třeba synchronně vdech prohloubit. [10] [11]

Nekonvenční metodou ventilace je Vysokofrekvenční ventilace HFV. Běžně používané kmitočty HFV se pohybují v rozmezí 1-10Hz, což odpovídá 60-600 vdechům za minutu. Objem vzduchu na jedno vdechnutí se určí z požadované minutové ventilace a použité dechové frekvence.

Vysokofrekvenční ventilace se používá zejména při poraněních hrudníku. Malé vdechové objemy mají za následek malý zdvih hrudníku, takže nedochází k otevírání pooperačních ran a podobně. Před aplikací HVF u pacientů s vlastní fyziologickou ventilací se podávají vhodné medikamenty vedoucí k útlumu přirozené dechové činnosti. [10] [11]

Kapalinová ventilace LV je používána pouze ve speciálních případech. Jako nosič kyslíku se používá speciální kapalina, ze které se uvolňuje kyslík a zároveň absorbuje kysličník uhličitý. Pacient musí tuto látku vdechnout nebo je mu vstříknuta do plic. Před aplikací se podává tlumící preparát, který zablokuje zvracecí reflex. [10] [11]

Ne příliš rozšířenou metodou je metoda Mímotělního plicního oběhu ECMO, a to z důvodu vysoké ceny přístroje a nároků na údržbu. Pacient je v tomto případě napojen na mímotělní oběh. Přístroj pomocí krevní pumpy odvádí odkysličenou krev a do tepen přivádí krev okysličenou. Jelikož se pracuje s mímotělním oběhem, je zde větší riziko infekce než u klasické ventilace. [10] [11]

Současné přístroje jsou většinou kombinací několika principů dohromady, tím se dosahuje optimálních výsledků při minimalizaci rizik pro pacienta. Systémy pro ventilaci a monitorování životních funkcí pacienta jsou dnes často modulární. Na monitoru je vedle údajů o ventilaci MV,  $FiO_2$ ,  $paO_2$ , PIP, PEEP zobrazovány informace o tlaku krve, pulsu, třísvodé EKG a další. [12]

## **2.13 Rampa**

Lůžková rampa je určena k distribuci plynných a elektrických médií do prostoru nad lůžko v lůžkových pokojích zdravotnických zařízení, dále je určena k osvětlování prostoru nad i pod rampou. Kromě uvedeného poskytuje možnost uložení nebo zavěšení různých zdravotnických přístrojů a pomůcek na mediliště.

Rozvod plynu (max. 1 druh) je ukončen na čelní straně rampy standardní rychlospojkou. Elektrovývody (zásuvky) jsou umístěny na spodní ploše rampy, na protilehlé straně od plynových vývodů. Na vodorovných plochách jsou umístěna svítidla k osvětlování prostoru lůžka nebo nad rampou.

Na čelní straně rampy je umístěna medilišta, která slouží k zavěšování různých zdravotnických přístrojů nebo příslušenství. [20]

## 3 Simulované pracoviště JIP

Tato kapitola pojednává o jednotlivých krocích vedoucích ke splnění dílčích cílů, které vedou k uskutečnění předem určeného hlavního cíle.

Nejdříve popíšu metodiku jednotlivých činností, dále její výsledky a následně jejich závěry.

### 3.1 *Soupis navrhovaných zařízení*

#### 3.1.1 Metodika

Celému tomuto procesu předcházelo seznámení se se Standardem Ministerstva zdravotnictví O jednotce intenzivní péče. Celý dokument pojednává o pravidlech, která je nutná dodržet při realizaci pracoviště JIP. Na počátku je uvedena definice Jednotky intenzivní péče, dále kapitoly Velikost a umístění JIP, Místnost a plochy jednotky, Technické a přístrojové vybavení jednotky, Funkční schéma a Zásady pro navrhování jednotky. Vzhledem k tomu, že se jedná o simulované pracoviště JIP není nutné zřizovat místnosti související s pracovištěm JIP (např. denní místnost, hygienický box a další). Pro mou práci byla nejdůležitější kapitola Technické a přístrojové vybavení jednotky, kde jsou uvedeny jednotlivé přístroje nutné k poskytnutí péče. Jak je uvedeno v úvodu dokumentu v definici, Jednotka intenzivní péče zahrnuje 2 typy:

- typ A – jednotka nižší intenzivní péče s převahou funkce monitorovací
- typ B – jednotka vyšší intenzivní péče (resuscitační) s převahou funkce léčby orgánových selhání. [1]

Podle typu jednotky se odvíjí předpis počtu přístrojů pro jednotlivé lůžko či jednotku. Pro naše účely bylo postačující zařazení každého přístroje po jednom kusu. Jedná se o přístroje:

- centrála monitorovací
- dávkovač injekční, lineární
- defibrilátor
- EKG tříkanálový
- kapnometr, modul CO<sub>2</sub>
- kardiostimulátor

- lůžko resuscitační
- monitor EKG, SpO<sub>2</sub>, NIBP, Temp
- monitor modulární s moduly
- nebulizátor
- odsávačka
- oxymetr pulzní
- přístroj anesteziologický
- pumpa infuzní
- ventilátor [1]

V návrhu jsem po domluvě s vedoucím práce vynechala monitorovací centrálu, která je pro dané účely nadbytečná a přidala jsem tester nutný pro testování bezpečnosti přístrojů, dále rampu potřebnou pro zapojení přístrojů a nakonec pro výuku velmi důležitou součást – umělého pacienta.

Další důležitou činností byla analýza současného stavu v této oblasti. Mým záměrem bylo zjistit co nejvíce informací o skutečnosti, zda některá instituce uskutečnila realizaci simulovaného pracoviště JIP. Mým zdrojem pro hledání informací byl internet, na němž se mi nepodařilo najít relevantní zmínku o již provozované laboratoři JIP. Vždy se jednalo o konkrétní reálné jednotky intenzivní péče v nemocnicích nebo fakultních nemocnicích, kam mají přístup studenti lékařských fakult, nebo jiné zdravotnické zaměřené školy, které vlastní různé simulátory v podobě umělých pacientů a jiných, ale v žádném případě v námi navrhovaném rozsahu.

Dále jsme s vedoucím mé diplomové práce navštívili pracoviště Fakultní Thomayerovy nemocnice v Praze 4 – Krč, kde jsme dostali doporučení, kterých dbát při výběru jednotlivých přístrojů.

### **3.1.2 Přehled jednotlivých přístrojů**

Na trhu existuje mnoho společností zabývajících se výrobou či distribucí zdravotnické techniky. Ač se každá firma snaží nabídnout svým zákazníkům to nejlepší, převážná většina lékařských přístrojů se výrazně ve své funkci neliší. Cílem této podkapitoly není postihnout celou současnou nabídku, ale jen uvést příklady nabízených lékařských přístrojů.

## Dávkovač injekční, lineární

- **Firma DN FORMED Brno s.r.o.**

<http://www.dnformed.cz/katalog.php?kat=110&skup=11001&prod=1100101>

- Název: TECHNIC I
- Rozměry (ŠxVxH), váha: 351 x 153 x 93 mm, 2,5 kg
- Cena: neuvedena
- Napájení: vnější - 230 V x 50 Hz (síťový adaptér, akumulátor 12 V), vnitřní - akumulátor NiCD 9,6 V 940 mAh
- Bezp. Tř. př.: II. typ CF
- Interface: USB1.1, IrDa

- **Firma Meditech**

[http://www.meditech.cz/GoodsDetail\\_LS.asp?nGoodsID=901&nDepartmentID=13&nLanguageID=1](http://www.meditech.cz/GoodsDetail_LS.asp?nGoodsID=901&nDepartmentID=13&nLanguageID=1)

- Název: Argus A600
- Rozměry (ŠxVxH), váha: 320x100x180 mm, 2,6 kg
- Cena: neuvedena
- Napájení: 230 V+-10-15%, 50-60 Hz
- Počítačové rozhraní: RS-232, opticky oddělené

- **Firma B.Braun Medical**

<http://www.zdravmat.cz/p/infuzni-transfuzni-technika/perfusor-compact-linearni-davkovac-230-240v/>

- Název: PERFUSOR Compact
- Cena: 33502,20 Kč s 9% DPH
- Napájení: 230/240 V

## Defibrilátor

- **Firma DN FORMED Brno s.r.o.**

<http://www.dnformed.cz/katalog.php?kat=108&skup=10804>

- Název: Samaritan AED
- Rozměry (ŠxVxH), váha: 205x258x60mm, 1,9 kg
- Cena: neuvedena
- Napájení: Baterie Data-Pak™ s pamětí

- **Firma Medicton group**

<http://shop.medicton.com/index.php?productID=268>

- Název: Primedic HeartSave AED
- Rozměry (ŠxVxH): 260x260x85mm,
- Cena: neuvedena
- Napájení: Aku Pak NiCd
- Bifázický

- **Firma Cheiron**

<http://www.cheiron.cz/cs/produkty/resuscitace/defibrilatory/powerheart-aed-g3-pro.ep/>

- Název: Powerheart AED G3 Pro
- Cena: 98 000 +9%
- Napájení: volitelný akumulátor
- Bifázický
- infračervené rozhraní pro komunikaci s PC

## **EKG tříkanálový**

- **Firma Polymed**

<http://www.polymed.cz/cz/pristrojova-technika/ekg-zapisovace-prislusenstvi/>

- Název: EKG SE - 12
- Cena: 69 800 +9%
- Rozměry (ŠxVxH), váha: 420 x 330 x 105 mm, 8 kg
- Napájení: AC: 100 - 240V, 60Hz DC: vestavěná dobíjitelná baterie (14V, Li-ion)
- RS232, USB, Ethernet

- **Firma BTL**

<http://www.btl.cz/p/kardiologie/ekg/btl-08-ecg-s-line/btl-08-sd3-ekg-c08sd3-002v120/>

- Název: BTL-08 SD3
- Cena: 29 000 +9%
- Šíře papíru: 58mm
- Napájení: ze sítě i z akumulátorů

## Kapnometr, modul CO2

- **Firma Cheiron**

<http://www.cheiron.cz/cs/produkty/resuscitace/kapnometr-emma.ep/>

- Název: EMMA
- Cena: 29 700 +9%
- Napájení: 2x baterie AAA
- alarm pro apnoickou pauzu

- **Firma Polymed**

<http://www.polymed.cz/cz/pristrojova-technika/kapnografy-a-prislusenstvi/>

- Název: TIDAL WAVE SP model 715 B
- Cena: 71 000 +9%
- Napájení: ze sítě nebo baterií
- alarm ETCO<sub>2</sub>, SpO<sub>2</sub>, respirace a puls
- Možnost tisku: přes PC, nebo speciální tiskárnu

## Kardiostimulátor

- **Firma Biotronik**

<http://www.biotronik.com/cz/cz/6475>

- Název: Talos
- Cena: neuvedena
- jednodotkové funkce umožňují rychlé a účinné sledování pacienta a současně snižují možnost programovacích chyb
- zaručuje přesné a okamžité rozhodování díky širokopásmové paměti IEGM, která ukládá důležité klinické údaje před výskytem a po výskytu každé události

## Lůžko resuscitační

- **Firma PROMA REHA**

<http://www.promareha.cz/index.php?lang=cs&module=products&page=295>

- Název: TRITON
- Cena: 71 000 +9%
- Rozměr ložné plochy: 85 x 210 cm
- podsvětlení lůžka při napájení ze sítě
- ovládání pomocí sesterského panelu a ovladačů zabudovaných v bočnicích



- **Firma Sezame**

[http://www.sezame.cz/cz/int\\_luzka.htm](http://www.sezame.cz/cz/int_luzka.htm)

- Název: MEDI LX 410
- Cena: neuvedena
- Rozměr ložné plochy: 2050 x 840 mm
- Baterie s vlastní diagnostikou údržby a životnosti
- Možnost doplnění o centrální ovládací panel

## **Monitor EKG, SpO2,NIBP, Temp**

- **Firma Polymed**

<http://www.polymed.cz/cz/pristrojova-technika/monitory-vitalnich-funkci/>

- Název: Monitor M8
- Cena: 42 000 +9%
- Li-ion nabíjitelná baterie, 4,5 hod. provozu - plně nabitá
- Napájení: AC 100-240V, 50/60 Hz

- **Firma Mindray**

<http://www.lhlsro.cz/monitorovaci-systemy-mindray.html#PM-7000>

- Název: PM 9000 Express
- Cena: neuvedena
- Napájení: 230V, záložní zdroj (možnost dobíjení)
- možnost příslušenství na bezdrátový přenos dat do centrální monitorovací jednotky

## **Monitor modulární s moduly**

- **Firma Mindray**

<http://www.cheiron.cz/cs/produkty/monitoring/pacientske-monitory/beneview-t8.ep/>

- Název: Beneview T8
- Cena: neuvedena
- Volitelná konfigurace: 12-svodové EKG, 2 x IBP, CO, ICG, RM, BIS, EtCO2, Multi-Gas/O2, tiskárna, baterie olověná, baterie Li-on, CF karta (pro bezdrátovou LAN nebo uložení do paměti při vypnutí)

- **Firma Stapro**

<http://www.stapro.cz/reseni-pro-zdravotnictvi/zdravotnicka-technika/monitor.asp> - monitor DS 7300

- Název: DS 7300
- Cena: nevedena
- Moduly a měřené parametry – 8 multiparametrických konektorů

## **Nebulizátor**

- **Firma Cheiron**

<http://www.cheiron.cz/cs/produkty/aerosolova-a-kyslikova-terapie/nebulizatory/tepelne-nebulizatory-elton.ep/>

- Název: Elton
- Cena: 11 400,- + 9%
- lze využít i ke klasické kyslíkové terapii pro spontánně dýchající pacienty včetně intubovaných a tracheostomovaných pacientů

- **Firma Polymed**

<http://www.polymed.cz/cz/spotrebni-material/nebulizatory-s-ohrevem/>

- Název: Fisher
- Cena: nevedena
- Napájení: 230 V / 50 Hz

## **Odsávačka**

- **Firma DN FORMED**

- <http://www.dnformed.cz/katalog.php?kat=101&skup=10101&prod=1010105>
- Název: Clario - AC Standard
- Cena: 11 554,- s DPH
- Napájení: 230 - 240 V / 50/60 Hz

- **Firma Cheiron**

<http://www.cheiron.cz/cs/produkty/odsavaci-systemy/elektricke-odsavacky/elektricke-odsavacky-victoria.ep/>

- Název: Victoria Versa
- Cena: 30 580,- + 9%
- Napájení: 230 - 240 V / 50/60 Hz

## **Pulzní oxymetr**

- **Firma Medicton**

- [http://www.medicton.com/Ke\\_stazeni/katalog/katalog.pdf](http://www.medicton.com/Ke_stazeni/katalog/katalog.pdf)

- Název: MD300-D
  - Cena: 5950,- s DPH
  - Napájení: baterie - 2x AAA

- **Firma Cheiron**

- <http://www.cheiron.cz/cs/produkty/resuscitace/pulzni-oxymetry/pulzni-oxymetr-pm-60.ep/>

- Název: PM-60
  - Cena: 13 440,- + 9%
  - Napájení: 4 ks AA baterie

## **Přístroj anesteziologický**

- **Firma s&t**

- <http://www.sntplus.cz/Content.Node/solutions/2891.cz.php>

- Název: Felix integra
  - Cena: nevedena
  - Záložní bateriový zdroj

- **Firma Cheiron**

- <http://www.cheiron.cz/cs/produkty/anestezie/anesteziologicke-pristroje/gentleman-excellent-ii.ep/>

- Název: Gentleman Excellent II.
  - Cena: nevedena
  - možnost propojení datových výstupů z ventilátoru i monitoru vitálních funkcí do nemocniční sítě

## **Pumpa infuzní**

- **Firma Polymed**

- <http://www.polymed.cz/cz/pristrojova-technika/infuzni-volumetricke-pumpy/>

- Název: VP 1000 P
  - Cena: nevedena
  - Napájení: Síťové 230V/50Hz, vnitřní akumulátor NiCd

- **Firma Meditech**

[http://www.meditech.cz/GoodsDetail\\_LS.asp?nGoodsID=900&nDepartmentID=13&nLanguageID=1](http://www.meditech.cz/GoodsDetail_LS.asp?nGoodsID=900&nDepartmentID=13&nLanguageID=1)

- Název: Argus A707
- Cena: nevedena
- Napájení: 230 VAC +-10%, 50/60 Hz, baterie NiMH

## **Plicní ventilátor**

- **Firma Cheiron**

<http://www.cheiron.cz/cs/produkty/resuscitace/plicni-ventilatory/sensor-medics-3100-a-a-b.ep/>

- Název: Sensor Medics 3100 B
- Cena: nevedena
- speciální konstrukce umožňující aktivní expirační fázi, tzv. expulsní efekt

- **Firma Drager**

[http://www.draegermedical.cz/pdfeng/savina\\_pdf-1069e.pdf](http://www.draegermedical.cz/pdfeng/savina_pdf-1069e.pdf)

- Název: Savina
- Cena: nevedena
- Napájení: 100 V – 240 V, 50/60 Hz AC
- Rozhraní: RS 232 C

## **Rampa**

- **Firma Daniševský**

<http://www.danisevsky.cz/>

- Název: Lůžková rampa
- Cena: nevedena
- Max 1 vývod plynu, max 3 el. zásuvky

- **Firma Helio**

[http://www.draegermedical.cz/pdfeng/savina\\_pdf-1069e.pdf](http://www.draegermedical.cz/pdfeng/savina_pdf-1069e.pdf)

- Název: Rampa I
- Cena: nevedena
- Napájení: nástěnné, pevné připojení na síť

### 3.1.3 Tester

Dalším důležitým aspektem v klinické praxi je bezpečnost pacienta a to jak z hlediska úrazu elektrickým proudem, tak i z hlediska přípustných dávek ultrazvukového vlnění a rtg záření. Z tohoto hlediska je třeba mít k dispozici testery a analyzátory lékařských přístrojů, které vyloučí možná rizika.

Vybrání testerů nutných pro zkoušení bezpečnosti jednotlivých přístrojů bylo předmětem jiné práce.

### 3.1.4 Umělý pacient

Umělý pacient slouží pro výuku školených jako tzv. trenážér. Současná nabídka výrobců klade důraz na co nejuvhodnější shodu s reálným pacientem.

V březnu 2008 jsem se mohla zúčastnit prezentace jednoho z výrobců umělých pacientů – firmy METI, kdy zástupci společnosti předvedli přítomným názornou ukázkou, jak konkrétní umělý pacient funguje, jaké nabízí možnosti. METI se též snaží stálým vývojem technologie vytvořit umělou kůži, která by co nejlépe napodobovala kůži reálnou.

Každý výrobce se snaží nabídnout co nejvíce možností realistických nácviků, přesto obecně platí, že téměř všechny firmy zajišťují možnost provádět na umělých pacientech nácvik kardiopulmonální resuscitace, možnost použít reálný defibrilátor (defibrilátor lze na umělém pacientovi aplikovat mnohokrát z důvodu ochrany v podobě kovových plošek připevněných na hrudníku figuríny). Další varianta figuríny většiny výrobců umožňuje nácvik zavádění kanyl, infuzí, injekcí, odběrů krve, měření pulsu apod., jiná nácvik inkubace či umělého dýchání. Tělo umělého pacienta odpovídá skutečné velikosti reálného pacienta. Výrobci se zaměřují nejen na dospělé pacienty, ale i na ty dětské. Každý umělý pacient je doplněn konkrétním softwarem, který zajišťuje propojení s figurínou, a tím možnost hodnocení aktuálního stavu umělého pacienta, jednotlivé úkony na něm provedené a případně upozornit na chybné zacházení.

## Příklady firem zabývajících se výrobou umělých pacientů

**Firma Ambu**, kterou v České republice zastupují nejen společnosti Mediset a Cheiron

[http://www.mediset.cz/ostatni/o\\_firme.htm](http://www.mediset.cz/ostatni/o_firme.htm)

- Ambu Man
  - pro kardio-pulmonální resuscitaci dospělých
  - nastavení pevnosti hrudníku, pro simulaci různých tělesných konstrukcí
  - dýchací cesty jsou otevřeny pouze tehdy, je-li hlava anatomicky správně nakloněná
  - instruktor může manuálně aktivovat puls na krční tepně
  - krční puls se automaticky aktivuje při správné kompresi hrudníku
  - mechanický monitoring poskytuje okamžité informace o objemu ventilace, nafouknutí žaludku, hloubce komprese (v mm) a o nesprávné poloze rukou
  - mechanická monitorovací jednotka umožňuje velice jednoduchou úpravu hraničních hodnot měřených ukazatelů na základě směrnic používaných při nácviku
  - možnost připojení na PC prostřednictvím Ambu CPR Software Kit, Ambu CPR Printer či nového USB rozhraní
  - možnost rozšířit funkce o nácvik defibrilace (viz Defib Trainer Update Kit)
  - Cena: 77 320,- Kč + 9%
  
- Ambu Defib Trainer System
  - pro nácvik defibrilace, ať už s AED, semi-automatickým či manuálním defibrilátorem a umožňuje také trénink dýchání z úst do úst či z úst do bariéry
  - flexibilní defibrilační elektrody umožňují trénink s defibrilátory všech světových značek
  - nácvik realistické defibrilace do energie 360 J
  - možnost připojení na PC prostřednictvím Ambu CPR Software Kit, Ambu CPR Printer či nového USB rozhraní
  - Cena: 101 700,- + 9%

- Ambu CPR Software Kit
  - umožní na vašem stávajícím počítači a tiskárně plánovat, monitorovat, zaznamenávat a tisknout průběh školení na kterékoliv Ambu figuríně s možností připojení na PC
  - software umožňuje online monitoring všech CPR parametrů (objem ventilace, hloubka komprese v mm, nafouknutí žaludku, správná poloha rukou) s možností zálohovat čas jednotlivých akcí
  - Cena: 16 000,- + 9%
  
- Ambu I. V. trenažér
  - pro nácvik zavádění kanyl, infuzí, injekcí, odběrů krve, měření pulsu apod.
  - vyměnitelná kůže, žíly a tepna jsou vyrobeny z latexu, který při vpichu vyvine stejný odpor jako pravá kůže
  - po vytažení jehly se otvor po vpichu uzavře, což zvyšuje životnost vyměnitelných částí
  - realistická pohyblivost zápěstí a ramenního kloubu především při zavádění katétrů na hřbetě ruky
  - ventilový systém zabraňuje vytváření vzduchových bublinek v žíлах
  - Cena: 18 800,- + 9%
  
- Ambu Intubační trenažér
  - pro nácvik intubace pomocí laryngoskopu, vzduchovodu, endotracheální rourky, LMA (Laryngeal Mask Airway), Combitube, či jiných příslušných pomůcek
  - realistická simulace všech částí těla, které jsou důležité pro intubaci, včetně anatomických změn, jež jsou způsobené pohybem hlavy, páteře a čelisti
  - akustický alarmový signál při přílišném tlaku na zuby pacienta, citlivost alarmu je nastavitelná
  - Cena: 48 400,- + 9%

**Firma METI**, kterou v České republice zastupuje společnost Medim

[http://www.medim.info/produkt-detail.php?menu\\_item=2&show\\_product=182&id=119](http://www.medim.info/produkt-detail.php?menu_item=2&show_product=182&id=119)

- Emergency Care Simulator ( [http://www.meti.com/products\\_ps\\_ecs.htm](http://www.meti.com/products_ps_ecs.htm) )
  - umožňuje demonstraci krvácení, dýchání, mrkání víček a křeče
  - možnost defibrilace
  - administrace léků a tekutin
  - řízení dýchání
  - Cena: cca 1 500 000,- + 9%

Dále se prodejem umělých pacientů zabývá:

- firma Helago

<http://www.helago.cz/urazy-resuscitace-z.aspx>

- firma Ars Audio zastupující společnost Laerdal

[http://www.arsaudio.cz/index.php?stranka=produkty\\_downloads&jazyk=cs\\_CZ](http://www.arsaudio.cz/index.php?stranka=produkty_downloads&jazyk=cs_CZ)

## **3.2 Prostorové uspořádání laboratoře**

### **3.2.1 Metodika**

K vytvoření prostorového uspořádání laboratoře JIP jsem použila návrhový program Room arranger (<http://www.roomarranger.com/indexcz.html>) na doporučení vedoucího mé práce. Základní verze programu je přístupná zdarma všem uživatelům během 30 dní, pak je nutné se zaregistrovat. Program je určen pro návrh prostorového uspořádání obytných místností i kanceláří, nabídku tvoří výběr často užívaného zařízení.

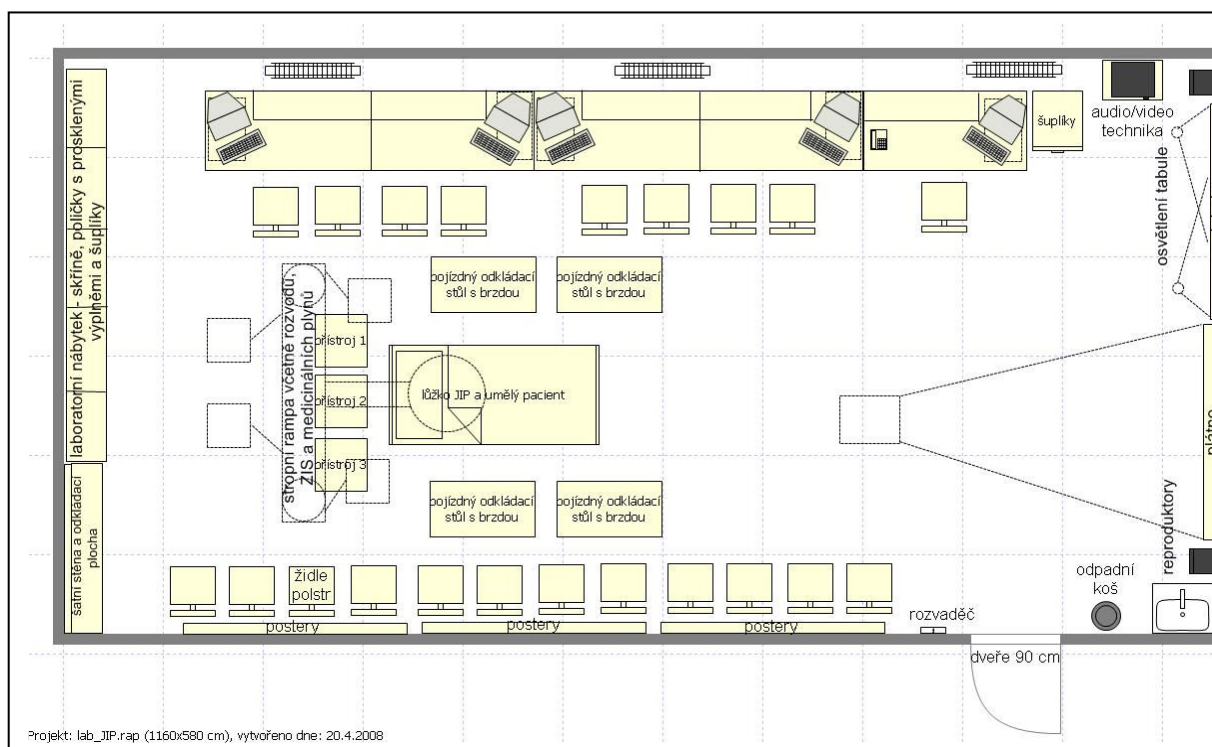
Během tvorby návrhu jsem vycházela z rozměrů místnosti laboratoře č. 9 umístěné na Fakultě biomedicínského inženýrství, v níž bude výuka probíhat.



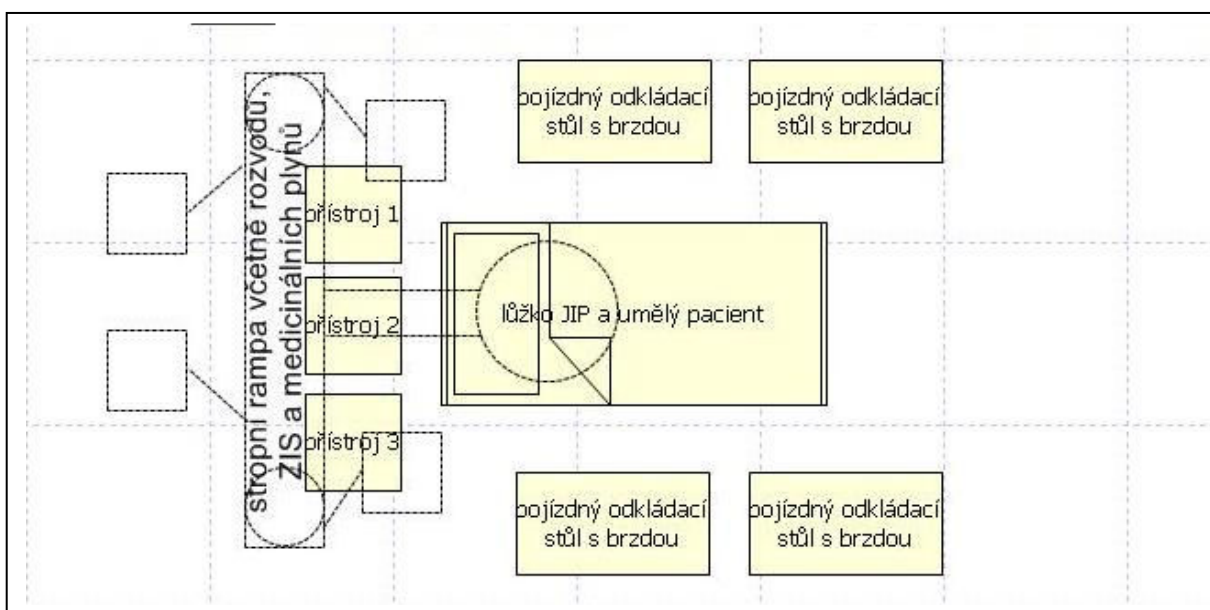
### 3.2.2 Návrh prostorového uspořádání laboratoře JIP

Navrhovanou laboratoř jsem zařizovala podle standardu Ministerstva zdravotnictví o Jednotce intenzivní péče. Vytvořila jsem kombinaci obou typů JIP, tzn. typ A i B společně, aby v navrhované laboratoři byly zahrnuty všechny přístroje nutné pro intenzivní péči o pacienta. Také jsem vzala v úvahu, že praktickému nácviku by měl předcházet teoretický úvod. Zařadila jsem tedy do návrhu místnosti i tabuli a stoly s počítači pro studenty, aby zde bylo zajištěno volné prolínání teoretické i praktické výuky. Vše je patrné z obrázku č. 12. Blízký pohled na lůžko je na obrázku č. 13

Obrázek č. 12 – Celkový pohled na laboratoř JIP



Obrázek č. 13 – blízký pohled na lůžko



### 3.3 Orientační výpočet návratnosti investice

#### 3.3.1 Metodika

Za dobu návratnosti investice jsem považovala dobu, během níž kladný výsledek hospodaření postupně kompenzoval investovanou finanční částku. Kladný výsledek hospodaření nastává při výnosech, které převyšují náklady. Výnosy v tomto případě představují dotace na výuku studentů.

Náklady jsou zde tvořeny:

- odpisy ( pro jednoduchost jsem uvažovala účetní odpisy shodné s daňovými),
- mzdovými náklady vynaloženými na vyplacení odměny zaměstnancům, kteří se podílí na realizaci výuky v laboratoři
- plánované režijními náklady, které by měly náklady nutné na provoz přístrojů
- plánované náklady na spotřební materiál
- rezervu na mimořádné náklady, které jsem uvažovala z důvodu nenadálé události

Postup daňového odepisování je dán zákonem. Je možné odepisovat rovnoměrně či zrychleně. Účetní jednotka si vybere jeden způsob, který již v průběhu odepisování

nesmí měnit. Majetek se zařadí do příslušné odpisové skupiny, všechny součásti navrhované laboratoře patří do druhé odpisové skupiny, kdy je doba odepisování předmětů 5 let.

Rovnoměrný odpis se vypočítá v prvním roce podle vzorce : (pořizovací cena/100) x sazba v prvním roce odepisování (tzn. 11). V dalších letech je odpis roven: (pořizovací cena/100) x sazba v dalších letech odepisování (tzn. 22,25) .

Zrychlený odpis je počítán dle vzorce: pořizovací cena/ sazbou v prvním roce odepisování (tzn. 5). V dalších letech je odpis roven: 2 x zůstatková cena/ (sazba v dalších letech odepisování (tzn. 6) – počet let, po které byl již majetek odepisován).

Doba návratnosti je taková, kdy součet zisků v jednotlivých letech dosáhne výše částky, která byla vynaložena při realizaci laboratoře.

V době zpracování diplomové práce ještě neproběhla výběrová řízení na všechny přístroje, proto ceny pořízení přístrojů jsou orientační. Potřebné údaje jsem čerpala z dokumentu a dalších podkladů, které mi poskytli vedoucí práce.

### 3.3.2 Návrh investice

Přehled pořizovacích cen jednotlivých přístrojů a umělého pacienta.

	Cena bez DPH	Cena s 9% DPH
injekční lineární dávkovač	1/40000,-	43 600,-
defibrilátor (AED + standard)	1/100000,-	109 000,-
EKG tříkanálový (12, 10)	1/80000,-	87 200,-
kapnometr, modul CO <sub>2</sub>	1/50000,-	54 500,-
kardiostimulátor	1/55000,-	59 950,-
lůžko resuscitační	1/100000,-	109 000,-
monitor EKG, SpO <sub>2</sub> , NIBP, Temp	1/120000,-	130 800,-
modulární monitor s moduly	1/120000,-	130 800,-
nebulizátor	1/40000,-	43 600,-
odsávačka	1/40000,-	43 600,-
pulzní oxymetr	1/44000,-	47 960,-
anesteziologický přístroj	1/160000,-	174 400,-
infuzní pumpa	1/55000,-	59 950,-
plicní ventilátor	1/160000,-	174 400,-
umělý pacient	1/1900000,-	2 071 000,-
tester bezpečnosti, výukové moduly pro elektrický rozvod v lékařských místnostech	1/400000,-	436 000,-
rampa	1/150000,- vlastní stropní rampa + 70000,- montáž	239 800,-

Pořizovací cena celkem je 4 015 560,- Kč s DPH.

## Náklady

Do nákladů jsem zahrnula odpisy, mzdové náklady, plánované režijní náklady , plánované náklady na spotřební materiál a rezervu na mimořádné náklady.

Daňové odpisy jsem vypočítala podle rovnoměrného i zrychleného plánu. Na příkladu odepisování defibrilátoru (tabulka č. 1, 2) je patrné, že lineární výše odpisů kromě prvního roku jsou stejné. Zrychlené odpisy jsou nejvyšší ve druhém roce, pak se postupně snižují. Účetní odpisy jsem pro jednoduchost považovala ve stejné výši jako daňové.

Tabulka č. 1 - Příklad rovnoměrného odepisování

Defibrilátor			
cena přístroje s DPH 9%		109 000 Kč	
Rok	Odpis	Oprávka	Zůstatková cena
1	11990	11990	97010
2	24252,5	36242,5	72757,5
3	24252,5	60495	48505
4	24252,5	84747,5	24252,5
5	24252,5	109000	0

Tabulka č. 2 - Příklad zrychleného odepisování

Defibrilátor			
cena přístroje s DPH 9%		109 000 Kč	
Rok	Odpis	Oprávka	Zůstatková cena
1	21800	21800	87 200
2	34880	56680	52320
3	26160	82840	26160
4	17440	100280	8720
5	8720	109000	0

Výše mzdových nákladů byla uvažována ve výši 500 000,- Kč/ rok, kde jsou zahrnuty roční mzdy zaměstnancům, dále náklady na odvody pojistného na veřejné zdravotní pojištění a pojistného na sociální zabezpečení a příspěvku na státní politiku zaměstnanosti a přiděly do sociálního fondu.

Plánované režijní náklady byly brány v úvahu v přibližné výši 2 000,- Kč / rok u každé položky a plánované roční náklady na spotřební materiál v přibližné celkové výši 10 000,- Kč/ rok. Z toho důvodu jsem zahrnula do celkových nákladů ještě rezervu na mimořádné náklady neboli náklady na nenadálé události a to ve výši 50 000,- Kč/rok.

Následující tabulky č. 3 a 4 ukazují vliv volby způsobu odpisování majetku na výši celkových nákladů v jednotlivých letech.

Tabulka č. 3 – Náklady při lineárních odpisech v Kč/ rok

<b>Náklady při lineárních odpisech v Kč/rok</b>					
<b>Daň. odpisy v Kč/ rok</b>	<b>1.rok</b>	<b>2.rok</b>	<b>3.rok</b>	<b>4.rok</b>	<b>5.rok</b>
Dávkač injekční, lineární	4 796	9 701	9 701	9 701	9 701
Defibrilátor	11 990	24 253	24 253	24 253	24 253
EKG tříkanálový	9 592	19 402	19 402	19 402	19 402
Kapnometr, modul CO2	5 995	12 126	12 126	12 126	12 126
Kardiostimulátor	6 595	13 339	13 339	13 339	13 339
Lůžko resuscitační	11 990	24 253	24 253	24 253	24 253
Monitor EKG, SpO2, NIBP, Temp	14 388	29 103	29 103	29 103	29 103
Monitor modulární s moduly	14 388	29 103	29 103	29 103	29 103
Nebulizátor	4 796	9 701	9 701	9 701	9 701
Odsávačka	4 796	9 701	9 701	9 701	9 701
Oxymetr pulsní	5 276	10 671	10 671	10 671	10 671
Přístroj anesteziologický	19 184	38 804	38 804	38 804	38 804
Pumpa infúzní	6 595	13 339	13 339	13 339	13 339
Plicní ventilátor	19 184	38 804	38 804	38 804	38 804
Umělý pacient	227 810	460 798	460 798	460 798	460 798
Tester	47 960	97 010	97 010	97 010	97 010
Rampa	26 378	53 356	53 356	53 356	53 356
<b>Daň. odpisy v Kč/ rok celkem</b>	<b>441 712</b>	<b>893 462</b>	<b>893 462</b>	<b>893 462</b>	<b>893 462</b>
<b>Plánované roční režijní náklady v Kč</b>					
průměrně 2000,- ročně na každý přístroj = 17 x 2 000,- Kč = 34 000,- Kč / rok	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000
<b>Plánované náklady na spotřební materiál v Kč</b>					
průměrně 10 000,- ročně	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
<b>Mzdové náklady v Kč/ rok</b>					
500 000,- Kč/ rok	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000
<b>Rezerva na mimořádné náklady v Kč/rok</b>					
50 000,- Kč / rok	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000
<b>Náklady celkem v Kč/rok</b>	<b>1 035 712</b>	<b>1 487 462</b>	<b>1 487 462</b>	<b>1 487 462</b>	<b>1 487 462</b>

Tabulka č. 4 – Náklady při zrychlených odpisech v Kč/ rok

<b>Náklady při zrychlených odpisech v Kč/rok</b>						
<b>Daň. odpisy v Kč/ rok</b>	<b>1.rok</b>	<b>2.rok</b>	<b>3.rok</b>	<b>4.rok</b>	<b>5.rok</b>	
Dávkač injekční, lineární	8 720	13 952	10 464	6 976	3 488	
Defibrilátor	21 800	34 880	26 160	17 440	8 720	
EKG tříkanálový	17 440	27 904	20 928	13 952	6 976	
Kapnometr, modul CO2	10 900	17 440	13 080	8 720	4 360	
Kardiostimulátor	11 990	19 184	14 388	9 592	4 796	
Lůžko resuscitační	21 800	34 880	26 160	17 440	8 720	
Monitor EKG, SpO2, NIBP, Temp	26 160	41 856	31 392	20 928	10 464	
Monitor modulární s moduly	26 160	41 856	31 392	20 928	10 464	
Nebulizátor	8 720	13 952	10 464	6 976	3 488	
Odsávačka	8 720	13 952	10 464	6 976	3 488	
Oxymetr pulsní	9 592	15 347	11 510	7 674	3 837	
Přístroj anesteziologický	34 880	55 808	41 856	27 904	13 952	
Pumpa infúzní	11 990	19 184	14 388	9 592	4 796	
Plicní ventilátor	34 880	55 808	41 856	27 904	13 952	
Umělý pacient	414 200	662 720	497 040	331 360	165 680	
Tester	87 200	139 520	104 640	69 760	34 880	
Rampa	47 960	76 736	57 552	38 368	19 184	
<b>Daň. odpisy v Kč/ rok celkem</b>	<b>803 112</b>	<b>1 284 979</b>	<b>963 734</b>	<b>642 490</b>	<b>321 245</b>	
<b>Plánované roční režijní náklady v Kč</b>						
průměrně 2000,- ročně na každý přístroj = 17 x 2 000,- Kč = 34 000,- Kč / rok	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	
<b>Plánované náklady na spotřební materiál v Kč</b>						
průměrně 10 000,- ročně	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	
<b>Mzdové náklady v Kč/ rok</b>						
500 000,- Kč/ rok	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	
<b>Rezerva na mimořádné náklady v Kč/rok</b>						
50 000,- Kč / rok	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	
<b>Náklady celkem v Kč/rok</b>	<b>1 397 112</b>	<b>1 878 979</b>	<b>1 557 734</b>	<b>1 236 490</b>	<b>915 245</b>	

## Výnosy

Vyučované předměty, které mají vztah k problematice JIP, jsou následující:

- Lékařské přístroje a zařízení/100 studentů
- Modelování a simulace fyziologických dějů/100 studentů
- Management zdravotnické techniky/100 studentů
- Odborná praxe/100 studentů
- Základy patologie a diagnostické metody/100 studentů
- Praktika z biomedicínské a klinické techniky/100 studentů
- Anatomie a fyziologie 1/100 studentů
- Anatomie a fyziologie 2/100 studentů
- Elektrofyziologie/100 studentů
- První pomoc/100 studentů
- Speciální přístrojová technika v anesteziologii a resuscitační péči/20 studentů
- Jakost, spolehlivost, testování a klinické hodnocení zdravotnických prostředků/40 studentů
- Jednotky intenzivní péče a mobilní zdravotnické jednotky/40 studentů
- Technické vybavení zdravotnických zařízení jejich infrastruktura a architektura/40 studentů
- Základní diagnostické a terapeutické metody I./50 studentů
- Základní diagnostické a terapeutické metody II./40 studentů
- Základy teorie ošetrovatelství/50 studentů
- Základy urgentní medicíny a medicíny katastrof/40 studentů

předměty budoucích oborů jako:

- Fyzioterapie (zatím předpoklad)
- Zdravotnický záchranář (zatím předpoklad)
- výukové středisko pro Nemocnici v Kladně (zatím předpoklad)
- pro akreditované kurzy MZd v rámci spolupráce s IPVZ Praha (realita, ale jedná se řádově o cca 10 posluchačů za rok).

Různých studentů, kteří budou navštěvovat laboratoř v rámci výuky některého z výše uvedeného předmětu, je 450. Na každého studenta dostává škola dotaci 55 000,- Kč/ studenta

za rok. Uvažovala jsem na základě podkladů režii fakulty 36%, z čehož vyplývá, že čistý příjem na jednoho studenta činí 64% z částky 55 000,- Kč, tzn. 35 200,- Kč. Za předpokladu, že každý student navštěvuje během školního roku v průměru 10 předmětů, byl by čistý příjem na jednoho studenta 3 520,- Kč/ rok. Při počtu 450 studentů jsou celkové výnosy připadající na realizovanou laboratoř ve výši 1 584 000,- Kč/ rok. Vše je uvedeno přehledně v následující tabulce č. 5.

Tabulka č. 5 - Výnosy

<b>Výnosy</b>		
Roční příjem na 1 studenta	55 000	Kč
z toho režijní náklady fakulty 36%	19 800	Kč
Čistý roční příjem na 1 studenta	35 200	Kč
Průměrný počet předmětů, které student ročně absolvuje	10	
Čistý roční příjem na 1 studenta na předmět vztahující se k JIP	<b>3 520</b>	Kč
Počet vyučovaných studentů	450	
<b>Celkový roční příjem za 450 studentů</b>	<b>1 584 000</b>	<b>Kč</b>

## Zisk

Zisk je roven kladnému výsledku hospodaření, který se vypočítá dle vzorce: Výnosy – Náklady.

V následující tabulce č. 6 je přehledně znázorněn průběh nákladů, výnosů, a tím i hospodářského výsledku při volbě rovnoměrného způsobu odepisování. Během prvních pěti let jsou součástí celkových nákladů odpisy, které tak snižují zisk. Návratnost investice je za 9 let.



Tabulka č. 6 Výsledek hospodaření při rovnoměrném odepisování

Výsledek hospodaření při rovnoměrném odepisování											
	1.rok	2.rok	3.rok	4.rok	5.rok	6.rok	7.rok	8.rok	9.rok	10.rok	
<b>Výnosy</b>											
Příjmy za vyučované studenty	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	
<b>Náklady</b>											
Daňové odpisy celkem	441 712	893 462	893 462	893 462	893 462	0	0	0	0	0	
Plánované režijní náklady	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	
Plán. náklady na spotřební materiá	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	
Mzdové náklady	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	
Rezerva na mimořádné náklady	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	
<b>Náklady celkem</b>	<b>1 035 712</b>	<b>1 487 462</b>	<b>1 487 462</b>	<b>1 487 462</b>	<b>1 487 462</b>	594 000	594 000	594 000	594 000	594 000	
<b>Výsledek hospodaření</b>	<b>548 288</b>	<b>96 538</b>	<b>96 538</b>	<b>96 538</b>	<b>96 538</b>	<b>990 000</b>	<b>990 000</b>	<b>990 000</b>	<b>990 000</b>	<b>990 000</b>	
<b>Investice</b>	<b>4 015 560 Kč</b>										
<b>Návratnost investice</b>	<b>-3 467 272</b>	<b>-3 370 734</b>	<b>-3 274 196</b>	<b>-3 177 658</b>	<b>-3 081 120</b>	<b>-2 091 120</b>	<b>-1 101 120</b>	<b>-111 120</b>	<b>878 880</b>	<b>1 868 880</b>	
Při rovnoměrném odepisování dojde k návratnosti investice v 9. roce											

Tabulka č. 7 vypovídá o průběhu nákladů, výnosů, a tím i hospodářského výsledku při volbě zrychleného způsobu odepisování. Při zrychleném způsobu odepisování je odpis nejvyšší ve druhém roce a to způsobilo záporný výsledek hospodaření. I v tomto případě je doba návratnosti 9 let.

Tabulka č. 7 – Výsledek hospodaření při zrychleném odepisování

Výsledek hospodaření při zrychleném odepisování											
	1.rok	2.rok	3.rok	4.rok	5.rok	6.rok	7.rok	8.rok	9.rok	10.rok	
<b>Výnosy</b>											
Příjmy za vyučované studenty	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	1 584 000	
<b>Náklady</b>											
Daňové odpisy celkem	803 112	1 284 979	963 734	642 490	321 245	0	0	0	0	0	
Plánované režijní náklady	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	34 000	
Plán. náklady na spotřební materiá	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	
Mzdové náklady	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	500 000	
Rezerva na mimořádné náklady	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	50 000	
<b>Náklady celkem</b>	<b>1 397 112</b>	<b>1 878 979</b>	<b>1 557 734</b>	<b>1 236 490</b>	<b>915 245</b>	594 000	594 000	594 000	594 000	594 000	
<b>Výsledek hospodaření</b>	<b>186 888</b>	<b>-294 979</b>	<b>26 266</b>	<b>347 510</b>	<b>668 755</b>	<b>990 000</b>	<b>990 000</b>	<b>990 000</b>	<b>990 000</b>	<b>990 000</b>	
<b>Investice</b>	<b>4 015 560 Kč</b>										
<b>Návratnost investice</b>	<b>-3 828 672</b>	<b>-4 123 651</b>	<b>-4 097 386</b>	<b>-3 749 875</b>	<b>-3 081 120</b>	<b>-2 091 120</b>	<b>-1 101 120</b>	<b>-111 120</b>	<b>878 880</b>	<b>1 868 880</b>	
Při zrychleném odepisování dojde k návratnosti investice v 9. roce											

## 4 Diskuse

Realizace simulovaného pracoviště JIP byla založena na myšlence vytvořit tak zatím první a tolik potřebou laboratoř, která by plně a realisticky napodobovala skutečnou jednotku intenzivní péče.

V případě, že by se podobné pracoviště již vyskytovalo, byla by možnost se inspirovat a vyhnout se tak případným chybám při její realizaci. Zatím existuje mnoho škol či vzdělávacích středisek, která se zaměřují na vytvoření tréninkových míst s trenažéry pro výuku školených, přesto zatím není žádná v námi uvažovaném rozsahu.

Celý projekt byl složen z více dílčích cílů. Prvním cílem bylo prověřit rozsah nabídky jednotlivých přístrojů a umělého pacienta. Většina firem má vytvořeny webové stránky s dostatečným množstvím relevantních informací, přesto další důležitá informace, kterou je cena přístroje, často k dispozici není. Převážně je to způsobeno značným kolísáním ceny. To by mělo za následek velký požadavek na neustálou aktualizaci informace o cenách zveřejněných na webových stránkách.

Dalším požadavkem bylo nakoupit přístroje, které by měly co největší didaktickou názornost pro techniky. Bohužel s postupujícím vývojem, jehož snahou je obohatit přístroj o další důležitou funkci, didaktická názornost většiny přístrojů ustupuje do pozadí. Čím novější přístroj, tím elegantnější design, také větší integrace a tím menší názornost. Proto primárním rozhodovacím kritériem nebyla cena, jak tomu může mnohdy ve výběrových řízeních být. V případě umělého pacienta je trend opačný, čím novější, tím více nabývá na věrohodnosti a podobě reálnému modelu.

Druhým dílčím cílem byl návrh na prostorové uspořádání jednotlivých přístrojů, lůžka v konkrétní místnosti – laboratoři č. 9. Pro vytvoření návrhu jsem použila doporučený program Room Arranger, který měl příjemné uživatelské prostředí, ale neobsahoval všechny potřebné prvky pro zařízení simulovaného pracoviště JIP. Jednotlivé přístroje jsem proto nahradila geometrickými tvary přibližně odpovídajícími velikosti skutečných přístrojů.

Třetím dílčím cílem byl orientační výpočet doby návratnosti investice. Velmi často se před realizací velkého a finančně náročného projektu prověřuje předběžnou kalkulací, zda bude mít dostatečně rychlou návratnost. Tento projekt není jako mnohé zatížen úrokovou sazbou z půjčené částky, protože zdrojem financování je grant. Přesto jsem provedla orientační výpočet doby návratnosti, která vyšla 9 let. Tato doba by byla delší, než počet let, během nichž jsou přístroje odepisovány. Tím by se stala realizace málo rentabilní. Je ale předpokládáno, že přístroje a veškeré vybavení budou mít životnost delší.

Řešením, jak zkrátit dobu návratnosti, by mohla být například organizace placených výukových kurzů pro další zájemce. Nastalo by zvýšení výnosů, které by zvýšilo i kladný výsledek hospodaření.

Chyba v předběžné kalkulaci a výpočtu doby návratnosti by mohla vzniknout z důvodu orientační výše pořizovací ceny jednotlivých přístrojů. V době výpočtu ještě neproběhla výběrová řízení všech přístrojů. Cena by tak mohla být vyšší nebo případně nižší.

## 5 Závěr

Simulace je jedním z efektivních způsobů, jak si vyzkoušet nově nabyté znalosti a dovednosti v praxi, k níž slouží тренаžér. Výhodou je možnost danou situaci uměle vytvořit a opakovat, dokud školený navrženou situaci nevyřeší podle předem stanoveného postupu.

Z důvodu absence plnohodnotné možnosti nácviku intenzivní péče pro biomedicínké techniky byla cílem této diplomové práce realizace simulovaného pracoviště JIP. Tento cíl byl rozdělen na dílčí cíle – vytvoření soupisu přístrojů, návrh na jejich prostorové uspořádání a orientační kalkulace návratnosti investice.

Během dokončování diplomové práce dobíhala výběrová řízení na nákup přístrojů, tudíž ještě nebyly přítomny všechny součásti simulované laboratoře JIP na Fakultě biomedicínského inženýrství. Výběrové řízení na umělého pacienta vyhrála firma Medim zastupující společnost METI s modelem Emergency Care Simulator, který splňoval požadavky pro nácvik plánovaných simulovaných situací.

Návrh na prostorové uspořádání jsem vytvářela podle Standardu Ministerstva zdravotnictví O jednotce intenzivní péče a ve spolupráci s vedoucím diplomové práce.

Dalším dílčím cílem byla otázka návratnosti investice. Byl řešen orientační kalkulací výsledku hospodaření, který prokázal návratnost investice během 9 let. Organizací placených výukových kurzů by se zvýšily výnosy. Ty by měly za následek vyšší kladný výsledek hospodaření a jemu odpovídající zrychlení návratnosti investice.

## 6 Seznam literatury

- [1] Standard pro Jednotku Intenzivní Péče: Ministerstvo zdravotnictví. [online], [cit. 2008-07-02],  
[www.mzcr.cz/Odbornik/file.aspx?id=169&name=Standard%20-%20JIP.pdf](http://www.mzcr.cz/Odbornik/file.aspx?id=169&name=Standard%20-%20JIP.pdf)
- [2] Kumbálek K., Zdravotnická technika. Praha: Avicenum, 1985
- [3] Kozák P., Intenzivní péče ve vnitřním lékařství. Praha: Avicenum, 1982
- [4] Kříha V., Aldebaran bulletin, číslo 7, 2007
- [5] Technic I: DN FORMED. [online], [cit. 2008-07-03],  
[http://www.dnformed.cz/pdf/technic\\_1.pdf](http://www.dnformed.cz/pdf/technic_1.pdf)
- [6] Valenta J., Klimeš F., Komárek P., Kittnar O., Biomechanika srdečně cévního systému. ČSSB, ÚH ČSAV, ČVUT FS, 1992
- [7] Elektrokardiografie, vznik a měření signálů: Gerstner Group. [online], [cit. 2008-07-03],  
<http://gerstner.felk.cvut.cz/biolab/>
- [8] Syrovátka L., Deyl I., Přínos kapnometrie v PNP. časopis Anest. neodkl. péče, 12, 2001, No. 3, p. 151-154
- [9] Inhalátory – nebulizátory: jersywoo.com. [online], [cit. 2008-07-05],  
<http://www.jersywoo.com/medicina/otorinolaryngologie-inhalatory-nebulizatory.htm>
- [10] VentWorld : VentWorld. [online], [cit. 2008-07-05],  
<http://www.ventworld.com>
- [11] Mechanical Ventilators: Nicu-web. [online], [cit. 2008-07-05],  
<http://depts.washington.edu/nicuweb/NICU-WEB/vents.stm>
- [12] Philips Medical: Philips. [online], [cit. 2008-07-05],  
<http://www.medical.philips.com>
- [13] Larsen R., Anestezie. Praha: Grada, 2004
- [14] Manuál k přístroji Cato s monitorem PM 8050 in Malena P., Anesteziologický přístroj. Semestrální práce v předmětu Fyzikální metody v medicíně, 12/2002
- [15] Integrace monitorování životních funkcí do infuzních zařízení: Elektrorevue, 2007/4 - 16.1.2007. [online], [cit. 2008-07-05],  
<http://www.elektrorevue.cz/clanky/07004/index.html>
- [16] CHF patients.com – Pacemakers: www.chfpatients.com. [online], [cit. 2008-07-05],  
<http://www.chfpatients.com/implants/pacemakers.htm>
- [17] BIOTRONIK: BIOTRONIK. [online], [cit. 2008-07-05],  
<http://www.biotronik.com/>

- [18] Linet – lůžka pro Intenzivní péči: Linet. [online], [cit. 2008-07-07],  
<http://www.linet.cz/zdravotnicka-technika/vyrobky/program-pro-zdravotnictvi/luzka-pro-intenzivni-peci?category=290>
- [19] DN FORMED – Katalog: DN FORMED. [online], [cit. 2008-07-07],  
<http://www.dnformed.cz/katalog.php?kat=101&skup=10101&prod=1010101>
- [20] Daniševský s.r.o.: Daniševský. [online], [cit. 2008-07-07],  
<http://www.danisevsky.cz/>