



Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta managementu v Jindřichově Hradci

Diplomová práce

Tomáš Radonský

2007

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta managementu

Jindřichův Hradec

Diplomová práce

Tomáš Radonský

2007



Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta managementu v Jindřichově Hradci

Institut managementu zdravotnických služeb

Analýza nákladů alternativ uschování pacientských dat

Vypracoval:

Tomáš Radonský

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ondřej Lešetický

Kolín, červen 2007

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma
»Analýza nákladů alternativ uschování patientských dat«
jsem vypracoval samostatně.

Použitou literaturu a podkladové materiály
uvádím v příloženém seznamu literatury.

Kolín, červen 2007

podpis studenta

Anotace

Analýza nákladů alternativ uschování patientských dat.

Provést ekonomickou analýzu způsobu získávání a uchování patientských dat „moderními“ metodami (IS +PACS) v porovnání se „staršími“ (fotografie, rentgeny, papír). Zhodnotit přínos zavedení moderních metod.

Kolín 2007

Poděkování

Za cenné rady, náměty a inspiraci

bych chtěl poděkovat

Ing. Ondřeji Lešetickému,

z Vysoké školy ekonomické v Praze,

Fakulty managementu v Jindřichově Hradci.

Úvod	1
1 Teoretická část	3
1.1 Historie informačních systémů ve zdravotnictví.....	3
1.2 Historie a struktura Nemocnice Jindřichův Hradec	6
1.3 Současné IS v Nemocnici Jindřichův Hradec	7
1.4 Sítě a hardware	8
1.5 Systémy PACS	9
1.5.1 Struktura a popis součástí	9
1.5.2 Možnosti systémů PACS a jeho různé varianty.....	14
1.5.3 Proces zavádění PACS.....	19
1.6 Další informační systémy využívané ve zdravotnictví	20
2 Metodická část	22
2.1 Popis postupu analýzy	22
2.2 Zdroje dat pro analýzu.....	28
3 Analýza alternativ uchování dat	37
3.1 Náklady provozu metody „mokré cesty“ provozu RDG oddělení.....	37
3.2 Přínosy zavedení systému PACS	42
3.3 Problematika zavedení PACS	47
3.4 Nákladovost provozu PACS.....	49
3.5 Ohodnocení pořízení PACS	50
3.6 Návratnost investice	54
Závěr	58
Přílohy	62
Literatura	64
Elektronické zdroje	64

Úvod

Prudký rozvoj informačních technologií otevírá nové možnosti jak zrychlit a zkvalitnit mnoho lidských činností. Jednou z oblastí, s velkým prostorem pro zlepšování, je zdravotnictví v České republice. Mnoho činností a procesů se zde provádí stále stejnými metodami jako před mnoha lety.

Ve své diplomové práci chci zjistit výhodnost zavedení archivačního a komunikačního systému PACS na radiodiagnostické oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec a.s. Dosud je zde v provozu metoda „mokrých cest“ vyšetřování. Znamená to, že výsledky vyšetření jsou zachyceny a uchovány na radiodiagnostických materiálech. Právě tak jak tomu probíhá od počátků tohoto oboru. Náklady na filmy a další materiály potřebné pro tuto metodu jsou významnou položkou provozu tohoto oddělení. Další nevýhodou je časová náročnost této, již zastaralé, metody. Právě zavedení moderního informačního systému může ušetřit podstatnou část těchto a několik dalších nákladů. Dalšími přínosy jsou zjednodušení administrativy, nižší ztrátovost dat a další možnosti v oblasti kvality vyšetřování.

V teoretické části se věnuji informačním systémům ve zdravotnictví a jejich historii. Součástí je stručný popis Jindřichohradecké nemocnice a současného stavu informačních technologií (především hardwaru, který je základním stavebním kamenem pro informační systémy), které se zde používají. Největší část je věnována popisu systému PACS, některým jeho variantám a možnostem, které poskytuje. Zmíněny jsou také některé další informační systémy, které se v oblasti poskytování zdravotní péče mohou využívat.

Postupy, které jsem použil v této práci, jsou popsány v metodické části. Zdravotnictví je oblast, která poskytuje kombinaci soukromých a veřejných statků. Proto je vhodné použití metod používaných pro ohodnocení investic v soukromém sektoru a zároveň postupů určených pro určení přínosů veřejných projektů. Součástí tohoto oddílu jsou také data potřebná pro analýzu nákladů alternativ uschování patientských dat. Jsou to náklady na pořízení a provoz systému PACS a jeho přínosy oproti metodě „mokrých cest“ získávání a uchovávání patientských dat. Těmito přínosy jsou především ušetřené náklady na radiodiagnostický materiál a peněžní vyjádření času, o který budou zkráceny procesy související s oblastí zavedení systému PACS.

Nejdůležitější částí mé diplomové práce je samotná analýza a porovnání systému PACS se současnou metodou provozu radiodiagnostického oddělení. Vycházel jsem z postupů a dat popsaných v metodické části. Výsledky jsem shrnul v závěru a jsou jistě zajímavé.

1 Teoretická část

1.1 Historie informačních systémů ve zdravotnictví

Poprvé se pojem „informační systém“ objevil kolem roku 1960. Jedním z nejdůležitějších lidí, kteří upozornili na jeho důležitost, byl Börje Langefors. V roce 1960 vydal knihu „Theoretical analysis of information systems“ (Teoretická analýza informačních systémů). Tato kniha se dá pokládat za jeden z pilířů, na kterých jsou budovány informační systémy.

„Informační systém lze definovat jako soubor prostředků pro sběr, ukládání, zpracování, přenos a zobrazování informací. Cílem je poskytnout uživateli podporu pro rozhodování a řízení. Specifikum zdravotnického IS spočívá v tom, že se informace týkají diagnostické, léčebné a ošetrovatelské činnosti a zároveň administrativních, ekonomických a technických úkonů spojených s řízením a provozem zdravotnického zařízení“¹.

Rozhodně je potřeba uvést a popsat několik etap vývoje zdravotnických informačních systémů.

1960 – 1970. V této etapě se objevily první systémy, prozatím orientované na samostatné dílčí oblasti nemocnice. Například registry pacientů a kartotéky údajů. Jednalo se tedy o jednotlivé, dílčí úlohy. Tyto systémy se vyznačovaly velkou časovou prodlevou mezi sběrem dat a výsledkem jejich zpracování. To bylo zapříčiněno dávkovým zpracováním dat pro potřeby systému. Znamená to zpracovávání dat v předem určených intervalech, např. přes noc. Využívalo se děrných štítků. První implementace informačního systému proběhla v roce 1967 v kalifornské nemocnici El Camino Hospital ve spolupráci s firmou Lockheed.

1970 – 1975. Postupem času rozvoj technických a programových nástrojů umožnil vytvářet aplikace pro funkční celky v rámci nemocnice. Vhodným příkladem je laboratorní subsystém. Bohužel jako velká nevýhoda se projevilo překrývání jednotlivých celků, což vedlo k redundanci zpracovávaných údajů.

¹ Kasal P., Svačina Š. a kol.: Lékařská informatika, Karolinum, Praha 1998, ISBN 80–7184–594–9, s. 343

Za zmínku stojí jedna z prvních implementací ambulantního systému COSTAR (COmputer STored Ambulatory Rekord). Byl vyvíjen od konce šedesátých let v Massachusetts General Hospital. Provozován byl v ambulantním zařízení poliklinického typu. Denně bylo zaznamenáno kolem 550 ošetřených pacientů.

Evropa se v tomto odvětví lehce zpozdila. První informační systémy na území Evropy byly ve Vídni a Ženevě. Původně vznikly jako menší databanky pro evidenci nemocných a až s postupem času se rozvinuly v plnohodnotné informační systémy.

1975 – 1980. Tato etapa se především vyznačovala snahou o snížení redundance vstupních dat. Výsledkem však byly neúspěšné pokusy o vytvoření integrovaného informačního systému pro celé nemocnice. Tomuto plánu nebylo přáno hned z několika důvodů:

1. Nedostatečně výkonný hardware – malý počet připojitelných terminálů, malá kapacita vnitřních i vnějších pamětí a celková nízká rychlost počítačů.

2. Složitost úlohy byla hrubě podceněna. Zdravotnická zařízení se vyznačují velkou složitostí a provázaností. Navíc se vnitřní vazby často mění a rychle se vyvíjejí nové složky systému.

1980 – 1990. V této době se projevila snaha vrátit se k řešení izolovaných ucelených subsystémů v rámci nemocnice, ale na vyšší kvalitativní a metodologické úrovni. Tato snaha byla zapříčiněna neúspěchy v minulé etapě.

Byl přesně specifikován rozsah a obsah jednotlivých subsystémů a definovány jejich vazby a vzájemné vztahy. Vše bylo připravováno pro budoucí propojení do komplexního informačního systému. Byly definovány společné databáze pacientů, které měly být sdílené různými subsystémy. Provedly se první projekty jednotné identifikace pacientů, struktury archivovaných údajů a formalizace medicínských dat a informací. Vývojáři se snažili spíše vytvořit systémy co nejlépe vyhovující konkrétním podmínkám zdravotnického pracoviště. Odstoupilo se od pokusů vytvořit všeobecně použitelný program.

90. léta. Technologický rozvoj umožnil tvorbu stále dokonalejších informačních systémů. Počítače se začínaly vyznačovat dostatečně rychlou odezvou, velkými periferními paměťmi a dostatkem vnitřní paměti. Dalším potřebným faktorem, který byl úspěšně překonán, byla technologická „slabost“ počítačových sítí. Toto všechno vedlo ke snahám

vytvořit „totální nemocniční informační systém“. Ten zatím nebyl nikde vytvořen, ačkoliv je zřejmé, že současné, úspěšně fungující nemocniční informační systémy, nemají k tomuto pojmu daleko.

Vývoj zdravotnických informačních systémů v Česku (Československu) prošel podobnými etapami jako na západě. Pouze je opožděn o deset let. Do roku 1989 byla česká nemocniční zařízení vybavena informačními technologiemi jen velmi skromně. Dalším důvodem pomalejšího vývoje je neustálý chaos ve zdravotnictví a nedostatek financí.

V současné době lze popsat několik směrů, kterými se ubírá vývoj zdravotnických informačních systémů.

Ideálem je vytvořit **homogenní informační systém**. Pro uživatele by měl přinést jednotné uživatelské rozhraní. Další důležitou podmínkou je naprostá kompatibilita všech datových struktur a měl by zahrnovat veškerou datovou agendu. Takovýto systém by měl být dílem jediného autorského týmu. V případě zapojení dalších systémů je nutno zajistit plnou kompatibilitu. Nejvhodnější by bylo začít s výstavbou ve zdravotnickém zařízení, které dosud žádný informační systém neprovozuje. Výhodou homogenního informačního systému je stabilita v provozu. Nevýhodou je velikost oblasti, kterou musí řešit a tím i jeho složitost. Dalším problémem je systém neustále aktualizovat, což vyžadují časté změny komponent.

Spíše jsou využívány **heterogenní informační systémy**. Jsou sestaveny z jednotlivých dílčích řešení od různých tvůrců. Tento způsob využívají zařízení, která už nějaké informační systémy používají a nechtějí se jich pro jejich kvality (nebo jenom ze zvyku) vzdát. Například spojení ekonomického systému s klinickým informačním systémem. Výhodou je možnost specializace tvůrců jednotlivých částí a tím dosažení lepší výsledné kvality. Také aktualizace jsou pro jejich menší rozsah jednodušší. Na druhou stranu je zde nejednotné uživatelské rozhraní a obtížnost zajištění kompatibility. Problém může nastat při výpadku jednoho subdodavatele. Nicméně heterogenní informační systém není nemocniční informační systém, ale pouze několik propojených subsystémů, což mimo jiné znamená jednodušší, rychlejší a levnější nahrazení při výpadku jednoho prvku soustavy.

Snad se dočkáme plné standardizace uživatelského a datového rozhraní. To by umožnilo osamostatnění klinických systémů od administrativních systémů a provozních systémů. Přitom by byla zajištěna plná kompatibilita všech subsystémů.

1.2 Historie a struktura Nemocnice Jindřichův Hradec

Nemocnice v Jindřichově Hradci byla vysvěcena a předána k užívání 8. ledna 1893. Skládala se z hlavní budovy, budovy infekční a umrlčí. Měla celkem 70 lůžek. Postupem času a potřeb se rozrůstala až k současným 381 lůžkům a 702 zaměstnancům. Jedná se o nemocnici pavilónového typu pro spádovou oblast cca 100 000 obyvatel (ve skutečnosti pouze 60 000 obyvatel, z důvodu blízkosti nemocnice v Dačicích). K 1. lednu 2007 se z příspěvkové organizace stala Nemocnice Jindřichův Hradec a.s. (NJH) s jediným akcionářem, kterým je Jihočeský kraj. Několik základních údajů z výroční zprávy za rok 2005:

- ❖ základní jmění - 937 208 tis. Kč
- ❖ výnosy – 397 760 tis. Kč
- ❖ náklady – 391 113 tis Kč
- ❖ zisk – 6 647 tis. Kč
- ❖ v roce 2005 bylo 13 835 hospitalizovaných pacientů

Nemocnice Jindřichův Hradec má v současné době 11 oddělení. Jsou to interní, nervové, chirurgické, dětské, anesteziologicko-resuscitační, oční, ženské, ušní-nosní-krční, urologické, ortopedické a ošetrovatelská péče.

Ambulantní služby jsou poskytovány v oborech interna, nervové, dětské, ženské, chirurgie, anesteziologicko-resuscitační, oční, ušní-nosní-krční, urologie, ortopedicko-traumatologické, kožní, hemodialýza, klinická onkologie, dorostové, praktický lékař pro dospělé, tělovýchova, klinická biochemie, radiodiagnostika, hematologie a krevní transfúze, rehabilitace a fyzioterapie, mikrobiologie, patologie, domácí zdravotní péče a doprava.

Centrální úsek radiodiagnostického oddělení se nachází v druhém patře pavilonu E (viz. příloha č. 1).

1.3 Současné IS v Nemocnici Jindřichův Hradec

V Nemocnici Jindřichův Hradec, a.s. je v současné době v provozu několik informačních systémů od různých dodavatelů. Několik systémů je dokonce vlastní tvorby. Jedná se například o ambulantní systém, pod který spadají odborné ambulance jednotlivých oddělení. Celkově se tedy jedná o klasický heterogenní informační systém.

Jedním z největších informačních systémů v NJH je PCS*CARE do firmy PCS Systems s.r.o. Jedná se o komplexní integrovaný informační systém, sestavený z mnoha modulů. Tento systém řídí činnost velké části nemocnice. Dovoluje například sledovat vývoj onemocnění každého pacienta, vyřizovat objednávky léků, léčiv, zdravotních pomůcek a materiálu, řídit pořizování lékařských záznamů o průběhu onemocnění. Dále zajišťuje objednávky laboratorních testů a pomocných vyšetření na jiných odděleních, umožňuje prohlídku jejich závěrů, připravuje podklady k vyúčtování pro potřeby zdravotní pojišťovny. Také připravuje podklady k propuštění nebo přeložení pacientů. PCS*CARE umožňuje propojení se systémy PACS (Picture Archiving and Communication System – překlad zní: „systém pro komunikaci a archivaci snímků“), který bude podrobněji popsán v kapitole 1.5. nazvané „Systémy PACS“. Uživatelé tedy mohou zcela transparentním způsobem pracovat s obrazovou dokumentací. V současné době je PCS*CARE v provozu na odděleních lůžkových, ambulantních a oddělení radiodiagnostickém.

Na odděleních hematologickém a klinické biochemie je v provozu systém PCS*LIS od stejného výrobce. Jedná se o jeden z modulů PCS*CARE. PCS*LIS využívá výhod online propojení se všemi pracovišti nemocnice, kde je v provozu PCS*CARE. Modul může pracovat i samostatně, propojení s ostatními součástmi PCS*CARE není nezbytné.

Pro potřebu vykazování výkonů pro pojišťovny je v provozu systém „Pojišťovna“, který sbírá data ze všech subsystémů. Jde o systém vlastní tvorby. Jeho kompatibilita s novými systémy je sporná. Jeho hlavními výhodami jsou jednoduchost, zažitost a nenáročný provoz. Bohužel s příchody modernějších informačních systémů jeho využitelnost klesá.

O provoz oddělení hematologie a krevní transfúze se stará vnitřní informační systém HEMOLOGIC od firmy INSPACE, v.o.s.

O potřeby patologického oddělení se stará systém od firmy HiComp Systems CZ s.r.o.

Na oblasti účetnictví, fakturace, pokladny, banky a majetků je zaměřen IS EKOS firmy Vema a.s. Tento systém také sleduje oblast nákupu a skladů.

Od stejného výrobce je dodán systém VEMA PAM. Tato aplikace zajišťuje zpracování mezd. Provádí výpočty platů a mezd s výstupy na sociální zabezpečení, zdravotní pojišťovnu a do peněžních ústavů

1.4 Síť a hardware

Síť nemocnice se díky svému postupnému vzniku a rozšiřování skládá z různých prvků, na různé technologické úrovni. Páteřní rozvody jsou vedeny přes optické kabely s přenosovou rychlostí 1 Gbps. Tato část nemocniční sítě je pro současné potřeby plně dostačující a její upgrade se neplánuje. Horší situace nastává u koncových stanic. Tyto jsou připojeny prostřednictvím kroucené dvoulinky (twisted pair) třídy 5E. V nejslabších místech je přenosová rychlost pouze 10 Mbps, což je pro provoz systému PACS nedostatečné. Pro stabilní a spolehlivý provoz PACS je dostačující minimální rychlost sítě 100 Mbps. Ale v současné době se plánuje zvýšení přenosové rychlosti (přestavba), všech pomalejších linek a jejich součástí, na min. 100 Mbps. Síť tedy bude pro případný provoz systému PACS dostatečně připravena.

Současná vybavenost hardwarem je dostačující pro provoz systému PACS. Nezbytná bude pouze výměna několika stávajících monitorů za větší s lepším rozlišením a současně i starších počítačů, které nedosahují svým výkonem požadavků zobrazovacích programů systémů PACS. V souhrnu se jedná o deset počítačů i s monitory.

Internetové připojení sice není pro provoz systému PACS podmínkou, ale v současné době se bez něj žádná organizace neobejde. NJH má pevné připojení o přenosové rychlosti 1024 kbps. Pro přenášení velkého objemu dat je tato rychlost relativně nedostatečná. Pro představu - jeden snímek o velikosti 3 MB (např. běžná fotografie z digitálního fotoaparátu) by se touto rychlostí, při optimálních podmínkách, přenášel 24 vteřin. Ovšem nelze počítat s tím, že celá linka je vyhrazena pro jednoho uživatele. Reálná přenosová rychlost je tedy podstatně nižší a při objemu dat jednoho radiologického vyšetření (průměr se pohybuje kolem 15 MB) je nedostatečná.

1.5 Systémy PACS

1.5.1 Struktura a popis součástí

PACS je počítačový systém, který zajišťuje akvizici, archivaci a distribuci obrazové informace v rámci celé sítě a přechovává je pro účely diagnostiky a dokumentace. Tato zkratka byla poprvé použita v roce 1982 Dr. Andrem Duerinckxem, vedoucím radiologem na VA (Veterans Affairs) North Texas Healthcare University. Dr. Duerinckx organizoval první PACS konferenci jako "First International Workshop and Conference and Picture Archiving and Communications Systems (PACS) and Medical Applications".

V sedmdesátých letech začalo do praxe přicházet masivní využití počítačů spolupracujících s digitálními diagnostickými metodami. Už v počátku se projevila nekompatibilita mezi zařízeními různých výrobců. Bylo potřeba vytvořit datový standard, aby tato „Babylónská věž“ našla společný jazyk – aby byl umožněn bezproblémový přenos obrazové a textové informace. Proto The American College of Radiology (ACR) a National Electrical Manufacturers Association (NEMA) založili v roce 1983 společnou komisi pro vývoj standardu DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine). Výsledkem jejich spolupráce byl ACRNEMA standard, který byl úspěšně schválen pod názvem DICOM 3.0.

DICOM je komplexní informačně-technologický standard, který v různé míře využívají všechna zdravotnická zařízení na světě. Postupem času prošel bouřlivým vývojem. Prvotní myšlenkou, která řídila kroky vývojářů, bylo stanovit standard pro vzájemnou výměnu obrazových informací mezi jednotlivými klinickými pracovišti zabývajícími se zobrazovacími diagnostickými metodami MR, CT, RTG a PET. Během krátké doby se tento standard rozšířil o řadu informačních objektů, směrnic a standardů, které jsou schopny pokrýt výměnu jednoznačně určených informačních objektů (nejen obrázky a textová data, ale i křivky, reporty atd.) ve zdravotnictví. Bohužel stále existovala určitá nekompatibilita mezi jednotlivými systémy a zařízeními, a to v oblasti textové informace. Tyto problémy vyřešil standard HL7 (Health Level 7), který sjednotil kódování textových informací.

Jestliže se zde již zmiňuji o standardech, nelze opominout jeden z CASE-MIX systémů a to DRG (Diagnosis Related Groups). CASE-MIX jsou systémy, které řadí pacienty do skupin podle onemocnění. Zařazování probíhá na základě definování určitých sledovaných

ukazatelů. Těmito ukazateli jsou především věk, pohlaví, základní a vedlejší diagnózy, léčebné výkony (malý, velký, operativní, neoperativní), potřeba operačního sálu, komplikace, porodní váha a délka hospitalizace.

DRG je CASE-MIX systém, kterým se řídí zařazování pacientů léčených na akutních lůžkách nemocnic podle složitosti onemocnění a ekonomické náročnosti léčby. Díky tomu je možné porovnávat, v určité fázi procesu, získané údaje s údaji jiných nemocničních zařízení. Také je umožněno provádět platbu za léčení v akutní lůžkové péči pouze na základě tohoto zařazení.

Popis PACS

Základním stavebním kamenem každého systému PACS je **centrální server**. Jeho činnost zajišťuje komunikaci mezi jednotlivými modalitami, klienty a případnými ostatními systémy PACS prostřednictvím webovému rozhraní. Také obsahuje systém pro správu patientské a obrazové databáze. Základními požadavky jsou rychlost přístupu a dostatečná kapacita pro úschovu patientských dat. Centrální server pracuje v on-line režimu zpracování dat.

Klient (zobrazovací stanice) – pracovní stanice softwarově vybavená pro výběr, třídění a prohlížení dat uložených v centrálním serveru. Klient má možnost uložená data dále upravovat. Klient má přístup nejen k datům vlastního PACS, ale i do ostatních systémů kompatibilních s DICOM (internet, jiný PACS, CD, skenování...). Klienty lze rozdělit na dvě skupiny:

- ❖ Diagnostická stanice – prakticky se jedná o počítač s vysokou výpočetní kapacitou a výkonnou grafickou kartou. Připojen je monitor (případně více monitorů) s vysokou rozlišovací schopností. Na počítači je nainstalován speciální software určený k úpravám snímků a jejich podrobným rozborům. Diagnostické stanice jsou určeny pro radiodiagnostická specializovaná pracoviště.
- ❖ Klinická stanice – počítač s výkonnější grafickou kartou. Není nezbytný speciální monitor, stačí klasická 19“ obrazovka. Dostatečný výpočetní výkon mají i klasické současné počítače. Stanice je určena pro klinická pracoviště.

Komunikaci s okolními subjekty umožňuje **Webový server**. To je velká výhoda systému PACS. Snímek získaný na některé modalitě (např. mammograf) a následně uložený, lze prostřednictvím tohoto serveru zpřístupnit přes internet některému spolupracujícímu zdravotnickému zařízení a konzultovat ho. Ke snímku se přistupuje pomocí webového prohlížeče (např. Internet Explorer). Při tomto způsobu zobrazení je bohužel manipulace se snímky omezená možnostmi webového prohlížeče.

Security server – v případě, že zařízení se zavedeným systémem PACS má přímé propojení s jiným zařízením, je vhodné mít mezi centrálním serverem a propojením tzv. security server. Jeho činností je zabezpečena komunikace s cizími zařízeními.

Modality jsou jednotlivé přístroje sloužící k získání snímku. Níže jsou popsány jednotlivé metody radiodiagnostických vyšetření.

Skiografie

Neinvazní technika zobrazení lidských tkání na principu rentgenů. Různé tkáně lidského těla mají různou hodnotu pohlcení procházejícího rentgenového záření, výsledný snímek se zachycuje na speciální film, který se obvykle vyvolává ve vyvolávacích automatech. Ze získaného obrazu je patrná jak stavba vyšetřovaného orgánu, tak i jeho případná poškození. Nejčastější využití je pro vyšetření skeletu a ve stomatologii. Pro zachycení obrazu se využívají speciální rentgenové filmy se silnější emulzní vrstvou a s vysokým podílem halogenidů stříbra. Tím je zajištěn vyšší kontrast, potřebný pro dostatečnou citlivost metody. Jednotlivé filmy jsou uloženy do světlotěsných skiagrafičeských kazet. Na RDG oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec jsou v provozu přístroje BUCKYDIAGNOST TH a BUCKYDIAGNOST FS od firmy Royal Philips Electronics of the Netherlands. Pro potřeby nepřímé digitalizace lze nahradit kazetu s filmy zařízením schopným převést zachycený snímek, během velmi krátké doby, do digitálního formátu. Tento systém se nazývá Computed Radiography (CR). Příkladem může být přístroj PCR Eleva S od firmy Royal Philips Electronics of the Netherlands. Tento systém umožňuje propojení se systémy PACS, případně s dalšími systémy v nemocničních zařízeních. Výhodou je rychlost (až 78 snímků za hodinu, PCR Eleva S Plus dokáže až 97 snímků za hodinu) a jednoduchá obsluha celého zařízení. Rychlejším a patřičně drahým je tzv. přímá digitalizace. Snímek je zachycen na flat panel (obsahuje polovodičové detektory), který je přímo připojen k počítači a výsledný snímek je hotov v několika vteřinách. Ovšem je pravdou, že za cenu

jednoho flat panelu lze plně vybavit jedno pracoviště prostředky pro nepřímou digitalizaci (software, počítač, server, síť, přístroj pro digitalizaci, kazety včetně fólií atd.).

V případě, že rentgenový přístroj neslouží k zaznamenání získaného obrazu na film nebo jiné médium (obraz je pouze prohlédnut a dále se neuchovává), jedná se o skiaskopii. **Skiaskopie** je používána například při intervenčních výkonech nebo kontrolách vyléčených pacientů. Dříve byla skiaskopie využívána více, ale pro vysokou radiační zátěž se od ní odstupuje.

Sonografie

Neinvazivní zobrazovací technika založená na rozdílnosti odrazivosti tkání těla pro ultrazvukové vlnění (zvuk s frekvencí vyšší než 16 kHz, pro potřeby sonografických vyšetření se využívá frekvence 2-15 MHz). Touto metodou se zobrazují nejčastěji orgány břišní dutiny (játra, ledviny, močový měchýř...), dále klouby, cévy, svaly atd. Nelze vynechat využití ultrazvuku pro těhotenská vyšetření. Tato metoda je neinvazivní, bezbolestná a velmi šetrná. V Nemocnici Jindřichův Hradec je v provozu systém HP AGILENT – Image Point HX od firem Hewlett-Packard Development Company, L.P. a Agilent Technologies Inc.

Mammografie

Neinvazivní rentgenologická metoda vyšetření prsu. Využívá se pro potřeby vyšetření rakoviny prsu, což je jedno z nejčastějších nádorových onemocnění žen. Mammografie zvyšuje pravděpodobnost vyléčení karcinomu prsu tím, že umožňuje jeho včasné diagnostikování i v případech, kdy se zatím neprojevují žádné příznaky. V Nemocnici Jindřichův Hradec je v provozu systém MammoDiagnost 4000 od firmy Royal Philips Electronics of the Netherlands.

Počítačová tomografie (CT)

Neinvazivní metoda vyšetření, která spojuje rentgen s výkonným počítačem. Nevýhodou rentgenu (skiografie, skiaskopie) je, že zobrazuje pouze jednu rovinu vyšetřovaného orgánu. Počítačová tomografie (CT) oproti tomu provede až několik set řezů vyšetřované části těla a počítač je schopen matematického zpracování do 3D obrazu. Vyšetření je náročné především na výpočetní kapacitu počítače nedílně spojeného s celým

zařizováním. Výsledky jsou známé zpravidla do tří dnů. V Nemocnici Jindřichův Hradec je v provozu systém PHILIPS – AURA od firmy Royal Philips Electronics of the Netherlands.

Angiografie

Invazivní rentgenologická vyšetřovací a zároveň léčebná metoda pro zobrazení cév, prokrvení orgánů a případné zjištění místa krvácení. Vyšetření vyžaduje až tři hodiny času a následný 24-hodinový klid na lůžku. Při vyšetření je do pravé stehenní tepny (případně do pažní tepny) zavede cévku, kterou je do krevního řečiště vstříknuta kontrastní látka. Kontrastní látka se vyznačuje vyšší hodnotou pohlcování rentgenového záření. Po ukončení vyšetření je kontrastní látka vyloučena organismem. Samotné rentgenové snímkování (sériové) se provádí za plného vědomí pacienta. Velká výhodou této metody je možnost okamžité léčby pacienta, a to například roztažením postiženého místa tepny a téměř vždy současným zavedením vnitřní kovové výztuže tepny – stentu. V Nemocnici Jindřichův Hradec je v provozu angiografický systém MultiDiagnost 4 od firmy Royal Philips Electronics of the Netherlands.

Magnetická rezonance (MRI)

Neinvazivní vyšetřovací metoda. Využívá mohutných magnetických sil. Obraz vzniká na základě odezvy dočasných změn magnetických poměrů tkání. V lidském těle se atomy působením silného magnetického pole seřadí určitým směrem. Následuje vlnový impuls, který je z tohoto směru vychýlí. Měří se místní změna magnetických poměrů. Takto vzniklé, velice jemné, signály se skládají do obrazu lidského těla. Samotné vyšetření trvá cca půl hodiny. V Nemocnici Jindřichův Hradec se neprovádí.

Pozitronová emisní tomografie

„Základním principem PET je detekce dvou anihilačních fotonů gama vzniklých ve tkáni při interakci pozitronu s elektronem. Tyto dva fotony, které vzniknou ve stejný okamžik, mají stejnou energii 511 KeV a „rozletí“ se (emitují) v opačných směrech (v úhlu 180 stupňů) do okolního prostoru a dopadnou na dva protilehlé detektory. Tyto detektory jsou spojeny tzv. koincidenčním obvodem, tudíž zachytí jen fotony dopadající na oba protilehlé detektory

současně, tedy právě jen ten případ, kdy došlo k anihilaci. Nastřádaná data použije počítač pro tvorbu obrazu². Pacientovi je aplikován pozitronový zářič, který se akumuluje v místě, kde je zvýšená metabolická aktivita (vyšetřované místo). Pacient sám je tedy zářičem, PET kamera je detektorem. Následuje samotné vyšetření. Vyšetřeno může být i celé tělo, nejen jednotlivé orgány. Toto vyšetření se v Nemocnici Jindřichův Hradec neprovádí.

Endoskopie

Invazivní vyšetřovací metoda. Pacientovi je některým tělním otvorem zavedena sonda – endoskop až do vyšetřované oblasti. Výstupem je videozáznam a obrazová dokumentace. Provádí se též odběr tkání pro následné podrobné vyšetření. Podle vyšetřovaného místa se endoskopie člení na gastrokopii (žaludek), kolonoskopii (tlusté střevo), ERCP (Endoskopická retrográdní cholangiopankreatografie – žlučovod a slinivka břišní) a bronchoskopii (vyšetření dýchacích cest). Vyšetření je nepříjemné a někdy se provádí za celkové anestezie pacienta. Toto vyšetření se neprovádí na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec.

1.5.2 Možnosti systémů PACS a jeho různé varianty

AMIS*PACS od společnosti Rasna Medical Systems (distributor - společnost ICZ a.s.).

Systém zajišťuje dlouhodobou archivaci, přenos a zpracování patientských informací. Jedná se o stavebnicovou strukturu systému, což umožňuje rozdělení zavedení do etap. Při tomto řešení je výhodou snadné rozšíření systému pouhým přidáním dalších částí.

Systém poskytuje rychlý přístup k dokumentaci pacienta (obrazové), telemedicínu, kompletní workflow (průběh práce) od objednání pacienta až po práci se snímky, kompletní zpracování worklistu (distribuci žádanek) a automatický přenos vyšetření na vybraného klienta. Důležité je také české zázemí distributora. Systém je založen na standardech DICOM a HL7.

² Schmitt M.: Pozitronová emisní tomografie. 13. 5. 2007. Internetový portál <http://www.tretipol.cz/>, <http://www.tretipol.cz/index.asp?clanek&view&237>

System AMIS*PACS pracuje na základě aktuálních internetových a intranetových technologiích. Díky propojení s nemocničním informačním systémem snižuje chybovost a eliminuje velkou část rutinních operací. Tím se snižuje celkový čas potřebný pro provádění vyšetření.

Součástí systému AMIS*PACS:

DICOM server – ukládání a archivace dat, komunikace s modalitami, přesuny dat, databázový management, součástí je webový server. K archivaci slouží systém **AMIS*PACS Archive**. Lze použít současná běžná média (CD, DVD), Ultra SCSI Fibre Channel rozhraní a především disková pole (RAID). Archiv lze zvětšit přidáním hardwaru. Podporuje bezztrátovou kompresi obrazové informace (JPEG).

Zobrazovací stanice – provedení ve třech verzích:

- ❖ Diagnostická – s nejvyšším rozsahem funkcí (nejnáročnější na hardware). Určena pro radiodiagnostická pracoviště.
- ❖ Klinická – určena pro klinická pracoviště. Neumožňuje složité operace se snímky a nemá oprávnění na úrovni diagnostické stanice.
- ❖ WWW – pro klinická pracoviště a studijní účely. Omezení práce s daty daná použitým internetovým prohlížečem.

AMIS*PACS Review Plus – samostatná diagnostická stanice. Umožňuje příjem, ukládání a upravování dat z vyšetření, jejich odesílání dalším pracovním stanicím, komunikaci s okolními stanicemi a práci s archivem. Způsobů jak pracovat se získanými daty je mnoho (prohlížení, podpora DICOM i standardních tiskáren, převod do formátu DICOM, psaní reportů, grafické úpravy obrazových dat a mnoho dalších).

STAPRO TomoCon PACS od společnosti STAPRO s.r.o. (vyvinuto společností TatraMed spol. s r.o.)

System kompletně řeší přenos snímků z DICOM modalit, jejich správu, archivaci i prohlížení. Je provázán s klienty a při zadání žádanky vytváří DICOM worklist, který je odeslán na určenou modalitu. TomoCon PACS velmi dobře spolupracuje se systémem patientské archivace StaproMEDEA. Bohužel není v současné době v Nemocnici Jindřichův

Hradec k dispozici. Přesto je Tomocon PACS plně funkčním systémem PACS díky DICOM a HL7 standardům.

Systém poskytuje rychlý přístup ke snímkům, dokonce jsou k dispozici dříve než přijde pacient ze zobrazovací modalitty. TomoCon PACS lze rozšířit na neomezený počet klientů. Umožněno je přímé propojení diagnostiky s terapeutickými plánovacími systémy.

Součásti systému TomoCon PACS

TomoCon PACS server - ukládání a archivace dat, komunikace s modalitami, přesuny dat, kompletní podpora worklistů, propojení s nemocničním informačním systémem. Server je spravován na dálku. Kapacita archivačního modulu je lehce rozšířitelná přidáním hardwaru podle potřeb nemocničního zařízení.

Prohlížeč TomoCon – aplikace pracující na standardní pracovní stanici pod systémem MS Windows 98/2000/XP, která má možnost vyhodnocování, prohlížení a upravování dat. Možnost anonymizace patientských dat. Obsahuje systémy pro archivaci dat na současné nosiče dat (CD) současně s uložením prohlížeče TomoCon Lite. S daty lze provádět mnoho operací (možnosti zobrazení, úpravy, export do různých formátů, tisk na standardních tiskárnách atd.).

Prohlížeč je poskytován ve třech verzích:

- ❖ TomoCon Workstation, určený pro diagnostické stanice. Umožňuje import dat nezávisle na TomoCon PACS serveru a veškeré složité operace se snímků.
- ❖ TomoCon Viewer, poskytovaný v rámci neomezené multilicence pro všechny klinické stanice nemocničního zařízení. V podstatě je funkčně velmi podobný TomoCon Workstation, ale neumožňuje složité operace se snímků.
- ❖ Tomocon Lite, distribuovaný na CD společně s archivovanými snímků pacienta. Jedná se o jednoduchou verzi prohlížeče určenou pro pracovní stanice bez systému TomoCon PACS.

TomoCon miniPACS od společnosti TatraMed spol. s r.o.

Velmi zajímavé řešení pro malá RDG oddělení. Poskytuje plnohodnotnou digitalizaci dat pro jednu modalitu. Je plně DICOM kompatibilní, což umožňuje připojení jakékoli

modality na tomto standardu. Ačkoliv se jedná pouze o samostatné zařízení, dosahuje plné funkčnosti systému PACS. Též umožňuje vzdálenou správu, archivaci dat. Prohlížení a diagnostika probíhá pomocí programu TomoCon.

MARIE PACS OR-CZ spol. s r. o.

Název MARIE je zkratkou Medical Archiving and Retrieval of Images Electronically. Lze to dá přeložit jako elektronické získávání a archivace snímků v medicíně, což je zároveň vhodný popis systému PACS.

System MARIE PACS je díky své modularitě vhodný pro zdravotnická zařízení různých velikostí a dokonce i pro spojení několika nemocnic v rámci určité oblasti (okres, kraj). Také lze pořizovat postupně jednotlivé moduly a tím systém rozšiřovat. MARIE PACS je propojitelný s většinou běžně používaných informačních systémů v nemocničních zařízeních. Systém zajišťuje proces získávání, správu a uchování dat získaných na jednotlivých modalitách. Získaná data jsou ihned k dispozici na určených pracovištích a po určené době jsou přesunuta do dlouhodobého archivu.

Součásti systému MARIE PACS:

MARIE Server – základní modul systému. Udržuje databázi informací o uložených datech, komunikuje s modalitami a zajišťuje přesuny dat ke klientům, případně dalším systémům PACS. Přístup k uloženým snímkům je možný pomocí webových prohlížečů, Javy a libovolného DICOM prohlížeče. Pro urychlení přenosů velkých souborů jsou k dispozici různé kvality zobrazení a miniatury pro rychlý výběr požadovaných snímků.

MARIE Klient – pracovní stanice podporující výběr, zpracování a prohlížení patientských dat. Zdrojem pro stanici je MARIE Server. Dostupné jsou dva způsoby prohlížení:

- ❖ Java klient – data lze nejen prohlížet, ale i zpracovávat a upravovat přímo v dané stanici. Nevýhodou jsou vyšší nároky na výpočetní výkon pracovní stanice. Java klient umožňuje úpravy obrazu, šikmé řezy, uložení snímků s popisem, tisk na DICOM i standardních tiskárnách, ukládání dat spolu s prohlížečím softwarem pro zobrazení na klasických pracovních stanicích.
- ❖ Webový klient – data jsou zobrazována pomocí standardního webového prohlížeče. Vše je předzpracováno na Java klientu a uloženo na serveru. Webový klient má

omezené možnosti zpracování a úpravy patientských dat, respektive je může pouze prohlížet.

MARIE Deposit – nezávislý server, který obsahuje zařízení sloužícím k ukládání a načítání dat spolu s velkokapacitním archivem pro dlouhodobou archivaci. Umožňuje nastavení automatického mazání starých dat. Systém archivace podporuje QualStar Tape Library (ukládání dat na pásky) s možností vícenásobného současného čtení/zápisu do páskových zařízení.

MARIE NIS Konektor – základní rozhraní přizpůsobitelné pro komunikaci s libovolným nemocničním informačním systémem. Podporuje administraci worklistů a automatické odesílání zpráv s daty a informacemi do požadovaných stanic. Umožňuje zasílání centralizovaných zpráv pomocí standardu HL7 dostupných všem typům klientů, různé stupně zabezpečení systému a nastavení možností hledání.

PACS systém VISUS JiveX od společnosti Visus Technology Transfer GmbH

Komplexní řešení PACS, které je možno díky pružné licenční politice výrobce aplikovat na malá pracoviště i na velké nemocnice. Jádrem je komunikační server s databázovým modulem. Dále jsou součástmi archivační modul, modul pro připojení DICOM modalit a jednotliví klienti. Systém řeší získávání, správu, přenos a uchovávání patientských dat.

Součásti systému VISUS JiveX:

DICOM server – jádro celého systému. Řídí všechny procesy v rámci PACS systému včetně komunikace s dalšími informačními systémy nemocničního zařízení. Řídí webovou komunikaci, získávání, ukládání, správu a archivaci dat. Server propojuje všechny klientské aplikace a modalit a udržuje veškerá data v on-line režimu. Umožňuje také dlouhodobou archivaci pomocí páskové knihovny a dalších zařízení. Server je možno instalovat na vícekrát pro dosažení optimální úrovně zatížení jednotlivých komponent. Mezi základní funkce serveru patří možnost omezení jednotlivých klientů dle uživatelů i IP adres, nastavitelné automatické operace s daty (komprimace, mazání, přesuny do archivu), podpora worklistů, zasílání informací o ukončení vyšetření do radiologických informačních systémů, ukládání

dat na současné nosiče (CD, DVD...), automatické přeposílání dat do zařízení v síti DICOM a prostřednictvím e-mailu informuje o stavu systému.

JiveX klient – pracovní stanice, která umožňuje přístup k datům uloženým na serveru (archivačním zařízení). Existují tři verze:

- ❖ Diagnostický prohlížeč – slouží k prohlížení a úpravě digitálních snímků a psaní nálezů. Součástí jsou různé filtry pro vyhledávání v databázích, možnosti nastavení způsobů zobrazování různých typů vyšetření, nástroje pro grafickou úpravu, modelování a zpracování snímků. Zobrazit výsledky vyšetření lze na soustavě dvou monitorů. Pro potřeby stanovení diagnózy je možné označit klíčové snímky (uživatel má přístupné všechny, ale pouze relevantní snímky). Podporuje vytváření worklistů, uživatelských profilů, export dat do klasických obrazových formátů a tisk na zařízeních DICOM i standardních tiskárnách.
- ❖ Klinický prohlížeč – není potřeba tak výkonná pracovní stanice. Tento klient se od předchozího příliš neliší, pouze neumožňuje zobrazení na dvou monitorech, složité grafické úpravy a modelování 3D snímků.
- ❖ HTML prohlížeč – slouží k prohlížení snímků pomocí internetu prostřednictvím Internet Exploreru a Netscape Navigátoru. Systém uživatelských práv je stejný jako při přístupu interním.

1.5.3 Proces zavádění PACS

Implementace systému PACS se může stát projektem až na několik let. Závisí na připravenosti nemocničního zařízení, na kterém bude v provozu. Jsou v podstatě dvě základní možnosti. První je implementace do zařízení, které nemá vybudovanou vnitřní počítačovou síť. V takovém případě je proces implementace zdoluhavý, náročný a drahý. Velice pravděpodobně budou zapotřebí stavební úpravy. Na druhou stranu je velkou výhodou, že se prostory, do kterých bude systém PACS nainstalován, mohou perfektně připravit pro jeho provoz. Tím se může změnit i organizační struktura zařízení a dlouhodobé přínosy PACSu budou výraznější. Problémem může být omezení provozu při implementaci systému a jeho počátečním provozu.

Druhou možností je implementace systému do zařízení, které už má vybudovanou lokální počítačovou síť. Implementace je v tomto případě usnadněna o tuto část procesu, ale nelze vyloučit případné stavební úpravy a tím i omezení provozu zařízení. Dalším rizikem je možnost nekompatibility se stávajícím informačním systémem. V současnosti je to velmi nepravděpodobné, ale u starších zařízení je to velkým rizikem. V podstatě by to mohlo vést k nezbytnosti pořízení dvou systémů současně i s nezbytným hardwarem. Tato varianta je nejdražší a také na omezení provozu celého zařízení nejriskantnější. V tom případě, že nejsou potřebné stavební úpravy a nehrozí konflikty systémů z důvodu nekompatibility, je implementace systému PACS rychlá a relativně levná v porovnání s ostatními možnostmi. V podstatě stačí systém nainstalovat na server, klinické a diagnostické stanice. Potřebné zařízení musí být plně kompatibilní (je téměř nemožné v současnosti zakoupit nekompatibilní) s pořizovaným systémem, neboť budou přímo spolupracovat. Z hlediska prostor není systém PACS náročný. Právě naopak, jednou z jeho výhod je úspora prostoru oproti metodě získávání snímků nazývané „mokrý cesta“.

1.6 Další informační systémy využívané ve zdravotnictví

Možnosti využití informačních systémů v nemocničních zařízeních jsou obrovské. Omezení zatím nejsou dána. Stejně jako se rozvíjí obor medicína (a bohužel i nezbytná administrativa), tak se tvoří a rozvíjejí nové systémy, které usnadňují procesy v procesu poskytování zdravotní péče.

Nejvýraznějším pokrokem v poslední době je nedávný případ Oblastní nemocnice Mladá Boleslav a.s. Začátkem června byl v této nemocnici spuštěn systém využívajících tzv. mobilní klinické asistenty (MCA - Mobile Clinical Assistant), kterými jsou plnohodnotné přenosné počítače specializované na nemocniční klinické podmínky. Tyto počítače jsou neustále bezdrátově připojeny k informačnímu systému. Lékař má v reálném čase dostupné veškeré informace o kterémkoliv pacientovi, který je hospitalizován v nemocnici. Přes nákladnost pořízení tohoto systému má mnoho výhod. Organizace celé databáze je vylepšená, systém je bezpečnější, veškeré informace jsou dostupné v reálném čase, zrychlí se komunikace. Procesy v poskytování zdravotní péče jsou rychlejší, bezpečnější a nelze zapomenout na úspory nákladů a materiálů, které nejsou dále potřebné (papír, administrativa) a lépe připravené podklady pro pojišťovny. Vše je ihned zaznamenáno do nemocničního

informačního systému a může být dále zpracováváno. To jsou některé z mnoha výhod a možností, které poskytují moderní technologie a vývoj nových systémů ve zdravotnictví.

To byl velmi stručný popis nejmodernějšího klinického systému v ČR. Ale nemocnice se skládají z mnoha různých obtížně propojitelných (z hlediska náplně jejich činností) částí a oddělení. Příkladem mohou být nemocniční komplementy. Například oddělení patologie nebo stravování. Jak již jsem zmiňoval v kapitole 1.1, není zatím nikde na světě realizován komplexní informační systém, který by pokrýval všechny činnosti nemocnice. Neustále jsou proto vyvíjeny nové specializované systémy pro jednotlivé činnosti nemocničních zařízení. Výrobci v současnosti nabízí modulární systémy, které lze postupně rozšiřovat a doplňovat. Ovšem v takovémto případě musí různé části dosahovat různé technologické úrovně a složitosti. Ačkoliv by produkty jednoho výrobce měly být kompatibilní, je jistě velice náročné dosáhnout plné funkčnosti všech součástí najednou bez jejich konfliktů. Ve výsledku se v nemocnici provozuje opět několik systémů.

Dalšími činnostmi, ve kterých se uplatňují informační systémy, jsou například manažerské rozhodovací a vyhodnocovací procesy. Jiným příkladem může být správa lékáren a skladů nebo systémy zabezpečující výměnu dat a informací mezi různými zdravotnickými zařízeními.

2 Metodická část

V této kapitole jsou popsány a vysvětleny metody, které jsou použity pro analýzu. Také jsou zde uvedena data potřebná pro porovnání alternativ uschování patientských dat. Základem pro analýzu jsou náklady na provoz metody „mokré cesty“ zaznamenávání, nakládání a uschovávání výsledků vyšetření na radiodiagnostickém oddělení NJH. Část těchto nákladů bude ušetřena díky zavedení systému PACS a což tvoří nejdůležitější část přínosů tohoto systému. Náklady na pořízení a provoz PACSu jsou zbytkem dat potřebných pro analýzu.

2.1 Popis postupu analýzy

V případě zavádění systému PACS se vyskytuje několik nákladů a benefitů (přínosů), které je třeba vyjádřit v peněžních jednotkách. Je to nezbytné pro metodu CBA. Tato metoda bude popsána v této kapitole.

První z nich je úspora času po zavedení rychlejší metody získávání snímků. Je potřeba rozlišit subjekty, které tím získají. Nejdříve se budeme věnovat úspoře času zaměstnanců nemocnice, která bude příjemcem těchto benefitů. Zde je vhodné spočítat celkový čas věnovaný relevantním činnostem za jeden rok a ten přepočítat na celkové náklady na mzdu průměrného zaměstnance Nemocnice Jindřichův Hradec. Bohužel výše platů jednotlivých pracovníků není věcí veřejnou. Použil jsem zde proto průměrnou hrubou mzdu zaměstnance této nemocnice. Ta po znásobení koeficientem (1,35), který představuje navýšení hrubé mzdy o sociální a zdravotní pojištění odváděného zaměstnavatelem, dává výslednou částku, kterou představují celkové náklady na mzdu jednoho zaměstnance.

Tato metoda stanovení hodnoty času se vztahuje na všechny zaměstnance, na jejichž činnosti se podepíše zavedení systému PACS. Jsou to:

- ❖ **Laboranti RDG oddělení** – pracují s radiodiagnostickými přístroji, zajišťují získání, archivaci a dostupnost snímků.
- ❖ **Lékaři** – snímky z jednotlivých modalit se k nim dostanou rychleji, často dříve než samotný pacient. Mohou tedy čas strávený čekáním na pacienta věnovat dalším pacientům, případně jiné činnosti.

- ❖ **Sanitáři** – mají na starosti roznos snímků po celé nemocnici. Také přepravují nepohyblivé pacienty na vyšetření a zase zpátky.

Nejdůležitější jsou v nemocnici samozřejmě **pacienti**. I pro ně bude zavedení PACS přínosem. Lékař pacientovi sdělí výsledek vyšetření ze snímku, který už má před jeho příchodem do ordinace (lékař nečeká na přinesení snímku, pacient nečeká na prohlídnutí snímku lékařem).

Některé položky jsou velmi obtížně vyjádřitelné v penězích. Například cena snížení zátěže organismu ionizujícím zářením při rentgenovém vyšetření. Použité materiály pro zachycení snímku se vyznačují nižší potřebnou dobou vystavení záření. Zde jsou tedy pacienti vystaveni nižší dávce ionizujícího záření. Dále v kapitole 3.2.

Dalším problémem je odhad spolehlivosti provozu systému PACS. V dostupných zdrojích je pouze uvedeno, že systémy PACS jsou velmi spolehlivé. Svědčí o tom i zkušenosti nemocnic, které tento systém mají již v provozu. Ale zajisté lze předpokládat, alespoň v počátcích provozu, jeho časté výpadky, při kterých by se musel provozovat stále starý a zaběhlý systém. Dále v kapitole 3.3.

Systémy PACS jsou „šité na míru“ zařízení, které je pořizuje. Nelze proto zcela přesně říci, jaká je cena pořízení systému pro Nemocnici Jindřichův Hradec. Samy firmy zabývající se prodejem těchto systémů jsou ohledně ceny sdílné až při seriózním obchodním jednání. Autor této práce není (ani nemůže být) vážným zájemcem o koupi systému PACS. Proto nebudou použity zcela přesné částky v souvislosti s cenou systému PACS a jeho zavedení.

Metoda CBA

Zdravotnictví je obor, který poskytuje specifickou kombinace veřejných a privátních statků. Z toho jsem musel vycházet při volbě metody pro analýzu nákladů zavedení systému PACS do Nemocnice Jindřichův Hradec a.s. Ta bude z části vycházet z metody CBA (Cost-Benefit Analysis) uplatňované ve veřejném sektoru.

Účelem CBA je porovnat přínosy navrhovaných alternativ a doporučit k realizaci tu nejvhodnější variantu. Analýza vychází z kalkulace celkových nákladů variant a hodnocení výstupů. Základním předpokladem pro tuto analýzu je vhodnost a vyjádřitelnost vstupů (nákladů) i výstupů (benefitů) v peněžních jednotkách.

Metodu CBA lze rozdělit do dvou forem. První je tzv. „jednoduchá“ analýza nákladů a přínosů, kdy se celá analýza vztahuje pouze na určitou investiční akci a na provádějící subjekt. Tuto formu lze nazvat „imanentní“ („vlastní“) formou CBA. Pro potřeby této diplomové práce by byla postačující v případě, že zavedení systému PACS by nemělo vliv na jiné subjekty než je Nemocnice Jindřichův Hradec.

Druhá forma, tzv. „analýza společenských nákladů a společenských přínosů“ bere v úvahu veškeré společenské náklady a přínosy, které investiční akce způsobuje společnosti. Touto formou lze kalkulovat například externality způsobené výstavbou nové dálnice. Na jednu stranu urychlí provoz a uspoří čas řidičům, na druhou stranu se musejí započítat škody, které utrpí obyvatelé žijící v blízkosti nové komunikace (hluk, prašnost, pokles ceny obytných prostor atd.). Touto formou CBA se v této práci budu zabývat.

Při CBA je třeba brát v úvahu hledisko času. Příjem v budoucnosti má zřejmě nižší hodnotu než příjem současný. S tímto faktem je vhodné počítat i při analýze projektů a investic. Tato úprava výpočtu se nazývá diskontování a využívá se zde diskontní sazby v tzv. „odúročitel“i“. Tímto odúročitelem se upraví veškeré budoucí přínosy i náklady.

Pro určení současné hodnoty poměru přínosů a nákladů vztahujících se k investici platí tento vztah:

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t / C_t}{(1+i)^t} > 1$$

t	dané časové období v kterém plynou příjmy z investice a náklady vynaložené pouze (rok provozu systému PACS)
T	konečný časový horizont – ekonomická životnost projektu (investice); zde doba provozu systému PACS
B _t	přínos v období t
C _t	náklad v období t
i	diskontní sazba
$\frac{1}{(1+i)^t}$	odúročitel

Důležité je určení diskontní sazby. Vhodnou diskontní sazbou je alternativní využití prostředků, které mají být nákladem zvažované investice. Lze například použít úrokovou sazbu, za kterou by investor mohl peníze uložit v bance.

Investice je přínosná pouze tehdy, když poměr diskontovaných přínosů a nákladů v daném období je větší než jedna. Pokud je roven jedné, pak projekt není ziskový ani ztrátový. V ostatních případech je projekt ztrátový.

Přínosy plynoucí z investice jsou v případě zavedení PACS různé. Nejvýraznější částí jsou ušetřené náklady na radiodiagnostický materiál, který je nezbytný pro současný způsob provozu RDG oddělení. Jsou to materiály sloužící pro záznam vyšetření (filmy, materiály pro tiskárny apod.). Další významnou položkou je práce, která bude ušetřena díky digitalizaci dat. Nelze také opomenout náklady související se zařízeními, která nebudou po zavedení PACS dále v provozu.

Náklady představují to, čeho se musíme vzdát pro zrealizování investice. Nejvýraznější je cena pořizovaného zařízení. S tím souvisí náklady na zavedení systému a na jeho údržbu. Před uvedením do provozu je také nutné zaškolit obsluhu.

Pro ohodnocení investice je vhodné spočítat i čistou současnou hodnotu (ČSH), která by měla být větší než nula:

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} > 0$$

t	dané časové období (rok provozu systému PACS)
T	konečný časový horizont – životnost projektu (investice), zde doba provozu systému PACS
B_t	přínos v období t
C_t	náklad v období t
i	diskontní sazba
$\frac{1}{(1+i)^t}$	odúročitel

Projekt (investice) je přínosný jestliže rozdíl mezi diskontovanými přínosy a náklady je větší než nula. Pokud je roven nule, investice není přínosná ani ztrátová a v ostatních případech je ztrátová.

Doba návratnosti

Při hodnocení investice se přihlíží k její návratnosti. Ta vyjadřuje po jaké době se náklady vložené do investice vrátí. Při hodnocení výnosových investic se používají peněžní toky (CF) jednotlivých let. Rok, ve kterém kumulativní součet přínosů z investice přesáhne součet všech vložených nákladů, je rokem ve kterém se investice vrátí, jinými slovy dobou návratnosti. V případě zavedení systému PACS se doba návratnosti bude počítat pouze z úspor nákladů. To je tzv. prostá doba návratnosti:

$$DN = \frac{N_{pp}}{CF}$$

DN	doba návratnosti prostá. Počet let za které součet přínosů z investice přesáhne součet vložených a provozních nákladů
N_{pp}	náklady na pořízení investice (systému PACS)
CF	roční cash flow - rozdíl mezi příjmy plynoucími z investice (resp. úsporami nákladů) a náklady je její provoz v jednotlivých letech.

Prostá doba návratnosti nepočítá s faktorem času. To je její hlavní nevýhoda. V praxi je velmi často používána pro její jednoduchost a srozumitelnost

Nedostatek prosté návratnosti je odstraněn v návratnosti počítané z diskontovaných příjmů (zde úspor) a výdajů. Tato metoda je tedy přesnější a popisnější. V praxi není tak často používána. Možným důvodem je delší výsledná doba návratnosti než u předchozí metody. Následuje postup výpočtu:

1. Výpočet N_{pp} - náklady na pořízení investice (systému PACS).
2. Výpočet CF jednotlivých let plynoucích z investice. Zde se jedná o rozdíl mezi přínosy (úsporami nákladů) a náklady v jednotlivých letech.

3. Diskontování CF jednotlivých let – CF se v každém roce násobí odúročitelem. Tím se vyjádří současná hodnota CF. Úročitel se vypočítá dle následujícího vzorce:

$$\text{odúročitel} = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

t rok provozu investice, ke kterému se pojí počítané CF.

i diskontní sazba

4. Investice se navrátí v roce, kdy kumulativní součet diskontovaných CF dosáhnou (případně přesáhnou) N_{pp} .

Tyto čtyři výše popsané metody ocenění investic (projektu) jsou postačující pro vyhodnocení ekonomického přínosu zavedení systému PACS na RDG oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec.

2.2 Zdroje dat pro analýzu

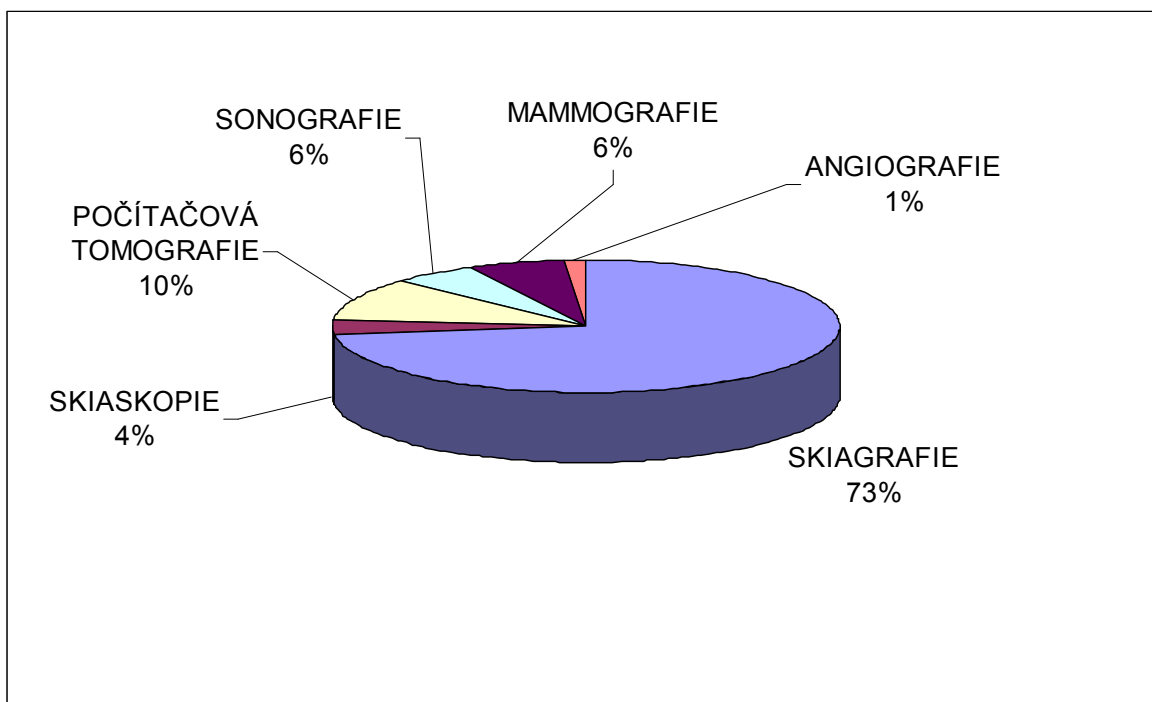
Základními daty pro analýzu zavedení systému PACS jsou počty jednotlivých vyšetření provedených v roce 2006 na radiodiagnostickém oddělení. Tato data nejsou zatím zveřejněna, byla zjištěna přímo na RDG oddělení. Jsou uvedena v tabulce č. 1:

Tab. č. 1 - Počty radiodiagnostických vyšetření v roce 2006

Metoda použitá při vyšetření	Počet vyšetření v roce 2006
SKIAGRAFIE	35 000
SKIASKOPIE	1 725
POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIE	5 000
SONOGRAFIE	2 700
MAMMOGRAFIE	2 875
ANGIOGRAFIE	700
CELKEM	48 000
CELKEM bez skiaskopických vyšetření	46 275

Zdroj: RDG oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec a.s.

Graf č. 2 – Návratnost investice do systému PACS



Nejvýznamnější položkou jsou skiagrafická vyšetření. Jedná se o klasické rentgenování s následným uchováním snímků.

Vyšetření skiaskopická se provádí stejnou metodou, ale s tím rozdílem, že snímky nejsou vyvolávány. Tato vyšetřovací metoda tedy nevyžaduje propojení se systémem PACS. Počet skiaskopických vyšetření je nutno z analýzy vyloučit.

Propojení počítačové tomografie k systému PACS je vhodné kvůli uchování dat o vyšetření. Výsledky budou uchovávány v centrálním úložišti dat, později v archivačním zařízení. Výhoda je v jejich okamžité dostupnosti z kterékoliv klinické a diagnostické stanice (před archivací). V současnosti lze data uchovávat na běžných nosičích (CD, DVD...), systém PACS otevře tomuto oboru nové možnosti.

Ze stejného důvodu je vhodné i připojení sonografické vyšetřovací stanice. Dalším důvodem je současný provoz tiskárny, která nebude po zavedení PACS potřebná. Cena potřebného tisku (běžný papír) k jednomu vyšetření je zhruba 5 Kč.

Mammografie je jeden z nejmladších oborů radiodiagnostických metod. Digitalizace snímků je vhodná pro případné konzultace, potřeby výukové a další.

Vhodné je připojení angiografického systému k PACS. Data budou uložena na jednom místě. Odtud budou snadno dostupná pro všechny klinické i diagnostické stanice.

Náklady na radiodiagnostický materiál

Všechny tyto metody vyšetřování vyžadují speciální materiály. Například film o velikosti 3x4 cm stojí kolem 5 Kč. Tyto filmy se používají ve stomatologii. Pro potřeby RDG oddělení se používají větší filmy, například o rozměrech 13x18, 18x24, 30x40, 20x60, 30x90 cm a další. Tyto filmy jsou samozřejmě mnohem dražší. Jeden velký snímek může stát až 150 Kč. A to bez dalších nákladů např. na chemikálie potřebné k vyvolání filmu.

Pro vyvolávací automaty se používají koncentráty vývojky a ustalovače určené pro vyvolávací automaty. Pro požadovaný roztok se koncentráty ředí destilovanou vodou. Koncentrát vývojky pro 20 litrů pracovního roztoku zakoupeného u společnosti ATOMVET s.r.o. stojí 990 Kč. Pro běžné použití je doporučeno dávkování 0,5 l na m² filmového materiálu. S použitím několika jednoduchých výpočtů vyláhal výsledek ceny

vývojky na jeden snímek (velikosti 18x24 cm) cca 1 Kč. Náklady na vývojku pro jeden snímek 30x40 cm jsou cca 3 Kč.

Koncentrát ustalovače na 21 l pracovního roztoku lze koupit od stejné společnosti za cenu 580 Kč. Běžné dávkování se pohybuje kolem 0,55 l na jeden m² filmového materiálu. Po výpočtech lze dojít k nákladu na ustalovač 0,66 Kč pro snímek 18x24 cm, případně 1,82 Kč pro snímek 30x40 cm.

Tyto výpočty jsou uvedeny pouze pro představu. V běžném provozu nelze náklady chemikálií tak snadno a přesně spočítat. Samotný poměr koncentrátů a vody se určuje přesně až podle použitého vyvolávacího automatu, citlivosti použitého filmu a doby trvání zpracování. Pro potřebu této diplomové práce jsou tedy jako náklad použitelné roční výdaje na radiologický materiál celého RDG oddělení.

Použití celkových nákladů na materiál potřebný pro činnost radiodiagnostického oddělení je tedy nejpresnější a zároveň nejjednodušší metodou získání potřebných dat pro analýzu. Roční náklady dosahují **1.300.000 Kč**. Údaj je odvozen ze spotřeby materiálů v posledních letech, která se při meziročním srovnání významně nemění. Jsou zde zahrnuty filmy, chemikálie a další materiály potřebné pro provoz všech vyšetřovacích metod centrálního radiodiagnostického oddělení. Tento údaj byl zjištěn přímo na RDG oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec.

Peněžní vyjádření času

Z poslední dostupné výroční zprávy Nemocnice Jindřichův Hradec a.s. (za rok 2005) lze mimo jiné vyčíst průměrnou měsíční hrubou mzdu jednoho zaměstnance. Tato částka je **17.300 Kč**. Je nezbytná pro vyčíslení nákladů nemocnice, které budou ušetřeny zavedením systému PACS. Náklady na zaměstnance placené zaměstnavatelem tvoří pouze hrubá mzda. K této částce je nezbytné přičíst i sociální a zdravotní pojištění, které odvádí zaměstnavatel za svého zaměstnance. Tato částka je rovna 35 % hrubé mzdy zaměstnance. V případě Nemocnice Jindřichův Hradec je tedy náklad na jednoho zaměstnance 23.355 Kč (280.260 Kč za jeden rok). V roce 2005 bylo 253 pracovních dnů. Při osmihodinových pracovních dnech to znamená 2024 pracovních hodin. Prostým dělením tedy vychází náklad na jednu pracovní hodinu průměrného zaměstnance **138,47 Kč**. Tato částka bude použita pro vyjádření ušetřeného času po zavedení systému PACS.

Další položkou je cena času pacientů. Ve statistikách Českého statistického úřadu je uváděna průměrná hrubá mzda obyvatele okresu Jindřichův Hradec (spádová oblast nemocnice) **14.857 Kč**. Tuto částku je však nezbytné upravit na čistou mzdu, která nejlépe určí hodnotu volného času pro pacienta. Nejprve je třeba odečíst 8 % sociálního a 4,5 % zdravotního pojištění. Tím získáme základ daně z příjmu fyzických osob, který se zaokrouhlí na sta nahoru. Z něj se vypočítá daň podle sazeb platných pro rok 2005 daň z příjmu (1525 Kč pro zaměstnance bez vyživovaných dětí). Daň, sociální a zdravotní pojištění se odečtou od hrubé mzdy a tím získáme čistou měsíční mzdu. Ta činí 14.857 Kč. Tuto částku je třeba znásobit dvanácti a vydělit počtem pracovních hodin v roce 2005 (2024 pracovních hodin). Čistá hodinová mzda tedy vychází na **68 Kč**, což je i hodnota volného času průměrného obyvatele okresu Jindřichův Hradec.

Diskontní sazba

Pro subjekt typu nemocnice je velmi obtížné stanovit správnou diskontní sazbu potřebnou pro analýzu přínosů a nákladů investice. Nejvíce přesné by bylo použití nejvýnosnější alternativní možné investice. Ovšem standardní investice nemocnice se pohybují v oblasti údržby stávajícího zařízení a nákupu strojů a zařízení. Při těchto investicích je obtížné stanovit výnos, protože jejich výsledkem bývá spíše zvýšení kvality poskytované péče, příjmové položky se v této oblasti obvykle nenacházejí, pouze zde mohou existovat úspory v nákladech. I zde mohou být samozřejmě výjimky, ale ty lze, ve většině případů, realizovat pouze jednou. K přehledu o zamýšlených investicích nemocnice nemám bohužel autor této práce přístup. Proto je neproveditelné stanovit diskontní sazbu z alternativní investice. Je potřeba najít jiné řešení a tím může roční úroková sazba z vkladu do komerční banky. NJH využívá služeb banky Waldviertler Sparkasse von 1842 Jindřichův Hradec. Jejím produktem nejlépe použitelným pro peněžní vklad NJH je vkladový účet s výpovědní lhůtou 12 měsíců. Protože je zamýšlená částka pro pořízení PACS vyšší než jeden milion Kč, vztahuje se na něj úroková sazba **2,35 % p.a.** (k 31. 5. 2007). Tato sazba tedy je vhodnou diskontní sazbou pro ocenění investic NJH.

Cena PACS

Pro digitalizaci RDG oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec a.s. je vhodná její nepřímá forma nazývaná Computed Radiography (CR). Přímá digitalizace (Direct Radiography – DR) pomocí flat panelů je podstatně dražší při nízké časové úspoře. Pro nemocnici tedy DR nepřináší výraznou výhodu.

Pořízený PACS se skládá, jak už bylo popsáno výše, z několika součástí. Jedná se především o základ celého systému – software zajišťující správu patientských dat a propojení s ostatními nemocničními systémy a jednotlivé klienty, součástí je také webový server. V případě přímého propojení s jiným nemocničním zařízením je také zapotřebí security serveru, ale v současnosti se o této možnosti neuvažuje.

Pro potřeby této práce se bohužel nepodařilo získat přesné ceny systému PACS. Především z důvodu obchodního tajemství výrobců těchto systémů. Kontaktované firmy na žádost o poskytnutí cen odpovídaly záporně. Jsou zde proto uvedeny orientační ceny softwaru potřebného pro plnohodnotný provoz systému PACS:

- ❖ Databázový, archivační, komunikační PACS software včetně instalace, servisu v celkové ceně 1 400 000, -
- ❖ Dvě diagnostické stanice určené pro RDG oddělení. Jedna stanice v ceně 200 000,-
- ❖ Klinické stanice – cena multilicence pro neomezený počet stanic je 150 000, -

Pořizovaný hardware

S nákupem nového informačního systému se často neoddělitelně pojí nutnost pořízení nového hardwaru. Tak je to i v případě zavedení systému PACS. Pořizovaný hardware se skládá ze serveru, kde bude nainstalován operační systém. Jako operační systém slouží nejčastěji Linux nebo Windows NT. Volba záleží na ceně operačního systému, hardwaru a pořizovaném informačním systému. Také je důležité přihlídnout k zařízením, které budou s novým systémem propojeny. Níže je uveden server postačující pro provoz systému PACS v NJH. Součástí serveru je diskové pole potřebné pro dočasné uchování používaných dat. Tato data jsou po určité době archivována a ze serveru mazána. Pro současné potřeby RDG

oddělení je postačující server s 2 TB diskovým polem. Pouze pro představu je také uvedena cena 500 GB harddisku pro případ potřeby rozšíření diskového pole. Tento harddisk nebude zahrnut do analýzy z důvodů nepravděpodobnosti potřeby většího úložného prostoru a rychlých změn cen v oblasti hardwaru. Případná potřeba zvětšení diskového pole by se projevila nejdříve po roce provozu nebo v případě rozšíření pořizovaného systému.

Další nezbytný hardware je systém pro archivaci patientských dat. Toto je nezbytná součást PACS systému, která nahrazuje papírový archív. Na základě předpokladů průměrné potřeby 15 MB úložného prostoru pro jedno vyšetření (jak uvádí ing. Jiří Martinek ve studii „Digitalizace rentgenového obrazu“), ročním počtu archivovaných vyšetření cca 45 000 a nutnosti uchovávat výsledky vyšetření minimálně po dobu pěti let vychází potřeba archivačního prostoru o velikosti min. 675 GB. Vhodným řešením je ukládání a archivace dat na magnetické pásky. Níže uvedený typ pásky pojme až 800 GB komprimovaných dat. Pro zjednodušení lze uvažovat potřebu jedné pásky na rok provozu systému PACS na RDG oddělení NJH. Bude tedy vhodné nakoupit pět pásek pro potřebu archivace dat na dobu pěti let.

Provoz diagnostických stanic vyžaduje kvalitní monitor. Pro mamografickou diagnostickou stanicí je nutný monitor s rozlišením 5 MPix (megapixel). Pro druhou diagnostickou stanicí postačuje monitor s rozlišením 3 MPix. Tyto monitory se mimo jiné vyznačují vyšší svítivostí, stabilitou svítivosti a delší celkovou životností (i záruční dobou) než klasické monitory. Ceny diagnostických monitorů jsou pouze orientační.

Pro plynulý provoz klinických stanic je nutné vyměnit 10 počítačů i s monitory. Postačující jsou klasické stolní počítače s 19“ LCD monitory.

Ceny Hardwaru:

- ❖ Server – např.: HP DL100 G2 2TB Storage Server – 179 665 Kč³
- ❖ další disky – HDD 500GB Hitachi T7K500 16MBSATAII/ 300 7200rp 3RZ – 3 719,90 Kč⁴

³ <http://www.atcomp.cz/zbozi/hp-dl100-g2-2tb-storage-server/detail.aspx?p=z:73946>, 5. 6. 2007

⁴ <http://www.atcomp.cz/zbozi/hdd-500gb-hitachi-t7k500-16mbsataii-300-7200rp-3rz/detail.aspx?p=z:87999>, 5. 6. 2007

- ❖ Pásková mechanika – LTO Gen3 400/800GB SCSI Tape Drive – 105 452 Kč⁵
- ❖ Pásky IBM Ultrium LTO 400GB (800GB s kompresí) + label (LTO3) – 1 514,90 Kč⁶
- ❖ Instalace – 30 000 Kč
- ❖ Diagnostický monitor 5 MPix – 400 000 Kč
- ❖ Diagnostický monitor 3 MPix – 200 000 Kč
- ❖ Klinické stanice – 10 ks
 - Počítač Alivio 2000D midi – 14 291,90 Kč⁷
 - Monitor 19" LCD Acer AL1951Es Crystal-Brite – 7 411,30 Kč⁸

Zařízení pro digitalizaci

Pro převod snímků do digitální podoby jsou zapotřebí speciální zařízení. V případě přímé digitalizace jsou to flat panely, které dokáží přímo zaznamenat obraz vzniklý dopadem rentgenových paprsků a v několika vteřinách vytvořit viditelný záznam. Tyto panely jsou však velmi drahé a proto je nepovažuji za vhodné pro digitalizaci dat na RDG oddělení NJH.

Finančně méně náročná jsou zařízení pro nepřímou digitalizaci. Výsledný obraz je srovnatelný s obrazem získaným přímou digitalizací, jediným rozdílem kromě ceny je čas potřebný k získání snímku. V případě nepřímé digitalizace se zpočátku na pracovišti s modalitou postupuje stejně jako na pracovišti nedigitalizovaném. Pacient je vyšetřen (snímkován) a výsledek se zachytí v kazetě vložené do radiodiagnostického přístroje (skiagraf, mammograf...). Ovšem v případě nepřímé digitalizace kazeta neobsahuje film, ale speciální fólii, které obraz dočasně uchová. Fólii je možné použít vícekrát (až 10 000x), vymazat ji lze intenzivním osvětlením. Nyní následuje změna oproti metodě „mokrý cestý“. Kazeta s fólií je poté vyjmuta z modalit a vložena do digitizéru. Tím je speciální přístroj, který kazetu „přečte“ a data uloží v DICOM formátu na datovém úložišti serveru PACS. Proces přečtení

⁵ <http://www.eternity.cz/produkt/lto-gen3-400-800gb-scsi-tape-drive/>, 5. 6. 2007

⁶ <http://www.atcomp.cz/zbozi/ibm-ultrium-lto-400gb-lto3-/detail.aspx?p=z:56127>, 5. 6. 2007

⁷ <http://www.atcomp.cz/zbozi/alivio-2000d-midi-cerna-nforce-s-am2-/detail.aspx?p=z:79491>, 5. 6. 2007

⁸ <http://www.atcomp.cz/zbozi/19-lcd-acer-al1951es-crystal-brite-2ms-dvi-rep-/detail.aspx?p=z:95705>, 5. 6. 2007

snímku v digitizéru a jeho uložení trvá zhruba jednu minutu. Tato doba se u různých zařízení liší, záleží na jejich technické vyspělosti.

Pro potřeby RDG oddělení jsou zapotřebí tři digitizéry. Nejdražším a zároveň největším je digitizér pro mammografii. Pro ostatní modalitky jsou dále zapotřebí další dva digitizéry. Vhodným zařízením jsou přístroje PCR (Philips Computed Radiography). Ceny jsou bohužel také pouze orientační:

- ❖ PCR Eleva S Hi-res pro mammografii včetně kazet – 2 500 000 Kč
- ❖ PCR Eleva S Plus včetně kazet – 1 500 000 Kč
- ❖ PCR Eleva S včetně kazet – 1 000 000 Kč

Zaškolení zaměstnanců

Pracovníci oddělení RDG jsou velmi vytížení. To může být příčinou problematického zaškolení pro nový systém. Nicméně ovládání klinických stanic je intuitivní a nevyžaduje speciální školení pořádané externí firmou. Klinické stanice jsou navrženy tak, aby je byl schopen ovládat průměrný uživatel. Trochu jiná situace nastane u diagnostických stanic. Ty umožňují složité operace se snímky. Ale na druhou stranu není potřeba, aby byli zaškoleni všichni pracovníci. Běžná doba školení je jeden pracovní den. Cena se pohybuje kolem 2 500 Kč za osobu. Ale záleží na pořízeném systému. Toto jsou jen odhady vycházející z nabízených školení v této oblasti. Vzhledem k tomu, že diagnostické stanice budou dvě, tak postačuje zaškolit tři pracovníky.

Zákaznická podpora

Během provozu systému je třeba počítat s podporou pro hardware i software. Standardem je zakoupení zákaznické podpory a servisu na určitou dobu. Obvykle se v prvním roce tato podpora započítá do ceny pořizovaného systému a v dalších letech se pohybuje v oblastech desítek až stovek tisíc ročně. Protože v případě NJH se jedná o menší pracoviště, na které se bude zavádět PACS, může se tato částka pohybovat v oblasti desítek tisíc pro software a hardware. Reálným odhadem je cena podpory a servisu **100 000 Kč** za rok.

V následující tabulce je shrnutí nákladů na pořízení systému PACS a potřebného hardwaru bez zákaznické podpory a servisu:

Tab. č. 2 – Náklady na pořízení systému PACS

Pořizovaná položka	Cena za kus	Počet kusů	Cena celkem
PACS software	1 400 000,00 Kč	1	1 400 000,00 Kč
Diagnostická stanice – software	200 000,00 Kč	2	400 000,00 Kč
Klinická stanice – software	150 000,00 Kč	1	150 000,00 Kč
Server	179 665,00 Kč	1	179 665,00 Kč
Pásková mechanika	105 452,00 Kč	1	105 452,00 Kč
Pásky pro archivaci	1 514,90 Kč	5	7 574,50 Kč
Instalace hardwaru	30 000,00 Kč	1	30 000,00 Kč
Diagnostický monitor 5 Mpix	400 000,00 Kč	1	400 000,00 Kč
Diagnostický monitor 3 Mpix	200 000,00 Kč	1	200 000,00 Kč
Klinická stanice – počítač	14 291,90 Kč	10	142 919,00 Kč
Klinická stanice – monitor	7 411,30 Kč	10	74 113,00 Kč
Digitizér PCR Eleva S Hi-res	2 500 000,00 Kč	1	2 500 000,00 Kč
Digitizér PCR Eleva S Plus	1 500 000,00 Kč	1	1 500 000,00 Kč
Digitizér PCR Eleva S	1 000 000,00 Kč	1	1 000 000,00 Kč
Zaškolení zaměstnanců	2 500,00 Kč	3	7 500,00 Kč
Celkem			8 097 523,50 Kč

Ačkoliv se z části jedná o odhady a orientační částky, věřím, že se mi podařilo dopracovat se k reálným nákladům pořízení systému PACS.

3 Analýza alternativ uchování dat

V této části bude provedena analýza alternativních metod uchování patientských dat v Nemocnici Jindřichův Hradec. Metody výpočtů a potřebná data vychází z předchozí kapitoly.

Pro následující analýzu je nezbytné určit životnost systému PACS. Jestli budeme uvažovat o životnosti jeho softwarové části, nelze stanovit horní hranici životnosti. Je to program, ten se neopotřebuje (morálnímu stárnutí se budu věnovat níže). Jiná situace nastává u hardwaru a ostatního hmotného zařízení. Je jasné, že jejich životnost je omezená. Například na speciální diagnostické monitory se poskytuje záruční doba až na pět let. Běžný hardware sice vydrží fungovat minimálně stejnou dobu, ale není zaručen jeho bezproblémový provoz. Ale i tak se dá považovat za minimální životnost systému PACS dobu pěti let. Pro lepší přehlednost analýzy je uvažovaná životnost také deset let.

Předchozí odstavec byl věnován stanovení životnosti systému PACS. Ale v oblasti informačních technologií (HW i SW) je mnohem důležitější morální životnost. Ta vyjadřuje relativní zastarání technologické a procesní úrovně systému oproti vývoji okolí. A právě oblast informatiky je dlouhodobě prudce se rozvíjející odvětví lidské činnosti. Znamená to, že současné technologie budou v blízké budoucnosti překonány a jejich uživatel bude za svým okolím zaostávat. To je především dáno rostoucími nároky na oblast informačních technologií, díky rostoucímu množství dat, která jsou zpracovávána. To je dobrý důvod k přechodu na nový systém. Ovšem v případě digitalizace RDG oddělení NJH se v dohledné době není třeba obávat nárůstu množství zpracovávaných dat (omezeno spádovou oblastí). Závěry z předchozího odstavce tedy není nutné měnit.

3.1 Náklady provozu metody „mokrý cestý“ provozu RDG oddělení

Zde jsou vyčísleny náklady provozu metody „mokrý cestý“ provozu radiodiagnostického oddělení. Přímými náklady je spotřebovávaný materiál, povinné revize a údržba některých zařízení. Tato část nákladů bude přímo ušetřena zavedením systému PACS. Činí nejdůležitější část benefitů plynoucích z nového systému.

Nový systém změní některé procesy v nemocnici. Například odpadne část práce sanitářů v nemocnici. Jedním z jejich úkolů je roznášení snímků a jiných patientských dat po celé nemocnici. Tuto část práce sanitářů bude dělat informační systém, neboť data, v současnosti uchovaná na filmech a papíru a následně ukládaná v archivu RDG oddělení, budou v digitální podobě. Také se urychlí práce s archivem, respektive zcela odpadne postupem času. Zrychlí se práce lékařů na ambulancích. Data v digitální podobě budou k dispozici dříve, než tomu je v současné době.

V nemocnici je vždy nejdůležitější pacient. Proto je vhodné počítat s prospěchem pacientů za zavedení nového systému. Některé procesy se urychlí a z pohodlní. Odpadnou opakování radiodiagnostických vyšetření ze současného nejčastějšího důvodu kterým je špatná čitelnost snímku. V počítači lze například z jednoho snímku vyčíst díky grafickým úpravám informace o různých tkáních (kosti, měkké tkáně). Při zachycení snímku na film je nutné snímat různé tkáně každou zvlášť.

Bohužel běžnou realitou je, že při odeslání pacienta do jiného nemocničního zařízení se nevrátí jeho dokumentace a je nutné některá vyšetření opakovat. Tento problém při metodě „suché cesty“ zcela odpadne. Data se z počítače neztrácejí (navíc budou zálohovaná). Je to jedna z výhod systému PACS. I toto je především přínos pro pacienta, který opakováním vyšetření přichází o svůj čas.

Nikoliv nevýznamné je čekání na vyvolání snímku a jeho případné doručení lékaři, který pacienta odeslal na vyšetření. I v tomto případě lze vyjádřit úspory, které přinese systém PACS.

Přímé náklady

Nejvýznamnější položkou nákladů spojených s metodou „mokré cesty“ provozu radiodiagnostického oddělení jsou spotřebované materiály pro zachycení snímků a jejich vyvolání. Tyto náklady se poslední tři roky v průměru pohybují kolem **1.300.000 Kč** za rok na oddělení RDG, na kterém uvažují zavedení systému PACS.

Je nepravděpodobné, že by se zavedením PACSu ušetřily tyto náklady celé. Malá část snímků se bude muset stále zaznamenávat na klasické filmy, např. pro potřeby chirurgů na operačních sálech. Alternativou k tomuto řešení je nainstalování monitorů na operační sály. O tomto rozhodne vedení nemocnice po konzultaci se zainteresovanými pracovníky. Volba

těchto alternativ by byla předmětem samostatné analýzy (poměřit náklady na počty operací s potřebou RTG snímků s cenou pořízení a provozu monitorů a dalších zařízení). Pro analýzu nákladů zavedení systému PACS bude dostačující předpoklad, že obě výše jmenované alternativy vycházejí z hlediska nákladů a přínosů stejně. Nebudou tedy dále uvažovány.

Dále je potřeba počítat s možným výpadkem systému přenosu digitálních obrazových informací, zejména při jeho zavádění a „vychyťávání much“. Pro potřebu výpočtů je tedy vhodná částka ušetřených nákladů na RDG materiály, díky přechodu na suchou cestu, **1.170.000 Kč** za rok.

Další položkou, se kterou je nutné počítat, jsou povinné revize a údržba medicínských přístrojů. Jedná se o negatoskopy a další zařízení, které díky digitalizaci snímků nebudou po zavedení PACS v provozu. Celková částka vynakládaná ročně na tyto revize je **20.000 Kč**.

U sonografu se digitalizací dat ušetří provoz jedné tiskárny. Cena za vytištění výsledků je cca 5 Kč na vyšetření. Počet sonografických vyšetření za rok 2006 byl 2700, což dává celkovou úsporu **13.500 Kč** ročně.

Hmotné náklady, které budou ušetřeny zavedením PACS jsou shrnuty v následující tabulce:

Tab. č. 3 – Hmotné náklady provozu metody „mokrý cestý“

Položka	Částka za 1 rok	Pět let provozu	Deset let provozu
RDG materiál	1 170 000,00 Kč	5 850 000,00 Kč	11 700 000,00 Kč
Revize a údržba přístrojů	20 000,00 Kč	100 000,00 Kč	200 000,00 Kč
Sonograf - tiskárna	13 500,00 Kč	67 500,00 Kč	135 000,00 Kč
Celkem	1 203 500,00 Kč	6 017 500,00 Kč	12 035 000,00 Kč

Mzdové náklady

Práce sanitářů – přenášení snímků – 1 x 2 hodiny denně (celkové náklady na zaměstnance Nemocnice Jindřichův Hradec, dle průměrné hrubé mzdy zaměstnanců, odvodů zaměstnavatele na zdravotní a sociální pojištění a počtu zaměstnanců za rok 2005 jsou 280.260 Kč (Výroční zpráva za rok 2005), což při 2024 pracovních hodin znamená náklad na

1 hodinu ve výši 138,47 Kč). Roční úspora je tedy (v roce 2005 – bude využito pro výpočet) 253 pracovní dnů x 2 x 138,47 Kč = **70.065 Kč** (přibližná hodnota úspory přesčasů).

Při způsobu snímkování metodou „mokrých cest“ se veškeré snímky uchovávají v archivu na oddělení RDG. Ten je sice snadno přístupný (takřka uprostřed centrálního RDG oddělení), nicméně se musí započítat čas spojený s uložením snímku do archivu a s vyhledáváním snímku starších. Uložení snímku je procedurou celkem rychlou. Zaměstnanec pouze přinese snímek, najde složku pacienta (případně založí novou) a vloží snímek. Celé to trvá v průměru 1 minutu. Při počtu 46.275 vyšetření ročně (v tomto případě nelze počítat skiaskopická vyšetření – obraz je pouze prohlédnut a není uchováván) to činí 771 hodin práce. Proces hledání snímku je časově náročnější. Počet hledání se odhadem pohybuje v počtu 3000 ročně. Při průměrném času stráveném hledáním snímku cca 2 minuty to dělá 100 hodin práce ročně. V součtu tedy 871 hodin práce s archivem. Při hodinovém nákladu na mzdu 138,47 Kč jsou mzdové náklady na práci s archivem **120.607 Kč** za rok.

Při metodě snímkování „suchou cestou“ se digitální snímek dostane k lékaři na ambulantním oddělení dříve než samotný pacient. Tento čas neodpovídá celé době, kterou pacient stráví cestou z RDG oddělení, ale pouze její částí. Jednu až dvě minuty trvá digitalizace snímku. Čas ušetřený při „suché cestě“ je tedy cca 1 minuta v průměru, což je úspora práce lékaře. Ročně tedy 46275 minut (771,25 hodin). Při průměrné mzdě v Nemocnici Jindřichův Hradec je to **106.795 Kč** ročně ušetřených na nákladech na mzdy lékařů.

Mzdové náklady, které budou ušetřeny zavedením PACS jsou shrnuty v následující tabulce:

Tab. č. 4 – Mzdové náklady metody „mokrých cest“

Položka	Částka za 1 rok	Pět let provozu	Deset let provozu
Úspora práce sanitářů	70 065 Kč	350 325 Kč	700 650 Kč
Úspora práce s archivem RDG odd.	120 607 Kč	603 035 Kč	1 206 070 Kč
Úspora práce vyšetřujících lékařů	106 760 Kč	533 800 Kč	1 067 600 Kč
Celkem	297 432 Kč	1 487 160 Kč	2 974 320 Kč

Čas pacientů

Při současném způsobu diagnostikování pacientů (metoda „mokrých cest“) je potřeba zhruba 1 % všech vyšetření zopakovat (špatná čitelnost snímků, v digitální podobě je možná úprava snímků bez opakování vyšetření, případně okamžité opakování). Při počtu 46.275 relevantních vyšetření na RGD oddělení za rok to činí 463 opětovných cest pacientů z ambulantního či lůžkového oddělení k vyšetřovací modalitě a zpět. Například z oddělení neurologického lůžkového je to vzdušnou čarou přes 200 metrů, cestami cca 300 metrů, což při průměrné rychlosti chůze 4 km/h znamená 9 minut zbytečně ztraceného času. Nicméně všechna oddělení nejsou tolik vzdálená. Pro následující výpočet bude postačovat odhad 6 minut na cestu tam a zpět plus 5 minut pro vyšetření. Celkově to tedy znamená $463 \times 11 = 5093$ minut. Ročně tedy může být získáno cca 85 hodin, které náleží času pacientů. Po přepočtení na průměrnou čistou mzdu (cena hodiny času pacientů je 68 Kč – viz kapitola 2.2) vychází cena tohoto času **5.780 Kč** za jeden kalendářní rok.

Další takto vyjádřitelnou položkou jsou opakovaná vyšetření z důvodů ztráty snímků. Ty se obvykle nevrátí při odeslání pacientů do jiného nemocničního zařízení. Při odhadu jsem vycházel ze zkušeností Fakultní nemocnice Olomouc (roční ztráta snímků 1,8 %). Protože se pacienti spíše odesílají do fakultních nemocnic, než odtud přicházejí, tak procento ztracených snímků musí být v okresní nemocnici vyšší. Velice mírný odhad je 2 %. Při trvání vyšetření a cesty k modalitě a zpět je to opět 11 minut a ročně cca 170 hodin času pacientů (ovšem v tomto případě není obvykle vina na straně nemocnice). Po přepočtení na průměrnou čistou mzdu (cena hodiny času pacientů je 68 Kč – viz kapitola 2.2) vychází **11.560 Kč** za jeden kalendářní rok.

Při metodě snímkování „suchou cestou“ se digitální snímek dostane k lékaři na ambulantním oddělení dříve než samotný pacient. Pacient díky nové metodě uspoří část doby, kterou stráví lékař čekáním na snímek. Uspořený čas odpovídá trvání cesty pacienta od modality k lékaři po odečtení doby digitalizace snímku, což jsou maximálně 2 minuty. Cesta z modality trvá průměrně 3 minuty a po odečtení 2 minut na digitalizaci snímku vychází 1 minuta ušetřeného času pro pacienta při jednom vyšetření. Při počtu 46.275 vyšetření ročně bude tedy uspořeno 771,25 hodin času pacientů. V kapitole 2.2 je uvedena cena hodiny času pacienta 68 Kč. Úspora času pacientů je tedy **52.445 Kč** za jeden kalendářní rok

Hodnota času pacientů, která bude ušetřena zavedením PACS je shrnuta v následující tabulce:

Tab. č. 5 – Peněžní vyjádření hodnoty času pacientů ztraceného díky metodě „mokrě cesty“

Položka	Cena za 1 rok	Pět let provozu	Deset let provozu
Opakování snímku – cesty pacientů	5 780 Kč	28 900 Kč	57 800 Kč
Ztracené snímky – vyšetření (čas) pacientů	11 560 Kč	57 800 Kč	115 600 Kč
Čekání lékaře na snímek – čas pacientů	52 445 Kč	262 225 Kč	524 450 Kč
Celkem	69 785 Kč	348 925 Kč	697 850 Kč

3.2 Přínosy zavedení systému PACS

Peněžní přínosy

V současnosti jsou v Nemocnici Jindřichův Hradec v provozu tři vyvolávací automaty. Díky přechodu na suchou metodu vyvolávání snímků, nebudou v provozu potřeba mít k dispozici všechny tři vyvolávací automaty. Ale je vhodné ponechat jeden v záloze. Zbylé dva se mohou prodat. V současné době je problém v tom, že stále více nemocničních zařízení přechází na bezfilmový provoz. Z toho důvodu budou vyvolávací automaty téměř neprodejné nebo prodejné hluboko pod cenou. Do analýzy je proto zahrnuta jejich minimální prodejní cena. Tato částka je odhadem odborníka z oboru RDG. Za oba automaty je tato částka **200.000 Kč**. Čas prodeje se předpokládá do jednoho roku od zavedení systému PACS. Tato doba je vhodná pro prověření funkčnosti PACS. V prvním roce provozu nebude systém pravděpodobně stabilní na 100 % (reálná doba doladění je však mnohem kratší). V druhé roce polovině prvního roku provozu PACS může proběhnout prodej nepotřebných zařízení.

Nepeněžní přínosy

Přechod na systémy PACS je celosvětovým trendem. Nelze se tomu vyhnout bez znatelného zaostání za ostatními nemocničními zařízeními. Přináší jiný přístup k zobrazovacím metodám. Dřívější metodou vzniklé snímky byly v jediném exempláři, který byl archivován, zapůjčován a neustále v oběhu, dokud nebyl ztracen nebo zničen. Nový

system digitální radiografie umožňuje přístup k obrazové dokumentaci nejen všem lékařům daného zařízení, ale i spolupracujícím subjektům přes internet.

Základním přínosem je snížení nákladů na mzdy a materiální náklady. Obrovskou výhodou je přehlednost, rychlost, kvalita a standardizace vyšetření. Dostupnost pro ostatní zdravotní pracovníky a to nejen výsledků, ale i rentgenové dokumentace. Prakticky se tak zlepší celková komunikace mezi jednotlivými součástmi zdravotnických zařízení. PACS poskytuje možnost zaslat kompletní obrazovou dokumentaci spolupracujícím lékařům, případně dalším osobám.

Lidské oko nemá takovou rozlišovací schopnost jako moderní technika. Černo-bílý snímek má pro člověka jen několik málo odstínů šedi. Jemné odlišnosti jednotlivých odstínů šedi (i dalších barev) jsou pro lidské oko nezachytitelné. Černo-bílý digitální obraz je možné v aplikacích systému PACS upravit tím způsobem, že různé odstíny šedi budou nahrazeny barvami a tím vyniknou dříve neviditelné detaily snímku. Toto je jedna z možností poskytujících přesnější stanovení diagnózy. Pro pacienta je tento přínos neocenitelný.

Jak už bylo zmíněno v předchozím textu, způsob uchovávání snímků a dokumentace ve hmotné formě má své nevýhody. Jedním z nich je nespolehlivost uchování dokumentace. Snímky jsou pouze v jednom exempláři. V případě potřeby odeslání pacienta na jiné, specializované pracoviště, putuje s ním i jeho dokumentace. Problém je v tom, že se snímky někdy nevracejí a jsou ztraceny. K tomuto nemůže při způsobu uchování snímků s využitím systému PACS prakticky dojít. Počítače mohou mít výpadek v provozu, ale všechna data jsou zálohována a tedy za běžných podmínek v bezpečí.

Významná výhoda je samotná forma digitálního obrazu. Díky softwarovým aplikacím, které jsou součástí dodávaného systému lze se získaným snímkem provádět mnoho grafických operací. Díky úpravám jednoho snímku lze získat několik obrazů zachycujících zvláště kosti, tkáň nebo i plyny v těle. Dříve bylo nutno vytvořit snímek každou tkáň samostatně se specifickým nastavením přístroje. Znamená to úspory času pacientů, odborníků pracujících v oboru radiodiagnostiky a snížení nákladů provozu zobrazovacích metod. Pacienti také nebudou v takové míře vystavováni škodlivému ionizujícímu záření.

Pacienti budou díky vyšší citlivosti materiálů využívaných pro nepřímou digitalizaci vystaveni přibližně o 20 % nižší dávce škodlivého ionizujícího záření. Efektivní dávka záření, při které se projevují první známky poškození zdraví, je 250 - 1000 milisievertů (mSv – viz.

níže) v krátké době několika dní a méně. Z důvodů bezpečnosti nadsazené normy povolují roční efektivní dávku ionizujícího záření 1 mSv pro obyvatelstvo, případně 50 mSv pro radiační pracovníky (vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně). Při jednom rentgenovém vyšetření je pacient vystaven podle způsobu vyšetření (záleží na zobrazované tkáni) vystaven efektivní dávce ionizujícího záření v hodnotě 0,05 – 10 mSv. Jeden **milisievert** je základní roční limit ozáření.

Je definován jako jeden Joule pohlcený jedním kg organické hmoty. Z důvodu různých typů záření je tato hodnota násobena koeficientem charakterizujícím účinek uvažovaného ionizujícího záření. Například pro rentgenové paprsky je koeficient roven jedné. Je vhodné uvést několik údajů pro představení ionizujícího záření.

- ❖ Průměrná roční efektivní dávka ionizujícího záření z přírodních zdrojů se pohybuje kolem 2,7 milisievertů za jeden rok na člověka. Z toho:
 - kosmické záření – 0,3 mSv/rok na úrovni moře,
 - kosmické záření – 0,3 mSv/rok ve výšce 1000 m nad mořem,
 - průměrné ozáření z půdy a radonu - 1,35 mSv.
 - Průměrná roční dávka ionizujícího záření z umělých zdrojů se pohybuje kolem 0,3 milisievertů za jeden rok:
 - bydlení v těsné blízkosti pozemku jaderné elektrárny – 0,002 mSv,
 - vytápění domu uhlím – 0,04 mSv,
 - sledování barevné televize nebo práce s počítačem hodinu denně – 0,001 – 0,002 mSv.
- ❖ Jednorázové dávky ionizujícího záření
 - Snímek plic – 0,05 mSv
 - CT celého těla – 9,2 mSv
 - Mammografie – 0,5 mSv
 - Angiografie 3 – 9 mSv

- ❖ Průměrná efektivní dávka, které byl vystaven občan Československa v roce 1986 (Černobyl) byla 0,26 mSv.

Dávka více než 30 sievertů poškodí centrální nervový systém tak, že člověk do několika dnů umírá.

10 – 30 Sv – těžké poškození vnitřních orgánů, hlavně trávicího ústrojí. Smrt nastává do několika týdnů.

1 – 10 Sv – polovina zasažených umírá na poškození buněk v kostní dřeni.

Snížení doby expozice ionizujícímu záření o 20 % (přibližně 1 mSv) je tedy pro zdraví nevýznamná a činí jen zlomek přirozené efektivní dávky. Finančně je velice obtížně vyčíslit přínos tohoto snížení zátěže organismu. Lze se o to pokusit například dotazníkovým šetřením. Ale již samotná formulace otázek dotazníku by byla zavádějící. Dalším problémem je úroveň obecného povědomí obyvatel o účincích ionizujícího záření. Dotazník by tedy pravděpodobně byl velice zavádějícím a tím neprůkazným.

Vhodné je také zmínit změnu potřebné administrace díky plné podpoře worklistů. Worklist je způsob využití digitální formy komunikace mezi modalitami a informačním systémem. V praxi to vypadá tak, že pracovník nemocnice odešle žádanku na určitou modalitu (vyšetřovací pracoviště) s požadavkem vyšetření určitého pacienta. Tato žádanka putuje do informačního systému nemocnice (může to být PACS, NIS nebo jiný IS – zde záleží na propojení informačních systémů provozovaných v nemocnici), odtud na určené pracoviště – modalitu. Zde se zařadí do fronty žádanek a po vyšetření je opět zpracována příslušným IS a nakládá se s ní podle obvyklých postupů. Díky zavedení PACS se tato komunikace může celá uskutečnit v digitální podobě. Zdá se že je to složité a zdlouhavé, ale opak je pravdou. Výhodou je rychlost, přesnost a spolehlivost.

Z pohledu pacienta

Při příchodu pacienta do ambulantního provází několik úkonů, z nichž se některé díky zavedení PACS změní. Pacient přijde do nemocničního se svým problémem. Dorazí na ambulantní zařízení, odkud je podle potřeb určení diagnózy odeslán na odborné vyšetřovací pracoviště, kterým může být například rentgen (skiografie). Snímkování proběhne pro

pacienta téměř stejným způsobem. Rozdílem je pouze doba potřebné expozice v případě rentgenového vyšetření. Tento čas se díky jinému způsobu zachycení snímku sníží přibližně o 20 % (viz výše). To je první změna.

Druhou změnou je to, že pacient ihned po ukončení snímkování může odejít zpět k lékaři, který ho odeslal na radiodiagnostické pracoviště. Zde budou vytvořené snímky už prohlédnuty a vyhodnoceny. Pacient tedy nemusí na prohlédnutí snímků a výsledků vyšetření čekat. Také je pro něj přínosem, že snímky, případně jinou dokumentaci nemusí přenášet z místa na místo. Ačkoliv není v Nemocnici Jindřichův Hradec standardem aby si pacienti výsledky všech vyšetření nosili sami, může k tomu v některých případech dojít. Díky digitalizaci dat to lze zcela vyloučit. U lékaře se běžným způsobem vykoná zbytek běžných procesů (diagnóza, stanovení léčby, doporučení atd.).

Třetí změna může nastat při doporučení lékaře k odeslání pacienta na specializované pracoviště jiného nemocničního zařízení. Při staré (současné) metodě je pacientovi dána složka s potřebnou dokumentací pro specializované pracoviště. Znamená to riziko ztráty snímků a dalších dat. Právě zde se projeví jedna z velkých výhod digitalizovaných dat. Pacientovi je možné vypálit CD s kopií veškeré dokumentace nacházející se v úložišti dat systému PACS. CD obsahuje kromě dat i speciální aplikaci, která umožní ve standardním operačním systému kteréhokoliv počítače prohlédnout uložená data. Dostatečnou výpočetní kapacitu pro zobrazení dat mají i několik let staré počítače. V případě ztráty či poškození tohoto CD není problémem pořídit nové za cca 15 Kč. Zabere to pouze několik minut. Nehledě na to, že v případě potřeby mohou být snímky velice rychle (v závislosti na rychlosti připojení daných zařízení) odeslány na kterékoli pracoviště s internetovým připojením.

Další věcí, která na pacienta jistě zapůsobí je samotné fungování nemocnice. Již bylo výše zmíněno, že PACS ušetří pacientům jejich čas. Ale to není vše. Člověk podstupující radiodiagnostické vyšetření bude ušetřen vlastnoručního přenášení snímků (ačkoli to již není zcela běžné). To je důležité zvýšení pohodlí pacienta.

Čas, o který je urychlen proces získání a doručení snímku může být věnován pacientovi. Kvalita poskytované zdravotní péče se zvýší a s tím poroste i dobrá pověst nemocnice.

3.3 Problematika zavedení PACS

Instalace a zprovoznění nového informačního systému je náročná záležitost. První otázkou je výběr samotného systému. Již výše bylo popsáno několik provedení systému PACS od různých výrobců. Zdaleka zde nejsou uvedeny všechny. Výběr záleží na potřebách subjektu, který je pořizuje a měl by být přihlédnuto k názoru zaměstnanců, kteří s ním budou pracovat. Dalším faktorem ovlivňujícím výběr je cena systému. Ta se u různých provedení systému PACS samozřejmě liší, ale je důležitější investovat do plně funkčního a bezproblémového systému než se řídit pouze cenou. V případě výběru levného a přitom např. nestabilního systému se může stát, že celá investice bude naprosto zbytečná a povede pouze ke ztrátám.

V oblasti informačních systémů a jejich propojování je jedním z nejdůležitějších faktorů kompatibilita. Znamená to, že různé systémy jsou schopny se plně propojit a komunikovat spolu. V případě nekompatibilních systémů je velkým problémem jejich spolupráce. Často to způsobuje nestabilitu propojených systémů, jejich nefunkčnost nebo dokonce nefunkčnost celé počítačové sítě. V extrémních případech může být ochromen provoz všech zařízení vyžadujících připojení k síti. Toto riziko je však v nemocničních zařízeních minimalizováno díky jednotným komunikačním protokolům DICOM a HL7. Všechny v současnosti prodávané systémy PACS jsou plně DICOM a HL7 kompatibilní (případná výjimka je na trhu téměř neprodejná).

V Nemocnici Jindřichův Hradec je již zavedená počítačová síť. Páteřní linka o rychlosti 1 Gbps je více než dostatečná pro provoz PACSu. Nejpomalejší části sítě však dosahují maximální přenosové rychlosti 10 Mbps, což by znamenalo zpomalení práce stanic takto připojených. Nicméně na zvýšení rychlosti se pracuje, takže lze říci, že nemocniční počítačová síť bude dostatečně připravená pro případné zavedení PACS.

Po zavedení PACS je zbytečné udržovat v provozu celý starý systém. Některé části je sice vhodné nechat k dispozici pro případné výpadky PACS, ale většina nepoužívaných zařízení bude pravděpodobně prodána. Proto se zde rýsuje možnost ohrožení provozu celého oddělení při výpadku systému PACS. Nicméně nelze předpokládat delší čas nefunkčnosti systému po „vychytní much“ Lze bezpečně říct, že PACS je spolehlivější než provoz systému, který je založen na metodě „mokré cesty“ získávání a uchovávání patientských dat.

Jedním z negativ mluvících proti zavedení PACS, je možnost zhoršení spolupráce se subjekty, které tento systém zavedený nemají. Spíše ale jde jen o relativní problém. Současné systémy PACS umožňují prohlížení patientských dat i přes internet, v běžném prohlížeči. Jinou možností řešení jsou pacienti, kteří si s sebou nosí CD nebo jiné médium se svou složkou a veškerou dokumentací. Veškerá potřebná data tedy jsou dostupná, ale problém je v rychlosti. Rozhodně není pro lékaře ani pacienta uspokojující, když musí čekat několik minut na stažení snímků z internetu. Tento problém se vztahuje hlavně na malá pracoviště a samostatné ordinace lékařů, kteří si nemohou dovolit drahé vysokorychlostní připojení k internetu.

Implementace systému PACS

Zprovoznění systému PACS se skládá z několika kroků. Prvním je připravení počítačové sítě na nový systém. V případě RDG oddělení je tento problém již vyřešen, síť je na dostatečné úrovni. V tomto ohledu je jedinou potřebou natažení kabelu pro zapojení digitizérů, serveru a zařízení pro archivaci dat, ale to nelze považovat za významný náklad.

Nejnáročnější částí zavedení systému PACS je jeho instalace na server a propojení s počítačovou sítí. Zde může nastat několik situací, které mohou působit negativně na provoz celé počítačové sítě. Spuštění systému si pravděpodobně vyžádá restartování (i několik) nemocničního serveru. Ale vzhledem k předpokládané kompatibilitě by celá implementace neměla způsobit vážnější či dlouhodobější problémy. Reálně lze předpokládat jednodenní omezení provozu při implementaci systému PACS. Náklady implementace jsou zahrnuty v ceně pořizovaného PACSu

Instalování diagnostického a klinického softwaru na pracovní stanice může proběhnout před, nebo po spuštění systému PACS. Jedná se o klasickou instalaci programu. Nelze předpokládat významné omezení činnosti nebo problémy způsobené instalací.

Náročnou operaci může představovat implementace digitizérů. Jsou to přístroje o váze až 300 kg. Už jenom jejich dovoz a umístění může být celodenní záležitostí. Samotné jejich připojení k systému PACS je krátkou záležitostí. Díky komunikačním standardům prakticky stačí připojit a zapnout. Zbytek implementace a nastavení se provede na serveru systému.

Po uvedení PACS do provozu nelze předpokládat 100 % funkčnost. Bude potřeba nějaký čas na doladění. Výhodou v tomto případě je to, že oba systémy (metody „mokrý i

suché cesty“) mohou běžet najednou. Tato možnost odpadne až po odstranění vyvolávacích automatů a ostatního zařízení pro starou metodu „mokré cesty“. Tím je zajištěn plynulý přechod na systém PACS.

3.4 Nákladovost provozu PACS

Možná Vás zarazilo, že jsem dosud v analýze nezmiňoval náklady na energii při provozu systému PACS. Ta je jistě jednou z podstatných složek nákladů provozu. Ale snažím se zde porovnat starý a nový způsob získávání a uchování patientských dat. V obou případech jsou náklady na energii zhruba stejné. Možná spíše hovořící ve prospěch pořízení systému PACS. Proto neuvažuji rozdíl v této oblasti, jinými slovy náklady na elektrickou energii nejsou zahrnuty v přínosech ani v nákladech. Jde mi o porovnání rozdílností nákladů obou metod.

Další položkou nákladů je správa systému. Ale vyladění a zprovoznění ve zahrnuto v ceně pořízení a další provoz v budoucnosti si vyžádá pouze občasné zálohování dat (cca jednou za rok). Ostatní provoz systému a zároveň zákaznickou podporu zajišťuje dodavatel systému dle smlouvy o koupi.

3.5 Ohodnocení pořízení PACS

Hodnota poměru B/C

V metodické části mé práce je popsána metoda výpočtu současné hodnoty poměru přínosů k nákladům. Kladně je hodnocena investice, která splňuje tuto podmínku:

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t / C_t}{(1+i)^t} > 1$$

Je-li předmětem hodnocení investice v nemocnici, je téměř jisté, že se projeví i její dopady na širší veřejnost. Tak to bude i v případě investice do systému PACS. Bude tím ušetřena část času, který určitá veřejnost (pacienti NJH) tráví v nemocnici čekáním na různá vyšetření a na jejich výsledky. Úspora času pacientů je tedy jednou ze složek benefitů, které zavedení PACSu přinese.

Nejdříve se podívejme na poměr přínosů k nákladům (Benefits/Costs), kde jsou za benefity (B) považovány pouze úspory radiodiagnostického materiálu a prodej nadbytečného zařízení. „C“ jsou náklady spojené s pořízením a provozem systému PACS. Jedná se tedy o výpočet s nejjasněji zachytitelnými úsporami, které budou přímo znatelné ze snižovaných nákladů.

Tab. č. 6 – Poměr B/C pro dobu provozu 1 – 10 let, bez mzdových nákladů

Rok (t)	Benefity (Bt)	Náklady (Ct)	B _t /C _t	Odúr.	(Bt/Ct) *odúr.	Kumulativní součet
1	1203500,00	8197523,50	0,15	0,98	0,14	0,14
2	1403500,00	100000,00	14,04	0,95	13,40	13,54
3	1203500,00	100000,00	12,04	0,93	11,22	24,77
4	1203500,00	100000,00	12,04	0,91	10,97	35,73
5	1203500,00	100000,00	12,04	0,89	10,72	46,45
6	1203500,00	100000,00	12,04	0,87	10,47	56,92
7	1203500,00	100000,00	12,04	0,85	10,23	67,15
8	1203500,00	100000,00	12,04	0,83	9,99	77,14
9	1203500,00	100000,00	12,04	0,81	9,76	86,91
10	1203500,00	100000,00	12,04	0,79	9,54	96,45

Diskontovaný poměr benefitů plynoucích pouze z úspor RDG materiálů a nákladů na pořízení a provoz systému PACS vychází větší než jedna. Znamená to, že podle tohoto ukazatele je investice do PACSu přínosná.

Pouze pro porovnání zde uvádím tabulku s výpočtem hodnoty poměru benefitů k nákladům se započtením úspor práce zaměstnanců NJH a s hodnotou ušetřeného času pacientů nemocnice. Náklady jsou stejné jako v předchozí tabulce.

Tab. č. 7 – Poměr B/C pro dobu provozu 1 – 10 let.

Rok (t)	Benefity (Bt)	Náklady (Ct)	B_t/C_t	Odúr.	$(Bt/Ct)*odúr.$	Kumulativní součet
1	1570717,00	8197523,50	0,19	0,98	0,19	0,19
2	1770717,00	100000,00	17,71	0,95	16,90	17,09
3	1570717,00	100000,00	15,71	0,93	14,65	31,74
4	1570717,00	100000,00	15,71	0,91	14,31	46,05
5	1570717,00	100000,00	15,71	0,89	13,98	60,04
6	1570717,00	100000,00	15,71	0,87	13,66	73,70
7	1570717,00	100000,00	15,71	0,85	13,35	87,05
8	1570717,00	100000,00	15,71	0,83	13,04	100,10
9	1570717,00	100000,00	15,71	0,81	12,74	112,84
10	1570717,00	100000,00	15,71	0,79	12,45	125,29

Jak se dalo očekávat, výsledky více hovoří v prospěch investice do systému PACS.

Dokonce jsou výsledky natolik dobré, až je podezřelé, jestli je metoda vhodná pro hodnocení investice tohoto typu.

Po zvážení dostupných informací jsem dospěl k názoru, že použít tuto metodu nebylo vhodné. Nebyl jsem schopen započítat veškeré náklady spojené s provozem systému PACS. Jistě by se významně projevilo například započtení elektrické energie potřebné pro provoz. Musím konstatovat, že jsem tuto metodu nezvolil vhodně vzhledem k dostupným datům, která jsem použil. Poměr benefitů k nákladům neprokazuje výhodnost, či nevýhodnost pořízení systému PACS.

Čistá současná hodnota investice do systému PACS

V metodické části práce je popsána metoda výpočtu čisté současné hodnoty investice. Výhodná a přínosná je investice, která splňuje tuto podmínku:

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} > 0$$

Čistá současná hodnota investice do zakoupení systému PACS je pro lepší popis vhodné počítat zvlášť s benefity plynoucími přímo Nemocnici Jindřichův Hradec (úspory na materiálu a ušetřené náklady na mzdy zaměstnanců) a zvlášť se všemi benefity (včetně hodnoty ušetřeného času pacientů nemocnice). Náklady jsou cena pořízení a provozu systému PACS.

Nejdříve budu do benefitů v této metodě počítat pouze snížení nákladů na materiál, prodej nadbytečného zařízení a úspory nákladů na mzdy. V tomto případě ČSH vyjadřuje hodnotu investice pouze pro subjekt, který prozatím nese tyto náklady, tedy pro Nemocnici Jindřichův Hradec.

Tab. č. 8 – ČSH pro dobu provozu 1 – 10 let, bez mzdových nákladů.

Rok (t)	Benefity (Bt)	Náklady (Ct)	B_t-C_t	Odúr.	(B_t-C_t)* odúr.	Kumul. součet (ČSH)
1	1500932	8197524	-6696592	0,98	-6542834,88	-6542834,88
2	1700932	100000	1600932	0,95	1528259,81	-5014575,07
3	1500932	100000	1400932	0,93	1306632,68	-3707942,40
4	1500932	100000	1400932	0,91	1276631,83	-2431310,57
5	1500932	100000	1400932	0,89	1247319,81	-1183990,76
6	1500932	100000	1400932	0,87	1218680,81	34690,05
7	1500932	100000	1400932	0,85	1190699,38	1225389,43
8	1500932	100000	1400932	0,83	1163360,41	2388749,84
9	1500932	100000	1400932	0,81	1136649,15	3525398,99
10	1500932	100000	1400932	0,79	1110551,20	4635950,19

Tabulka uvádí ČSH pro pořízení PACSu při jeho provozu po dobu jednoho až deseti let. Je zcela zřejmé, že čím déle bude PACS v provozu, tím vyšší bude jeho čistá současná hodnota a tím vyšší bude jeho přínos pro Nemocnici Jindřichův Hradec.

Při minimální předpokládané životnosti (pět let) je ČSH záporná, je tedy důležité, aby systém PACS byl v provozu déle než pět let. Horní hranice předpokládané životnosti systému PACS má čistou současnou hodnotu 4 635 950 Kč. Při této době provozu se pořízení PACSu výrazně vyplatí.

V druhé tabulce této metody je započítána také hodnota času pacientů. Takto je vyjádřena celková čistá současná hodnota investice včetně jeho hodnoty pro veřejnost. V tomto případě nemá ukazatel velký význam pro ohodnocení investice pro nemocnici, ale bylo by ho možné využít například k publikování přínosů nemocnice veřejnosti.

Tab. č. 8 – ČSH pro dobu provozu 1 – 10 let.

Rok (t)	Benefity (Bt)	Náklady (Ct)	$B_t - C_t$	Odúr.	$(B_t - C_t) * \text{odúr.}$	Kumul. součet (ČSH)
1	1570717	8197524	-6626807	0,98	-6474652,17	-6325991,38
2	1770717	100000	1670717	0,95	1594877,01	-4731114,37
3	1570717	100000	1470717	0,93	1371720,32	-3359394,05
4	1570717	100000	1470717	0,91	1340225,03	-2019169,02
5	1570717	100000	1470717	0,89	1309452,89	-709716,13
6	1570717	100000	1470717	0,87	1279387,29	569671,15
7	1570717	100000	1470717	0,85	1250012,00	1819683,16
8	1570717	100000	1470717	0,83	1221311,19	3040994,35
9	1570717	100000	1470717	0,81	1193269,36	4234263,71
10	1570717	100000	1470717	0,79	1165871,38	5400135,09

3.6 Návratnost investice

Doba návratnosti je základním ukazatelem pro ohodnocení investice. Určí předpokládanou dobu, po které se vrátí prostředky do investice vložené. Vhodné je určit prostou dobu návratnosti i diskontovanou.

Prostá doba návratnosti

Vzorec pro výpočet prosté doby návratnosti:

$$DN = \frac{N_{pp}}{CF}$$

Ukazatel prosté návratnosti zcela jednoduše určuje potřebnou dobu provozu, po které se investorovi vrátí náklady vložené do pořízení investice. Její hlavní výhodou je jednoduchost a přehlednost. Nevýhodou je sklon ke zkreslení reality. Nepočítá totiž s faktorem času – diskontováním. Ale pro jeho srozumitelnost je často uváděn.

První tabulka uvádí dobu návratnosti, kde za benefity jsou považovány pouze úspory RDG materiálu a prodej nadbytečného zařízení. Uvádím ji zde proto, že tyto benefity je možné přesně zachytit v účetních dokladech nemocnice (bude tedy snadné ověřit výsledky tohoto ukazatele). Rok, ve kterém poprvé kumulativní součet ročních peněžních toků (CF) přesáhne částku vložených nákladů (8 097 523,50 Kč), je rokem návratnosti.

Tab. č. 9 – Prostá doba návratnosti. Bez mzdových nákladů.

Rok (t)	Benefity (Bt)	Náklady (Ct)	CF	Kumul. souč. CF
1	1203500	100000	1103500	1103500
2	1403500	100000	1303500	2407000
3	1203500	100000	1103500	3510500
4	1203500	100000	1103500	4614000
5	1203500	100000	1103500	5717500
6	1203500	100000	1103500	6821000
7	1203500	100000	1103500	7924500
8	1203500	100000	1103500	9028000

V případě pořízení systému PACS na RDG oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec se investice vrátí díky úsporám RDG materiálů a prodeji nepotřebného zařízení v osmém roce provozu. Znamená to, že pořízení PACSu a jeho provoz po dobu kratší osmi let by byl z ekonomického hlediska nevýhodný.

Druhá tabulka ukazuje prostou dobu návratnosti, kde je do benefitů započítána také úspora nákladů na mzdy plynoucí z provozu systému PACS. Takto počítaná doba návratnosti je pro posouzení této investice vhodnější, protože v sobě zahrnuje všechny úspory z ní plynoucí.

Tab. č. 10 – Prostá doba návratnosti.

Rok (t)	Benefity (Bt)	Náklady (Ct)	CF	Kumul. souč. CF
1	1500932	100000	1400932	1400932
2	1700932	100000	1600932	3001864
3	1500932	100000	1400932	4402796
4	1500932	100000	1400932	5803728
5	1500932	100000	1400932	7204660
6	1500932	100000	1400932	8605592

V tomto případě je prostá doba návratnosti pouhých šest let. Její snížení o dva roky považují za významné.

Diskontovaná doba návratnosti

Posledním ukazatelem je diskontovaná doba návratnosti. Vychází z prosté doby návratnosti a jejím přínosem je započítání faktoru času. Díky tomu přesněji vyjadřuje reálnou návratnost a k této metodě by mělo být spíše přihlíženo při posuzování investice. Diskontováním jsou všechny budoucí benefity a náklady přepočítány na jejich současnou hodnotu.

V první tabulce jsou opět do benefitů zahrnuty pouze úspory radiodiagnostických materiálů a předpokládané příjmy z prodeje nepotřebného zařízení.

Tab. č. 11 – Diskontovaná doba návratnosti. Bez mzdových nákladů.

Rok (t)	Benefity (Bt)	Náklady (Ct)	CF	Odúročitel	CF*odúročitel	Kumul. souč. disk. CF
1	1203500	100000	1103500	0,98	1078163,17	1078163,17
2	1403500	100000	1303500	0,95	1244329,34	2322492,51
3	1203500	100000	1103500	0,93	1029221,37	3351713,88
4	1203500	100000	1103500	0,91	1005590,01	4357303,89
5	1203500	100000	1103500	0,89	982501,23	5339805,12
6	1203500	100000	1103500	0,87	959942,58	6299747,70
7	1203500	100000	1103500	0,85	937901,88	7237649,58
8	1203500	100000	1103500	0,83	916367,25	8154016,83

I přesto, že benefity i náklady byl diskontovány, se doba návratnosti oproti předchozí metodě (prosté době návratnosti) nezměnila (počítáno na celé roky). Ale je jasné, že doba se změnila v rámci období kratších než je jeden rok. Nicméně změna v řádu několika měsíců není pro hodnocení takto dlouhodobé investice významná.

Druhá tabulka ukazuje diskontovanou dobu návratnosti v případě, že do benefitů jsou započítány všechny úspory, které přinese pořízení systému PACS Nemocnici Jindřichův Hradec (připočteny úspory nákladů na mzdy).

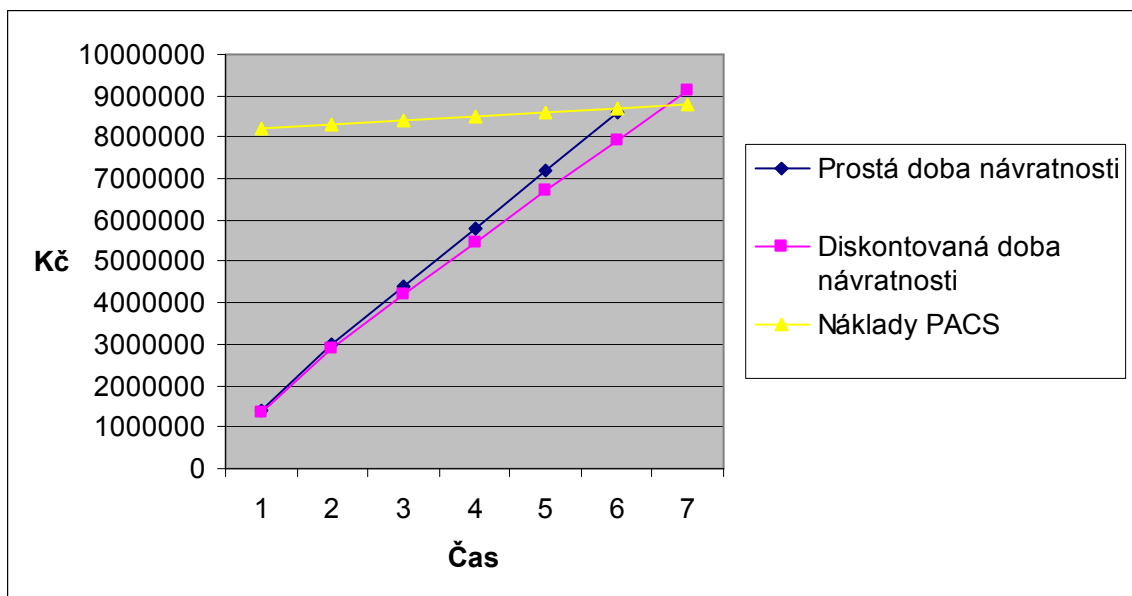
Tab. č. 12 – Diskontovaná doba návratnosti.

Rok (t)	Benefity (Bt)	Náklady (Ct)	CF	Odúročitel	CF*odúročitel	Kumul. souč. disk. CF
1	1500932	100000	1400932	0,98	1368766,00	1368766,00
2	1600932	100000	1500932	0,95	1432799,18	2801565,17
3	1500932	100000	1400932	0,93	1306632,68	4108197,85
4	1500932	100000	1400932	0,91	1276631,83	5384829,68
5	1500932	100000	1400932	0,89	1247319,81	6632149,49
6	1500932	100000	1400932	0,87	1218680,81	7850830,30
7	1500932	100000	1400932	0,85	1190699,38	9041529,68

Diskontováním ročních peněžních toků se doba návratnosti oproti prosté protáhla o jeden rok, tedy na sedm let. Tato doba návratnosti nejpopsnější a nejvíce blízká realitě. Je to doba provozu potřebná pro navrácení nákladů vložených do pořízení systému PACS.

Rozhodl jsem se zde pro představu uvést grafické znázornění porovnání prosté a diskontované návratnosti investice do systému PACS.

Graf č. 2 – Návratnost investice do systému PACS



Relativně drobný rozdíl v době návratnosti je způsoben malou diskontní sazbou, kterou jsem použil při výpočtech.

Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo zhodnocení alternativních metod pořizování a uchování patientských dat. Soustředil jsem se na část Nemocnice Jindřichův Hradec a.s., ve které se zavedení systému PACS projeví nejvýrazněji. Touto částí je radiodiagnostické oddělení. Implementace PACSu se ale v určité míře projeví na celkovém poskytování zdravotní péče v nemocnici.

Nemocnice má již vybudovanou počítačovou síť, která je dostatečná pro provoz systému PACS. Pouze několik koncových linek se vyznačuje nižší rychlostí, která by zpomalovala přenosy dat. Ale na tomto problému se již pracuje a není součástí problematiky zavedení PACSu, v analýze tedy není uvažován.

Současné používané informační systémy by měly být vhodné pro souběžný provoz PACSu a jejich propojení. Bezkonfliktnost provozu je zajištěna díky jednotným datovým standardům DICOM a HL7 používaným ve zdravotnictví.

V teoretické části jsem popsal systémy PACS obecně. Tento popis není naprosto podrobný, slouží spíše k vykreslení představy jejich možností. Několik systémů od různých výrobců, kterým jsem se věnoval podrobněji, se liší prakticky jen v detailech. Pro potřeby, které by měl pokrýt PACS jsou vhodné všechny. Výběr se musí řídit detailními požadavky nemocničního zařízení. Přihlédnout se musí také k firmám, které systémy nabízejí (jejich zkušenosti, zpětné vazby zákazníků, tradice na trhu). Celkově lze říci, že přínosy PACSu od různých výrobců jsou prakticky stejné.

Problematický byl výběr metody pro hodnocení zavedení systému PACS. Jeho implementace se neprojeví pouze v provozu nemocnice, ale přínosy pocítí i pacienti. Musel jsem tedy zvolit metodu, která bude hodnotit jak ekonomické přínosy nemocnice, tak i přínosy pro pacienty. Vybral jsem metodu CBA, která poměří finanční vyjádření všech přínosů pořízení a provozu systému PACS k nezbytným nákladům. Některé přínosy jsem bohužel nebyl schopen vyjádřit v peněžních jednotkách, pouze jsem je popsal. Takovým problémem bylo například snížení radiační zátěže při rentgenových vyšetřeních. Bylo by možné vypracovat například dotazník, na kolik si pacienti cení tohoto přínosu, ale narazil jsem zde na problémy, které by tuto metodu nečinily dostatečně průkaznou. Už samotná

formulace otázek by mohla směřovat odpovědi určitým směrem a tím by nebylo dosaženo objektivních závěrů.

Naopak vyjádření časových přínosů pro pacienty, kteří jsou vyšetřováni na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec, jsem vypočítal detailně. Díky těmto přínosům jsem mohl určit celkovou hodnotu systému PACS. Roční přínos pro pacienty jsem ohodnotil částkou 69 785 Kč.

Při vyčíslení nákladů pořízení a provozu systému PACS jsem musel překonat vážný problém. Tím byla neochota firem spolupracovat při zjišťování cen těchto systémů. Přesné určení ceny zavedení systému lze spočítat až při vážném zájmu nemocnice o jeho pořízení. Pořizované systémy jsou „šité na míru“ zařízení, které je pořizuje. Snažil jsem se proto odhadnout tyto náklady co nejlépe, s přihlédnutím na zkušenosti nemocničních zařízení, které si PACS již pořídily. Také mi pomohly některé odhady zaměstnanců firem poskytujících tyto systémy. Při počítání nákladů zavedení systému PACS jsem se dopracoval k celkové částce 8 097 523,50 Kč. Zahrnuje v sobě samotný systém PACS, hardware potřebný pro jeho provoz a nezbytné zaškolení zaměstnanců. Náklady na provoz systému jsem vyčíslil na 100 000 Kč ročně. Neuvažoval jsem náklady na energii, které jsou velmi podobné pro obě metody („mokrý i suchá cesta“).

Pravděpodobně nejjednodušším a přitom vhodným je vyjádření nákladů provozu staré metody. Použitý postup popisuje nejdůležitější položky, které budou ušetřeny díky zavedení PACSu. Bylo by velmi složité vypočítávat jednotlivé podrobné složky těchto nákladů (např. náklady na jednotlivé rentgenové snímky se liší dle jejich velikosti a bylo by téměř nemožné vyjádřit tyto částky podrobně), Navíc by se pravděpodobně vyskytlo mnoho chyb. Další nevýhodou by byla pracnost a časová náročnost. Nejvýznamnější pomocí mi byla data získaná přímo na radiodiagnostickém oddělení Jindřichohradecké nemocnice. Vycházel jsem tedy z celkových nákladů na radiodiagnostický materiál, který nebude díky digitalizaci dat dále potřebný. Po určitých úpravách jsem dospěl k částce 1 170 000 Kč, která bude ušetřena ročně. Dalšími náklady, které budou díky systému PACS ušetřeny jsou mzdy, snížení ztrátovosti dat, povinné revize nemocničních přístrojů a zařízení. Celkové roční náklady, které budou ušetřeny provozem systému PACS, dosahují částky 1 203 500 Kč.

Některé přístroje a zařízení bude možné prodat. Cenu jsem ve spolupráci s odborníkem z oboru radiodiagnostiky odhadnul na 200 000 Kč, což jsem do analýzy také zahrnul.

Hodnotu investice do systému PACS, bez uvažování přínosů pacientů, jsem spočítal na zápornou částku -1 183 990,76 Kč při pětiletém provozu a na kladnou částku 4 635 950,19 Kč při maximální uvažované době provozu trvající deset let. Toto jsou hodnoty investice do systému PACS pro Nemocnici Jindřichův Hradec. Celková hodnota se započtením přínosů pro pacienty je při stejných časových úsecích záporných 709 716,13 Kč a kladných 5 400 135,09 Kč. Záporné částky znamenají, že investice je nevýhodná. Hodnota systému PACS je rostoucí přímo úměrně době jeho provozu.

Důležitou součástí hodnocení investice je její doba návratnosti. Nejdříve jsem se věnoval prosté metodě, která neuvažuje hledisko času. Následně jsem spočítal i diskontovanou dobu návratnosti. Obě metody jsem rozdělil dle typů nákladů, které jsem použil. Prostá doba návratnosti bez započtení nákladů na úspory mezd zaměstnanců Nemocnice Jindřichův Hradec je 8 let. S přihlédnutím k úsporám mezd se tato doba skátí na 6 let. Nicméně tato metoda je sice jednoduchá a srozumitelná, ale neuvažuje časové hledisko. Použil jsem proto i diskontovanou dobu návratnosti. Ta při stejných vstupních datech vychází na osm a sedm let. Příčina malého rozdílu výsledků obou metod doby návratnosti spočívá v malé diskontní sazbě. Celkově hodnotím diskontovanou dobu návratnosti jako dlouhou. Ale jedná se o investici s dlouhou životností a mnoha přínosy, které jsem nevyjadřoval peněžně. Proto sedmiletá doba návratnosti není ukazatelem mluvícím výrazně proti pořízení systému PACS.

Z ekonomického hlediska musím říci, že investice do pořízení systému PACS není **velmi výhodná**. Dokonce při krátké době provozu by tato investice byla výrazně **nevýhodná**. Ze svého pohledu musím říci, že pořízení a provoz PACSu po dobu kratší sedmi let se z ekonomického pohledu Nemocnici Jindřichův Hradec nevyplatí. Pouze při provozu delším sedmi let se projeví úspora nákladů natolik výrazně, že se investice stane přínosnou.

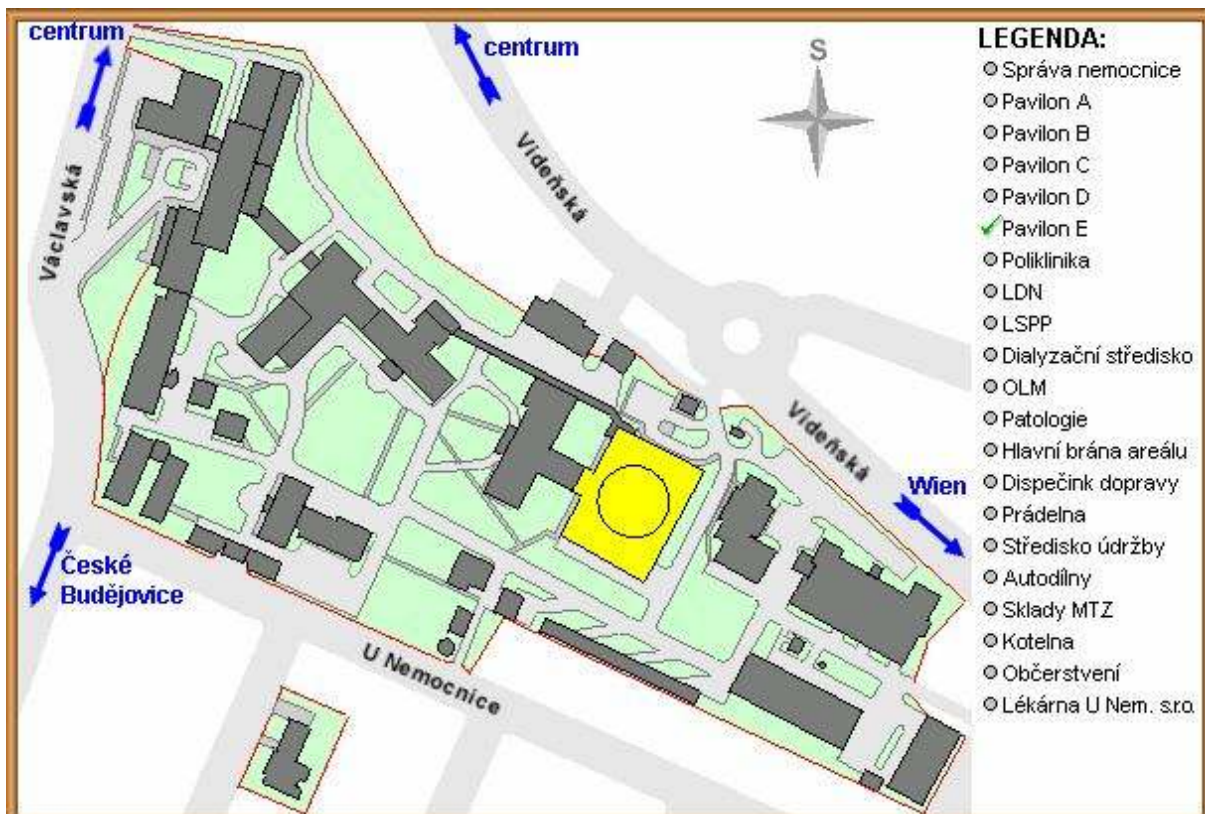
Nicméně takovouto investici nelze přijmout, či zamítnout pouze s ohledem na náklady a peněžní přínosy. Musím uvažovat také ostatní okolnosti. Nebyl jsem schopen peněžně vyjádřit přínosy v kvalitě, kterou si s sebou nese systému PACS. Jsou to přínosy především v možnostech lepších diagnóz, studijních možnostech, ve spolupráci s okolními nemocničními zařízeními. *Dalším faktorem*, který hovoří v prospěch pořízení PACSu, je zastarávání současných používaných metod. Nemocnice si nemůže dovolit zaostávat za svým okolím. Proto (i s přihlédnutím na finanční riziko nevýhodnosti investice) pořízení systému PACS **důrazně doporučuji**. Budoucí nemocnice bez tohoto (nebo podobného) systému

poskytujícího stejné možnosti) bude mít velké problémy v oblasti poskytování zdravotní péče v porovnání s ostatními subjekty v této oblasti.

Na závěr chci říci, že přes mnoho problémů při psaní mé diplomové práce doufám, že se mi podařilo vypracovat dostatečný postup pro porovnání obou metod (mokrý i suchý) získávání a uchování patientských dat na radiodiagnostické oddělení Nemocnice Jindřichův Hradec. Není-li tato práce zcela přesná a průkazná, pak předpokládám, že metody a postupy zde použité, jsou v případě potřeby plně aplikovatelné při podrobném rozhodování o zavedení systému PACS.

Přílohy

1. Plánek areálu Nemocnice Jindřichův Hradec s vyznačením umístění RDG oddělení



Zdroj: <http://www.hospitaljh.cz/mapy/plan.asp?obj=pavilone>

2. Seznam použitých pojmů

DICOM – Digital Imaging and Communication in Medicine

HL7 – Health Level 7

IS – informační systém

NIS – nemocniční informační systém

PACS – Picture Archiving and Communication System

Workflow – průběh práce

Worklist – řízení pohybu žádanek z informačního systému nemocnice do jednotlivých lékařských přístrojů sloužících k vyšetření pacienta

Mokrý cesta – klasická metoda získávání a uchovávání výsledků radiodiagnostických vyšetření. Data jsou zachycena na filmy a papír a následně také v této formě archivována.

Suchá cesta – metoda, při které se využívá možností digitalizace dat získaných při radiodiagnostickém vyšetření. Data není potřebné zaznamenávat na filmy a papír. Všechna data jsou v digitální podobě.

Literatura

1. Kasal P., Svačina Š. a kol.: Lékařská informatika, Karolinum, Praha 1998, ISBN 80-7184-594-9
2. Lešetický O.: Analýza informačního systému Okresní nemocnice v Jindřichově Hradci, Jindřichův Hradec 2000
3. Ochrana F.: Manažerské metody ve veřejném sektoru, Ekopress, Praha 2002, ISBN 80-86119-51-3
4. Ochrana F.: Nákladově užitkové metody ve veřejném sektoru, Ekopress, Praha 2005, ISBN 80-86119-96-3
5. Ochrana F.: Veřejné zakázky, Ekopress, Praha 2004, ISBN 80-86119-79-3

Elektronické zdroje

1. Archivace a přenos obrazových informací AMIS*PACS. Internetový portál: <http://www.icz.cz>
<http://www.icz.cz/zdravotnictvi/amispacs.html>, 15. 4. 2007
2. Brezina I.: Černobyl Československo nijak neohrozil. 13. 4. 2004. Internetový portál: <http://www.blisty.cz>
<http://www.blisty.cz/art/17681.html>, 16. 5. 2007
3. Biologické účinky ionizujícího záření. Radiační ochrana. Internetový portál: <http://astronuklfyzika.cz>
<http://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm>, 16. 5. 2007
4. Blažková I.: Jaderné elektrárny, jejich perspektivy a nové koncepce. Diplomová práce. Internetový portál: <http://www.physics.muni.cz/>:
<http://www.physics.muni.cz/~blazkova/dp/index.htm>, 15. 5. 2007
5. Bochníček Z.: Jaderná energetika: rizika a alternativy. 19. 7. 2006. Internetový portál: <http://www.risk-management.cz>
<http://www.risk-management.cz/index.php?cat2=1&clanek=111>, 16. 5. 2007
6. Digital Radiography – Philips Computed Radiography – PCR Eleva S. Internetový portál: <http://www.philips.com>
http://www.mrctube.com/main/products/xray/products/radiography/digital/computed_radiography/s/index.html, 15. 4. 2007

7. Drábová D.: Co znamená milisievert. Státní ústav radiační ochrany. Rentgen bulletin. Internetový portál: <http://www.suro.cz>
<http://www.suro.cz/cz/publikace/lekarskeozareni/rentgen6-2005.pdf>, 15. 5. 2007
8. IMPAX 6.0. Internetový portál: <http://www.agfa.com>
http://www.agfa.com/en/he/products_services/all_products/impax_60.jsp, 15. 4. 2007
9. Martinek J. Digitalizace rentgenového obrazu. Internetový portál:
<http://www.foma.cz>
<http://www.foma.cz/Upload/foma/prilohy/Digitalizace%20rentgenov%C3%A9ho%20obrazu%204.pdf>, 20. 4. 2007
10. PACS řešení. Internetový portál: <http://www.orcz.cz/>
<http://www.mariepacs.cz/>, 15. 4. 2007
11. PACS systém FUSION. Internetový portál: <http://www.fomei.com>
http://www.fomei.com/fomei_radio/index.php?link=1&prod=79#, 15. 4. 2007
12. PACS. Internetový portál: <http://pacs.aspweb.cz/default.htm>, 10. 4. 2007
13. PACS systém VISUS JiveX. Internetový portál: <http://www.fomei.com>
http://www.fomei.com/fomei_radio/index.php?link=1&prod=81, 15. 4. 2007
14. Page D.: DR's power requires networking to match. Prosinec 2001. Internetový portál:
<http://www.diagnosticimaging.com>
<http://www.diagnosticimaging.com/digitalradiography/dr-page.jhtml>, 7. 6. 2007
15. Presentace systému PACS. Internetový portál: <http://www.fnbrno.cz/>
<http://www.fnbrno.cz/article.asp?nDepartmentID=228&nArticleID=679&nLanguageID=1>, 10. 4. 2007
16. Průměrná mzda v okrese Jindřichův Hradec. Český statistický úřad – České Budějovice. Internetový portál: <http://www2.czso.cz/>:
http://www2.czso.cz/x/redakce.nsf/i/casova_rada_vybrane_ukazatele_za_okres_jindrichuv_hradec, 16. 5. 2007.
17. Radioaktivita a lidské zdraví. Internetový portál: <http://www.ecn.cz>
<http://www.ecn.cz/ENV/Temelin/c11/RADIACE.HTM>, 16. 5. 2007
18. RTG materiály. Internetový portál: <http://www.stomatol.cz>
<http://www.stomatol.cz/catalog.asp?thema=2769&category=777>, 20. 4. 2007
19. Schmidt M. Pozitronová emisní tomografie. Internetový portál: <http://www.tretipol.cz>
<http://www.tretipol.cz/index.asp?clanek&view&237>, 15. 4. 2007
20. Skiografie. Internetový portál: <http://cs.wikipedia.org>
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Skiografie>, 15. 4. 2007
21. TomoCon PACS. Internetový portál: <http://www.tatramed.sk>
<http://www.tatramed.sk/Sk/products02.html>, 15. 4. 2007

22. Vomáčka J. FN Olomouc. Bezfilmová nemocnice. 2006. Internetový portál: <http://www.medtel.cz>
http://www.medtel.cz/libfile/file_download.php?id=324, 12. 3. 2007
23. Výpočet vlastního dávkového ekvivalentu. Internetový portál: <http://www.cez.cz>
<http://www.cez.cz/presentation/static/DPZJF/index48ed.html?go=2>, 16. 5. 2007
24. Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně.
25. WWW stránky společnosti PCS s.r.o. Internetový portál: <http://www.pcs.cz>, 10. 4. 2007