

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

**Možnosti samostatné práce radiologických asistentů na detašovaných
pracovištích.**

Bakalářská práce
2008

Vedoucí práce
Stanislav Tůma prof. MUDr. CSc.
Datum odevzdání
9.5.2008

Autor práce
Olga Vichrová

Summary

This bachelor thesis with in the range of independent work of radiologic assistant in different types of field departments. The teoretical part describes tha systém of field departments and the work of the radiologic assistant in this department. There are physical notes necessary for the introduction of the problem, there is also a description of the analogue system, division and description of the process. The final part of the work deals with teleradiology that in the future can expedite the work of radiologic assistants in their field departments.

The aim of this work was to estimate the benefit of data digitizing the work of radiologic assistant in different field departments. It was estimate that there will be improvement in the technical and organizational part of work. Two hypoteses were determined. First hypotesis assumed that digitizing will expedite and improve the quality of work of the radilologic assistant. The second hypotesis assumed that digitizing will improve the care of patients. Both the hypoteses were confirmed.

The outcomes were gained by comparison of time and economic savings in the of radiologic assistants in two different types of medical centres.

This work proves that data digitizing can reduce the time of diagnostic process, and can improve the quality of care of patients. It also speeds-up and expedites the work of radiologic assistant, and for large medical centres it is also economic gain.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Možnosti samostatné práce radiologických asistentů na detašovaných pracovištích vypracovala samostatně a použila jsem parametrů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

Souhlasím s použitím práce k vědeckým účelům.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. V platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce v nezkrácené podobě Zdravotně sociální fakultou, elektronickou cestou, ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích

.....

Poděkování

Děkuji panu Stanislavu Tůmovi prof. MUDr., CSc. za odborné vedení bakalářské práce a cenné rady při zpracování této práce.

Obsah:

Úvod.....	4
1 Současný stav.....	6
1.1 Detašované pracoviště	6
1.2 Povolání radiologického asistenta	6
1.3 Vznik a tvorba rentgenového obrazu	8
1.4 Zpracování obrazu	9
1.5 Vyvolávací proces – zpracování filmového materiálu	9
1.5.1 Vyvolávací automat	10
1.6 Digitalizace	10
1.6.1 Paměťové fólie.....	11
1.6.2 Rentgenotelevizní systémy	11
1.6.3 Polovodičové detektory	12
1.6.4 Základní parametry zobrazovacích systémů.....	13
1.6.4.1 Rozměr detektoru.....	13
1.6.4.3 Dávka a délka expozice	13
1.6.4.4 Rychlost záznamu a čtení, která rozhoduje o vhodnosti pro záznam pohybujících se objektů	13
1.6.4.5 Dynamický rozsah (odolnost proti přexpozici a podexpozici)	14
1.7 Softwarové systémy	15
1.7.1 PACS	15
1.7.1.2 Úložiště dat	16
1.7.1.3 Dostupnost dat	16
1.7.1.4. Uživatelské rozhraní	16
1.7.2 DICOM - 3.....	17
1.7.3 Požadavky na softwarový systém	17
1.8 Teleradiologie	18
1.8.1 Výhody teleradiologie.....	19
1.8.2 Potencionální problémy	20
1.8.3 Pravidla pro rozvoj a uplatnění teleradiologie	21

1.8.4 Souhrn teleradiologie	22
2 Cíl práce a hypotézy	24
2.1 Cíl práce	24
2.2 Hypotézy	24
3 Metodika	25
3.1 Metodika	25
3.2 Pozorovaná zdravotnická zařízení	25
3.2.1 Nemocnice Pelhřimov – detašované oddělení Počátky	25
3.2.1.1 Struktura oddělení nemocnice Pelhřimov	25
3.2.1.2 Detašované oddělení Počátky	26
3.2.2 Struktura radiodiagnostické oddělení Thomayerovy nemocnice.....	26
3.2.2.1 Detašované oddělení s nepřímou digitalizací	27
3.2.2.2 Detašované oddělení s přímou digitalizací	27
4 Výsledky	28
4.1 Počet opakovaných snímků	28
4.2 Doba od příchodu pacienta na vyšetření do vyhotovení nálezu	29
4.3 Doba od vyhotovení nálezu po jeho doručení na příslušné oddělení	30
4.4 Doba od požadavku po doručení snímku z archivu	31
4.5 Vyvolávací časy	32
4.5.1 Čas vyhotovení snímku na přístroji s přímou digitalizací	32
4.5.2 Čas vyhotovení snímku na přístroji s nepřímou digitalizací.....	32
4.5.3 Čas vyhotovení snímku ve vyvolávacím automatu	33
4.6 Ceny přístrojů	34
4.7 Náklady na provoz na jednotlivých detašovaných oddělení za rok 2007.....	35
4.8 Počet vyšetření za rok 2007	38
4.9 Náklady na jedno vyšetření.....	39
Graf č. 12 Cena na 1000 vyšetření s odpisy	40
4.10 Přenos nákladů z Thomayerovy nemocnice do Počátek.....	41
4.10.1 Porovnání nákladů na přímou a nepřímou digitalizaci mezi oběma nemocnicemi.	42

5. Diskuse.....	43
6 Závěr	48
7 Seznam použité literatury	49
8 Klíčová slova	51
9 Přílohy	

Úvod

Vyšetřování pomocí rentgenového záření rentgenem je i dnes jedním z nejčastějších užívaných vyšetření. Lze jím získat podrobné znalosti o velikosti, tvaru, ohraničení, uložení a vnitřní struktuře, jakož i o činnosti různých orgánů. K získání co největšího počtu diagnostických informací je nutné, aby rentgenové vyšetření bylo náležitě indikováno a technicky dokonale provedeno. Výsledky tj. rentgenové obrazy, musí být systematicky, důkladně a objektivně analyzovány a výsledek správně začleněn do celé skladby klinické diagnózy. Proto musí každý rentgenový pracovník dobré znalosti jak medicínské, tak i fyzikálně technické.

Základním aspektem, z něhož vychází naše práce, jsou technické možnosti radiologických diagnostických výkonů. Zamyšlení nad problematikou činnosti radiologických asistentů na detašovaných pracovištích, rozsahem samostatnosti prováděných diagnostických výkonů, kompetencích a nutnosti rozhodování nás vedlo k úvahám nad technickými možnostmi, které by usnadněním práce radiologického asistenta vedly ke zrychlení v získání potřebného nálezu, k ekonomickým výhodám pro oddělení zdravotnických zařízení a v neposlední řadě k výslednému zvýšení pohodlí a léčebných výsledků, čili zlepšení péče o pacienty.

Rentgenový film dosud dominuje v medicíně zobrazovacích technologiích. Podobně jako u digitálních kamer a fotoaparátů, nastává doba, kdy digitální systémy založené na počítačové zpracování obrazu postupně doplní a částečně nebo úplně nahradí filmové zobrazovací systémy.

Výrobci rentgenové techniky rozšiřují portfolio výrobků o digitální systémy. Sázejí na bezfilmovou technologii a uvádějí na trh zařízení nepřímé radiografie, založené na paměťových foliích, přístroje pro přímou radiografii, založené na velkoplošných snímacích detektorech a systémy pro archivaci snímků, které umožňují pořízení snímků a jejich prohlížení a manipulaci v počítači.

S nástupem informačních technologií došlo k překotnému vývoji i v rentgenových zobrazovacích systémech, které se za víc než 100 let od použití v základním principu příliš nezměnily. S postupným zaváděním další zobrazovacích metod jako je počítačová tomografie a magnetická resonance si stále více lékařů

osvojuje techniky a principy počítačového zobrazování a tak tyto metody pronikají i do oblastí, dříve vyhrazené tradiční konvenční analogové radiodiagnostice.

Zatím je procento zastoupení těchto nových technologií poměrně nízké. Většina obchodníků nabízí filmy, chemii a služby. Ale řada zákazníků hledá nyní digitální řešení protože to dává smysl, je to ekonomické a snadno použitelné. Tam je budoucnost. Je možné, že v tom je i budoucnost pro detašovaná pracoviště.

1 Současný stav

Zdravotnická zařízení vyvíjejí trvalou snahu o centralizaci služeb. Přesto lze předpokládat, že detašovaná pracoviště radiologických oddělení budou mít stále svá zastoupení ve speciálních situacích.

1.1 Detašované pracoviště

Radiodiagnostické oddělení zabývající se diagnostickými zobrazovacími metodami je součástí každého zdravotnického zařízení.

Velká zdravotnická zařízení, často pavilónového typu, ale i některá malá zařízení, mají příslušná radiologická oddělení detašovaná.

Velká zdravotnická zařízení poskytují vzhledem ke specializovanému zaměření jednotlivých oddělení z důvodu zajištění kvalitní odborné péče ale i z důvodů ekonomických i příslušně specializovanou odbornou zobrazovací diagnostiku. Právě z tohoto důvodu se v nemocnicích, především pavilónového typu, upřednostňují oddělení detašovaná na místo centrálního radiodiagnostického oddělení.

Detašované oddělení nemusí být přímou součástí nemocničního komplexu. Jsou zdravotnická zařízení, která mají své radiologické detašované oddělení v jiném městě. Je tomu tak především u okresních nemocnic, kde v okrese kromě této nemocnice není žádné jiné nemocniční zařízení. Nemocnice zřídí detašované oddělení v oblasti, kde leží více větších měst a obcí aby pacienti nemuseli jezdit až do okresní nemocnice.

1.2 Povolání radiologického asistenta

Pro své povolání musí být radiologický asistent zdravý, náležitě molárně připraven a vybaven teoretickými i praktickými znalostmi. Pevné zdraví a náležitá životospráva jsou nutné, neboť v rentgenové diagnostice se používá záření, které může být škodlivé. Práce na rentgenovém pracovišti může být i tělesně namáhavá. Vyšetřování mohou mít různé choroby. Pracovní riziko je proto vyváženo dodatkovou dovolenou a příplatky. Zdravotní stav rentgenových pracovníků je pravidelně 2 x ročně kontrolován lékařskými prohlídkami.^(15,10)

Rozvaha a vysoká morálka musí být vlastní každému pracovníkovi, neboť při své práci vídá nezřídka největší lidskou bídu. Musí mít dobrý smysl pro spolupráci, protože rentgenodiagnostická práce je typickou prací kolektivní, kde každý pracovní postup

musí zapadat do sledu ostatních. Práce kteréhokoli člena kolektivu bezprostředně ovlivňuje práci ostatních a tím i konečnou kvalitu radiologického, radiodiagnostického vyšetření. Počet denně provedených vyšetření bývá veliký, a proto je třeba provoz organizačně dobře zvládnout. Vyžaduje to dobrý organizační talent a zvládnutí příslušných prací administrativních i pomocných. Práce je pestrá a vyšetřující přichází do styku s velkým počtem lidí, pacientů i zdravotníků. Proto se uplatní i jednání s lidma.⁽¹⁵⁾

Radiologický asistent je důležitým členem zdravotnického kolektivu, což vyplývá ze závažnosti jemu svěřených prací, nákladných zařízení i z rizika rentgenového záření.

Kolektivní charakter rentgenodiagnostické práce předurčuje vzájemný vztah pracovníků. Každý rentgenový pracovník musí respektovat pracovní podíl ostatních. Spolupráce nesmí být pojmem, ale denní skutečností. S výjimkou lékařských prací musí každý asistent umět kteroukoli práci, aby mohl svého kolegu vystřídat či zastoupit, neboť chod radiologického diagnostického oddělení je třeba zabezpečit za všech okolností. Vztah mezi radiologickými asistenty a lékaři má být co nejlepší. Lékař radiolog může nejlépe ocenit dobrou práci radiologického asistenta a poradit mu v jeho práci.

Vztah radiologických asistentů k nemocným je základní pracovní diverzou radiodiagnostických pracovišť. Nemocný je hlavním předmětem péče a starosti vyšetřujících. Každé jejich počínání musí směřovat k co nejkvalitnějšímu a přitom co nejrychlejšímu a co nejšetrnějšímu vyšetření svěřeného pacienta. Nemocní jsou vždy soustředěni na svou chorobu, na své bolesti, na své vyšetření. Proto velmi pečlivě sledují práci zdravotníků a jsou mnohdy až neuváženě kritičtí. Rentgenoví pracovníci musí být proto korektní, taktní, úslužní, ale i pohotoví a rezolutní, jestliže to situace vyžaduje. Při vyšetřování je třeba respektovat stud vyšetřovaných, zvláště žen. Proto i například obnažení vyšetřovaných je vhodné omezit na dobu co nejkratší. Pro všechny rentgenové pracovníky platí příkaz lékařského tajemství. Vyšetřovaných se dotazujeme na údaje potřebné pro bezpečný průběh radiologického vyšetření nebo důležité z hlediska lékařského. Vyšetřovaného podrobně informujeme o způsobu vyšetření i o úkonech, které musí vykonat. Zvláště podrobně je třeba pacienta informovat

o provedených opatřeních, jestliže došlo k poruchám provozu na radiodiagnostickém oddělení. Složitost a intenzivní provoz rentgenových přístrojů, náradí a příslušenství skýtají mnoho příčin k poruchám, jejichž závažnost vyšetřování nechápou. Je však důležité, aby věděli, kdy bude jejich vyšetření skutečně provedeno. Podobně je třeba vyšetřované informovat i při běžném provozu oddělení, neboť pořadí vyšetřovaných určuje v první řadě závažnost onemocnění a stavu vyšetřovaného.

Povolání radiologického asistenta je nejen zajímavé, odpovědné, ale i perspektivní a ze společenského hlediska důležité. ^(15,13,10)

1.3 Vznik a tvorba rentgenového obrazu

Rentgenový obraz je dvojrozměrný, stínový obraz trojrozměrného objektu. Je strukturálním obrazem objektu a chybí mu hloubka, tzn. třetí dimenze.

Ke vzniku rentgenového obrazu je zapotřebí rentgenového záření, které vychází ze zářiče (ohniska rentgenky), dále vyšetřovaného (objekt) a konečně detektoru (průměty), na který se rentgenový obraz promítá a je pak zviditelněn (film luminiscenční plocha, xerografická plocha, speciální deska pro digitální radiografii). Na vzniku rentgenového obrazu se účastní všechny tři základní komponenty tj. ohnisko, objekt, film.

Vzájemné postavení ohniska, objektu a filmu značně ovlivňuje zobrazení objektu v rentgenovém obraze, protože určuje průmět, projekci objektu. Uplatňuje se při tom řada projekčních geometrických podmínek, které představují základ skialogie, tj. nauky o podmínkách a zákonitostech projekce. Skialogie rozeznává dva druhy projekce:

Paralelní projekce – zdroj záření je v nekonečnu a záření probíhá paralelně. Jedná se vždy o centrální projekci.

Centrální projekce – při níž se paprsky šíří rozbíhavě, tj. při výstupu z rentgenky tvoří komolý kužel nebo jehlan a hovoříme o tzv. užitečném svazku, jehož osu tvoří centrální paprsek. ^(15,13,10)

Od rentgenového obrazu požadujeme, aby byl co nejvěrnější, tzn. aby velikostí i tvarem odpovídal co nejpřesněji objektu. Proto má být také zvětšení v rentgenovém obraze co nejmenší. Jinými slovy: poměr zvětšení v rentgenovém obraze má být co nejbližší poměru 1:1. Tento případ by nastal jedině tehdy, kdyby vzdálenost ohnisko-film byla stejná jako vzdálenost ohnisko – objekt. Pro určitou tloušťku každého objektu

nemůže tento stav v rentgenové diagnostice nikdy nastat, a proto je rentgenový obraz objektu vždy zvětšený. Ze stejného důvodu je také perspektiva rentgenového obrazu proti viditelnému obrazu obrácená: v rentgenovém obraze jsou vždy části objektu bližší průmětně (detektoru) menší než části od průmětny vzdálenější.^(15,4)

Aby byl rentgenový obraz objektu co nejméně zkreslený, tzn. aby zvětšení a zkreslení bylo co nejmenší, musí být sledovaná část objektu zobrazena v centrální kolmé projekci a umístěna co nejblíže filmu. Z praxe vyplynulo jednoduché pravidlo, že vzdálenost ohnisko – film má být pětinašobkem tloušťky (průměru) vyšetřované části těla.

Z požadavku centrální kolmé projekce existují v praxi výjimky. V některých případech je šikmá centrální projekce výhodnější než kolmá. Dovoluje totiž projekčně odlišit dvě nebo více podrobností objektu, jež by se v kolmé centrální projekci promítaly na sebe, superponovaly by se.⁽¹⁵⁾

1.4 Zpracování obrazu

Rentgenový obraz je vytvářen rentgenovým zářením, které je prostým okem neviditelné. K analýze musíme latentní rentgenový obraz zviditelnit. Zviditelnění se provádí buď využitím luminiscenčního efektu rentgenového záření, nebo jeho efektu fotochemického. Prvého účinku užíváme při skiaskopii (prosvěcování rentgenovými paprsky), druhého při skiagrafii (snímkování analogového obrazu na rentgenový film). Poněvadž luminiscence trvá jen po dobu trvání rentgenového záření, je skiaskopický obraz nestálý, přechodný, bez dokumentární hodnoty. Při skiagrafii dostáváme obraz stálý a objektivní, trvale dokumentární hodnoty.

Od skiaskopického a skiagrafického obrazu požadujeme, aby byl co nejkvalitnější, tzn. aby přinášel co nejvíce diagnostických podrobností o objektu, aby splňoval všechny kvalitativní parametry. Vedle věrnosti je to hlavně ostrost a kontrast, které určují rozlišovací schopnost rentgenového obrazu.^(13,4)

1.5 Vyvolávací proces – zpracování filmového materiálu

Doba, kdy se používalo „ruční máčení“ (mokrý cesta) snímků ve vývojce a ustalovači, je již takřka doba minulá, stejně tak jako pomalu mizí z pracovišť filmové vyvolávací automaty, které nahrazují:

- nepřímá digitalizace RTG obrazu CR (Computed Radiography)

- přímá digitalizace RTG obrazu – DR (Direct Radiography; někdy také DDR – Direct Digital Radiography)

Stále jsou však ještě používány, a proto se o nich zmíním také jen stručně, schématicky pro nástin.

Mokrý cesta - film se ukotví do rámečku a postupně se ponořuje v tancích s vývojkou, ustalovačem a vypírací lázní a poté se snímky suší.

Suchá cesta – probíhá ve vyvolávacích automatech a bez přímého kontaktu asistenta s chemikáliemi.⁽¹¹⁾

1.5.1 Vyvolávací automat

Schématický popis zpracování filmu ve vyvolávacím automatu.

Vložení → vývojka → dochází k redukci rozloženého bromidu stříbrného → amorfní stříbro (zčernání) zůstává na filmu. S bromidem reaguje hydroxid sodný (NaOH) ze zásadité vývojky a zreaguje se sodíkem (Na). Urychlovač, NaOH + redukční látky femidon a hydrochloridon. Další součástí vývojky je siřičnan sodný (Na_2SO_3) jako konzervační látka, bromid stříbrný (AgBr), bromid sodný (NaBr) jako zpomalovač - prokreslení. V průběhu vyvolávání dochází k automatické obnově vývojky (+1x týdně výměna, vyčištění automatu) → očištění od vývojky → ustalovač, siřičnan draselný (K_2SO_3) → dojde k ustálení nerozloženého AgBr; část nezreagovaného AgBr musí být odstraněna v ustalovači → ustalovač → vypírací lázeň → sušička → ven do zásobníku. Doba zpracování 90 – 300 s v závislosti na teplotě lázní.⁽¹¹⁾

1.6 Digitalizace

Receptorem obrazu pro skiografii je film. S narůstající kvalitou polovodičové technologie jsou jednotlivé prvky analogového systému nahrazovány čipy citlivými na světlo či RTG záření. Pro všechny digitalizované RTG obrazy jsou charakteristické dva způsoby zpracování obrazu (on line processing a postprocessing). Účelem digitalizace není jenom možnost archivace rentgenových snímků, ale i pozdější počítačové zpracování, kterým je možné např. zvýšit kontrast.⁽¹⁶⁾

V digitální radiografii není přímá souvislost mezi dávkou (expozicí) a denzitou radiogramu.

Zobrazovací systém automaticky/manuálně upraví výsledný radiogram v závislosti na použité expozici.

Digitální obrazové receptory se často označují jako receptory s variabilní citlivostí⁽¹⁵⁾

1.6.1 Paměťové fólie

Folie, někdy nesprávně nazývané fosforové folie (neobsahují prvek fosfor, ale mikrokristaly na bázi CsI). Záznamu obrazu se dosáhne po expozici rentgenovým zářením, kde dopadající zářivá energie způsobí excitaci elektronů, které zůstávají zachyceny ve vyšší energetické hladině (elektronové pasti). Postupným ozářením (skenováním) jednotlivých bodů folie červeným laserem se elektrony převedou zpět; přitom pohlcená energie se vyzáří ve formě modrého záření, úměrného intenzitě exponujícího rentgenového záření. Záření se sejme a digitalizuje. Jde o analogový záznamový systém, do jisté míry podobný počáteční fázi vzniku obrazu u klasických halogenostříbrných filmů.

S folií se zachází podobně jako s filmem, je však opakovaně použitelná (až 10000x); zaznamenaný obraz lze vymazat intenzivním světlem. Pro získání použitelného snímku je třeba zaznamenaný obraz vizualizovat ve čtečce (někdy nazývané skener). Pro tuto nepřímou metodu digitalizace se ujalo označení CR (computed radiography).⁽¹²⁾

1.6.2 Rentgenotelevizní systémy

Na rozdíl od předchozích systémů nemají paměťový efekt a nezachycují trvale informaci. Používají se tedy pro snímky v reálném čase (radioskopie, skiaskopie). Pokud má snímek být uchován, ukládá se po digitalizaci na paměťové médium. Použitý zesilovač obrazu (image intensifier) je vakuová trubice se vstupním oknem, potaženým luminoforem a fotokatodou, převádějící dopadající rentgenový obraz na fotoelektrony. Ty jsou ovlivňovány elektrodovým systémem, tvořícím elektronovou optiku. Dopadají na stínítko, na kterém vzniká zmenšený obraz s vyšším jasnem (proto zesilovač obrazu) ve viditelné oblasti. Obraz se snímá televizním systémem, zobrazuje, případně digitalizuje a ukládá. Systém se někdy nazývá také rentgenotelevizní řetězec. Ve zdravotnictví se používá tam, kde je kladen důraz na zobrazování v reálném čase – v chirurgie, vyšetřování krevního řečiště, zažívacího traktu aj. Určitou variantou je

fluorograf, který obsahuje podobný televizní zobrazovací systém, ale zesilovač obrazu je nahrazen scintilačním stínítkem, měnícím rentgenový obraz na viditelný.⁽¹²⁾

1.6.3 Polovodičové detektory

K detekci rentgenového zařízení se používá speciální čip, tvořený maticí světlocitlivých polovodičových elementů. Na počtu a velikosti těchto prvků závisí velikost a rozlišovací schopnost snímače ale také doba, potřebná k přečtení informace a pořizovací cena. Pro polovodičové detekční systémy se vžil termín Direct Radiography (DR). Obecně je nevýhodou polovodičových detektorů vysoká cena a určité nároky na správné zacházení, především na okolní teplotu. V principu využívají polovodičové detektory (také nazývané ploché detekční panely – flat panel detectors) přímou nebo nepřímou konverzi rentgenového záření. Systémy s nepřímou konverzí, založené na amorfním křemíku (a-Si) využívají převod rentgenového záření na viditelné pomocí scintilační vrstvy, viditelné světlo je pak detekováno pomocí matice fotodiód nebo fototranzistorů. Systémy s přímou konverzí, založené na amorfním selenu (a-Se) využívají vzniku náboje zářením bez pomocného scintilátoru ve fotovodivé selenové vrstvě, urychlení pomocí napětí, vloženého na pomocnou elektrodu a sejmutí náboje tranzistorovým polem.^(11,12)

Rozlišení obrazového detektoru závisí v obou případech závisí na počtu a velikosti těchto světlocitlivých elementů (pixelů) rozlišení obrazového detektoru. Vzhledem k tomu, že detektor obsahuje několik milionů těchto elementů, používá se pro redukci počtu přívodů k fototranzistorům jejich uspořádání do matice, buzené po sloupcích s čtením pomocí přenosu náboje (CCD - charged coupled device) v řádcích. Kvůli postupnému čtení z obrazových bodů je u velkých detektorů doba přenosu (přečtení) poměrně nízká, takže se (zatím) používají jen omezeně pro detekci pohybujících se součástí nebo orgánů. Systémy pro fluoroskopii při vyšších obrazových frekvencích se zatím vyrábějí jen v menších rozměrech. Variantou plochých detektorů jsou lineární detektory, které obsahují pouze jeden snímací řádek (lineární pole) a konstrukce dvourozměrného obrazu se dosahuje jeho pohybem v příčném směru. Lineární detektory se využívají například v letištních bezpečnostních rentgenech pro kontrolu zavazadel, v celotělové kostní denzitometrii, ale jsou známé i systémy pro

fluorografii. Výhodou je řádově nižší cena detektoru, nevýhodou je nutnost pohybu detektoru nebo testovaného předmětu.^(11,12,16)

1.6.4 Základní parametry zobrazovacích systémů

Vzhledem k tomu, že různé obory kladou na zobrazovací detektory odlišné požadavky, je těžké jednoznačně rozhodnout, který systém je nejvhodnější pro danou aplikaci. Obecně lze říci, že nejdůležitější parametry jsou:

1.6.4.1 Rozměr detektoru

Pro medicínální zobrazovací systémy je nutno uvažovat s maximálním rozměrem 17“x17“ (43cm x 43cm). Menší rozměry se uplatní u zesilovačů obrazu, plochých detektorů pro snímky v reálném čase a u detektorů pro stomatologické účely. Čtvercový formát má výhodu, že odpadá manipulace, odpovídající přestavování obdélníkové kazety a receptor může být pevně instalován v rentgenu.⁽¹⁶⁾

1.6.4.2 Rozlišovací schopnost

V poslední době se vyskytuje velké množství literatury, kde se porovnávají digitální metody s klasickou filmovou radiografií pro různé oblasti medicínální diagnostiky. Z provedených zkoušek vyplývá, že detektory velikostí obrazového bodu < 200 μ m, například detektor Trixell Pixium 4600 (143 μ m) ve všech případech dávají stejné nebo lepší diagnostické výsledky než filmové systémy.⁽¹²⁾

1.6.4.3 Dávka a délka expozice

Pokládáme-li za standard filmový systém se zesilovací fólií se zesilovacím koeficientem 400, pak digitální systémy, v závislosti na typu detektoru umožňují zkrátit expoziční doby asi o 1 řád. S tím souvisí menší radiační zátěž pro pacienty a obsluhu a zvýšení výkonu a ekonomiky provozu.⁽¹²⁾

1.6.4.4 Rychlost záznamu a čtení, která rozhoduje o vhodnosti pro záznam pohybujících se objektů

V porovnání s potřebným chemickým zpracováním filmu, které trvá minimálně 90 sekund u automaticky zpracovávaných filmů, spíše však déle (minuty) je obraz v případě přímé i nepřímé radiografie k dispozici na diagnostickém monitoru v několika sekundách. Výhodou je dále to, že expozici je možno v případě potřeby zopakovat bez nutnosti změny polohy pacienta. Například doba pro přečtení snímku ze snímače

Pixium 4600 rozměru 43cm x 43cm činí 1,25s. I tato doba může být příliš dlouhá pro některé intervenční postupy a vyšetřování traktů, kdy se pak používají menší, avšak rychlejší polovodičové detektory, nebo vakuové měniče obrazu.^(11,12)

1.6.4.5 Dynamický rozsah (odolnost proti přeexpozici a podexpozici)

Pro digitální systémy v medicíně se za standard považuje 14 bitový rozsah, tj. rozlišení 214 stupňů šedi, tj. více než 16000 šedých odstínů. Lidské oko je schopné rozlišit maximálně 24 stupňů šedi. Rovněž dynamický rozsah rentgenového filmu je nižší a lineární oblast senzimetrické křivky je omezená. V podstatě to znamená, že snímky podexponované i přeexponované budou na monitoru dobře čitelné, pouze s nutnou změnou jasu, zatímco na filmu jsou světlé a tmavé oblasti snímku mimo lineární oblast senzimetrické křivky deformovány jejími zakřivenými částmi.⁽¹¹⁾

1.6.4.6 Dosažitelný kontrast snímku (rozlišení detailů s malou odchylkou hustoty)

Jak jas, tak kontrast digitálního snímku je možné dodatečně měnit v širokém rozsahu, což u filmových systémů je možné jen v malých mezích při zpracování a pak už ne. Vhodným nastavením je možné odlišit detaily v celém dynamickém rozsahu, což je nemyslitelné u filmu. Dalšího rozlišení lze dosáhnout přiřazením nepravých barev různým optickým hustotám, čímž lze rozlišit detaily lidským okem nepostihnutelné.^(12,16)

1.6.4.7 Pořizovací náklady a náklady související s provozem

Na rozdíl od filmových systémů, které vyžadují spotřební materiál – filmy a zpracovatelskou chemii, jsou digitální systémy této položky zbaveny. Odpadá nutnost pořízení temné komory a jejího vybavení, zpracovatelského automatu, senzimetrické kontroly zpracování ale i náklady na likvidaci zpracovatelských roztoků, náklady na negatoskopy a skladovací prostory pro hotové snímky. Na druhou stranu je potřeba vybavení navíc: počítač(e), software, diagnostický monitor, atd. Dále je potřeba jednorázová investice do obrazového receptoru (DR) nebo čtečky paměťových desek (CR). U obrazového receptoru už žádné další požadavky nejsou, u čtečky paměťových desek přistupují ještě paměťové desky, které ovšem mají životnost asi 10000 expozic a mohou se spíše poškodit mechanicky při čištění, vzhledem k tomu, že manipulace s deskou v čtecím zařízení je automatická.⁽¹²⁾

Velkou výhodou digitalizace je zjednodušení archivace a vyhledávání snímků. Některé prameny uvádějí, že při klasickém archivování snímků se asi 1/3 snímků nenávratně ztratí. I když je tento údaj asi nadsazený, přesto je jasné, že manipulace se snímky, které jsou poměrně neskladné a těžké není jednoduchá. Proto hlavní předností je systém archivace a přenosu snímků společně s údaji o pacientech na jiná pracoviště v nemocnici nebo i mezi nemocnicemi, což umožňuje snadnou konzultaci problému s odborníky na celém světě. Pro úpravu snímků je k dispozici specializovaný software. Pro systém archivace existuje zavedený standard PACS / DICOM - 3. Tyto softwarové prostředky je potřeba pořídit.⁽¹¹⁾

1.7 Softwarové systémy

1.7.1 PACS

PACS (Picture Archiving and Communications System) je systém slučující medicínsky významná textová data o pacientovi s odpovídajícími obrazovými daty z různých zdrojů (RTG, CT, MR, US ...). Při digitalizaci dochází k časové, plošné a jasové diskretizaci vstupního obrazu (obrazového pole) pomocí matice zobrazovacích bodů (pixelů).

Výhodami digitálního zpracování obrazu ze softwarového pohledu je možnost manipulace a zpracování obrazu, archivovatelnost bez rizika ztráty a degradace obrazu, kopírování bez degradace, přenos obrazu, počítačem podporovaná diagnóza (v budoucnu automatická).⁽²⁾

Postup zpracování obrazu

- Akvizice (pořízení snímku a digitalizace)
- Zpracování
- Archivace
- Přenos
- Výstup

PC. Systém PACS tvoří součást nemocničního informačního systému (NIS, HIS) a radiologického (RIS) informačního systému. Systém musí umožnit zpracování, ukládání a efektivní vyhledávání velkého množství dat. Uvádí se, že například zavedení nepřímé radiografie (CR) v nemocnici o kapacitě 600 lůžek představuje datový tok asi

1100 Gb ročně (2048x2048x12 bit x 1,5 snímku/vyšetření = 15MB/vyšetření). Aby se ušetřilo místo, používají se kompresní a dekompresní algoritmy. S ohledem na efektivní rychlost se používají systémy, u nichž se zpracování obrazu provádí v rychlé polovodičové paměti, aktivní data jsou uložena na diskových polích RAID a vlastní archiv a zálohování je na optických prepisovatelných discích.⁽¹⁶⁾

1.7.1.2 Úložiště dat

Jádro PACSu tvoří archiv a systém komunikace s ním. Archiv musí splňovat nároky na dostatečnou kapacitu s ohledem na množství vyprodukovaných dat jednotlivými modalitami. Často je tato kapacita nedostatečně odhadnutá jenom proto, že digitalizace umožní bez problémů produkci většího množství obrázků – často se stane, že se množství pořízených obrázků výrazně zvýší po zavedení digitalizace.

Existují také markantní rozdíly mezi množstvím dat, které jsou odborníci zvyklí na svých pracovištích produkovat a používat. Např. náročné studie na vícevrstvých CT mohou v průběhu týdne vyprodukovat stejné množství dat jako celoroční objem dat vyšetření krajské nemocnice.⁽¹¹⁾

1.7.1.3 Dostupnost dat

Další důležitou stránkou a vlastně základem – mozkiem PACS je systém komunikace s archivem. Zde se projeví dokonalost PACSu různými řešeními prací s Cash pamětmi, zrcadlením a odkládáním dat, využitím přenosových kapacit, streamingem a ostatními pojmy, které pro běžného uživatele nejsou důležité – kromě toho hlavního – rychlosti dostupnosti dat a jejich bezpečností. To výše uvedené popisuje tzv. druhou vrstvu PACSu, která je uživateli skryta.

1.7.1.4. Uživatelské rozhraní

Přední vrstva PACSu je to co uživatel vidí – prohlížeč na pracovní (diagnostické nebo klinické) stanici. Základem této vrstvy software v kombinaci s počítačem a monitory odpovídající úrovni diagnostiky, který musí tvořit spolehlivě fungující komplex zajišťující všechny potřebné funkce.⁽²⁾

1.7.2 DICOM - 3

Standard DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)) byl vyvinut v National Electrical Manufacturers Association (NEMA) pro distribuci a zobrazování medicínálních snímků (RTG, CT, MRI US atd.)

Soubor DICOM obsahuje hlavičku (header), která obsahuje informace o pacientovi, druhu snímku, velikosti obrazu atd. a obrazová data, která mohou obsahovat informace ve 3 rozměrech. Starší standardy ukládaly datové a obrazové informace do samostatných souborů. Další rozdíl je, že data DICOM mohou být zkomprimována pro zmenšení velikosti souborů s využitím ztrátové (varianta JPEG) nebo bezztrátové komprese (Run-Length Encoding), identický s kompresí „packed-bits“ v některých formátech TIFF. Společné uložení obrazových a identifikačních údajů prakticky odstraňuje možnost jejich vzájemné záměny nebo ztráty.

První část hlavičky obsahuje formátovací informace rozměry a pomocné textové informace ke snímku. Velikost hlavičky závisí na tom, kolik informací je zde uloženo. Obrazová data jsou umístěna za hlavičkou a jsou uložena ve stejném souboru. Informace v hlavičce jsou organizovány do skupin. Skupina obsahuje parametry, vztahující se k použité zobrazovací metodě. Zobrazovací programy přečtou tyto informace a nastaví se podle nich (je to jednodušší a úspornější, než zobrazování obrazových dat s konstantní velikostí). Dále jsou uloženy informace o tom, zda obrazová data jsou komprimována, jakou metodou a s jakými parametry. Zároveň umožňují tato data správné zobrazení na různých počítačových platformách. Další část obsahuje například informace o fotometrické interpretaci (monochromatický nebo barevný snímek, stupnice šedých tónů, korekce sytosti/jasu snímku, barevná paleta RGB případně CMYK atd.) a hodnoty jasu a kontrastu.⁽¹⁶⁾

1.7.3 Požadavky na softwarový systém

Výrobci softwarových systémů pro použití ve zdravotnictví je celá řada. Systémy splňují tyto požadavky:

Zpracování obrazové informace ze všech diagnostických systémů, kde výstupem je digitální obrazový signál (FD, DR, CR, CT, US, MR, Mammo atd.) v univerzální snímací konzolové aplikaci s optimalizovaným pracovním tokem. Schopnost sjednotit

tyto metody pod konzistentní, intuitivní konzolovou aplikaci umožňuje významně urychlit zavádění a zvýšit produktivitu.

PACS, standard DICOM,

Připravenost k integraci do existujících nebo budovaných informačních systémů (RIS) s výkonným pracovním tokem a schopnostmi zpracování obrazu, řešení připravené k integrování, které může redukovat úsilí na pořízení produktu a náklady na vývoj.

Integrace do existujících systémů snímání, podpora rentgenových generátorů od různých výrobců. Synchronizuje časování mezi rentgenovým generátorem a digitálním detektorem rentgenového obrazu pro přesné získávání dat.

Řízení rentgenových generátorů a ovládání parametrů rentgenového generátoru rovnou z konzoly.

Optimalizovaný pracovní tok

Vkládání demografických údajů pacienta a procedur z konzoly, případně jejich přebírání z informačního systému HIS/RIS. Podpora snímačů čárového kódu.

Jednoduché, intuitivní uživatelské rozhraní

Automaticky řízené zobrazování a zpracování obrazu umožňuje operátorovi soustředit se více na pacienta než na požadované manipulace s obrazem (automatická volba kontrastu/jasu, výřezu, zlepšení obrazu, automatický přenos/ukládání atd.). Technologie zlepšení odstupu signál –šum umožňuje odstranit šum, přičemž tkáňové detaily zůstávají zachovány

Jednoduchý archiv médií, jako doplněk ke standardu DICOM (zápis a čtení na/z CD), možnost přenosu dat i do jiného (ne-DICOM síťového prostředí), doplňkový CD prohlížeč.^(2,11,12,16)

1.8 Teleradiologie

Teleradiologie je elektronický přenos radiologických snímků z jedné geografické lokality do druhé z důvodu výkladu či konzultace snímků. Rychlý vývoj v digitalizaci obrazových systémů a nárůst přenosové rychlosti s možnostmi přenosu velkých dat dramaticky rozšířily možnosti užití tohoto způsobu přenosu snímků.

Původně byl přenos dat pomalý, a proto limitující pro jakost snímků jako např. hrudi s minimální ztrátou na kvalitě.

Teleradiologie prošla řadou výzkumů v různých zemích s ohledem k jejímu použití, avšak mnoho výzkumné práce je stále zapotřebí. Teleradiologie má mnoho výhod, ale také potenciál k vytváření problémů v oblastech poskytování kvalitních služeb pacientům, pokud služby a právní odpovědnost z nich vyplývající nejsou přesně definovány.

Výhody teleradiologie jsou již pevně ustanovené a uznávané. Na druhé straně, tato metoda může mít i mnoho nástrah, především pokud se radiologie odkloní od své velmi úzké profilace v poskytování služeb k poskytování služeb na bázi všeobecné dostupnosti.⁽⁸⁾

1.8.1 Výhody teleradiologie

Teleradiologie umožňuje přenos snímků do diagnostických center.

Hlavní výhody tohoto procesu jsou:

Geograficky izolovaná společenství od velkých center, kde umístění lokálního radiologa by bylo neefektivní. V takovémto případě teleradiologie umožní přenos radiologických snímků, které byly pořízeny v izolované lokalitě, do radiologických center pro jejich popis či výklad. Toto je ceněno v řídké osídlených oblastech.

Snímky složitých problémů mohou být odeslány z nemocnic s nízkou odborností do center s vyšší odborností personálu pro určení diagnóz či odbornou radu. Radiolog může také požádat o konzultaci u odborníka na danou oblast aniž by zanedbal léčbu neznalostí či menší odbornou erudicí.

Spolupráce se zdravotnímu zařízeními operujícími na 24 hodinové bázi v případě nutnosti popisu či výkladu snímku v době uzavření oddělení v příslušném zdravotním zařízení.

Kontinuální profesionální rozvoj by se zdokonalil v případech, kdy by se teleradiologie stala nástrojem pro vzdělávání s možností studia různých případů, poskytovaných centry pro vzdělání, skupinami radiologů či jednotlivými radiology v jejich vlastních zdravotnických zařízeních.

Teleradiologie umožňuje studium snímku v několika lokacích zároveň a simultánní debatu mezi odborníky o aktuálním případě.⁽⁸⁾

1.8.2 Potencionální problémy

Komunikace - kontakt mezi lékaři a radiology je podstatně omezen, pokud je i radiologický úkon (popis snímků) je odtržen od pacienta. Mnoho radiologických stanic je sice propojeno telefonními linkami se zdravotnickými zařízeními u nichž byly snímky pořízeny, ale případná konzultace mezi radiologem a lékařem o konkrétní diagnóze je velmi omezena. Vazba mezi radiologem a pacientem je velmi problematická. V případě akutních či neočekávaných diagnóz, kdy je zapotřebí přímého přenosu radiologického nálezu buď lékaři či pacientovi, nebude toto možné za použití teleradiologie bez předchozího zjevného kontaktu mezi radiologem a dalšími subjekty (lékař, pacient).⁽³⁾

Je prokázáno že lékařsko-radiologické konzilium nepřímo vyústí v 50 % ke změně diagnózy a v 60 % ke změně léčby.⁽⁵⁾ Takováto konzilia jsou lehko uskutečnitelná v tradičním prostředí nemocnic s radiologickými odděleními a hůře uskutečnitelná na detašovaných pracovištích nebo v prostředí multimediálním, jakým je teleradiologie.⁽⁸⁾

Možnost uspořádání jednání (konzilií) mezi odděleními je více než obtížné u teleradiologie i v případě telekonference. V dnešní době je pořádání konzultací pro určení správné diagnózy velmi často pořádáno radiologickými odděleními, zvláště v případech problematických případů, jako např. u onkologicky nemocných. Takovéto konzilia usnadňují radiologům porozumět klinickému problému.⁽⁴⁾

Jazykové problémy – v případě použití teleradiologie v Evropě bychom se setkali významným problémem jazykovým. Zatímco na konferencích se převážně používá angličtina, zdravotní péče v jednotlivých zemích je výhradně vedena v národních jazycích. Pro jednotlivé země by potom bylo problematické kontrahovat radiologické služby mimo jejich teritoria. Nedorozumění a nesprávná interpretace lehce nastanou pokud lékař a radiolog nehovoří stejnou řečí.^(1,8)

Dopad na léčbu - moderní radiologická zařízení zhotovují snímky s velkým množstvím detailů, jak u patologických tak u klamných pseudo onemocněních. Jasná

formulace a jistota o zprostředkovaných snímcích v jejich popisu jsou tedy velice důležité pro převedení tohoto víceméně diagnostického reportu na zprávu o vhodném léčení. Lékaři obvykle lépe pracují se zprávou od radiologa s kterým často spolupracují v porovnání se zprávou generovanou z teleradiologického centra. V takovémto případě by byla nutná jednotná formulace reportů. Navíc jak se liší zdravotní péče v jednotlivých zemích, doporučení od lékaře v jedné zemi by mohlo být nedostatečné v zemi jiné pro poskytnutí teleradiologické služby na základě takového doporučení.

Přístup k předchozím vyšetřením - je důležité, aby radiolog měl přístup k pacientovu chorobopisu kdykoliv je to relevantní. Toto může být zajištěno u radiologických center s centrálním přístupem k databázi systému PACS, ale těžko proveditelné v měřítku dálkových teleradiologických služeb.⁽⁸⁾

Kontrola kvality - v teleradiologii je jakákoliv kontrola kvality velice obtížná. Chyby v radiologii jsou běžné a poučení z nich podílením se na radiologických konciliích je uznávaná praxe. Audit je další účinný způsob k zajištění kvality v radiologii. Avšak tyto způsoby zajišťování vysoké kvality jsou těžko udržitelné v teleradiologii, což by vyžadovalo užší vztahy mezi radiology z teleradiologického centra a lékaři ze zdrojové nemocnice. Pro teleradiologické centrum je nemožné dosáhnout náležitou zpětnou vazbu o kvalitě provedené služby a provést tedy náležitý audit pro potřebu zlepšení kvality.⁽⁶⁾

1.8.3 Pravidla pro rozvoj a uplatnění teleradiologie

Protože teleradiologie má své výhody ale také záporné stránky, ustanovení pravidel pro její uplatnění je velice důležitý bod. Následující pravidla by měla být aplikována do praxe.

Základní pravidlo zní, že pacient je nejlépe obsloužen pokud funguje blízká spolupráce mezi radiology a lékaři.

Doporučení na teleradiologické vyšetření by měla být ve většině případů organizována lokálním radiologickým oddělením nebo radiologem. Je velmi důležité aby radiologické oddělení nebo radiolog postupoval dle pravidel EU Euratom k zajištění patřičného a odborného vyšetření s odůvodněním potřeby dalšího vyšetření s použitím teleradiologie.⁽⁷⁾

Souhlas a plná podpora lokálních radiologů jsou důležité pro rozvoj a uplatnění teleradiologie.

Radiologové poskytující služby by měli být řádně akreditováni a registrováni v některém členském státu evropské unie a taktéž v zemi v které poskytuje teleradiologické služby.

V žádném případě nesmí být radiologický nálezn popsán radiologem studentem a zavádění teleradiologie do praxe nesmí být nevýhodou pro radiologické centrum a jeho tréninkový program. ⁽⁷⁾

Radiolog z teleradiologického centra by měl být schopen komunikovat s radiologickým oddělením referující lékařské případy napřímou, aby mohl prodiskutovat historii zdravotního stavu pacienta a případné neočekávané diagnózy vyplývající z tohoto stavu. Kontaktní telefonní spojení by mělo být vždy součástí teleradiologického zprávy.

Zařízení k poskytování teleradiologických služeb by mělo být takové kvality, aby zaručovalo konzistentní přenos kvalitních snímků v jakémkoli časovém období.

Řádný kontrolní systém by měl být interpretován k zajištění kvality teleradiologických služeb, správnosti radiologických zpráv a k zajištění souhrnné léčebné a klinické služby. Takový systém musí obsahovat zpětnou vazbu na pacienta.

Teleradiologie musí konat v souladu se standardy EU v ohledu ochrany dat. Jakékoli zaslání snímku mimo EU by mohlo představovat problém v ohledu ochrany dat. Podstatné je vždy zachování důvěrnosti a neporušenosti informací o pacientovi. Teleradiologické služby musí vždy usilovat o poskytování kvalitních služeb v nejlepším zájmu pacienta a ne na bázi nedostatku radiologických stanic či radiologů v jiné oblasti či na bázi šetření, což by mohlo mít za následek snížení zdravotní péče s možností vystavení pacientů nebezpečí špatné diagnózy a následného nesprávného léčení. ⁽⁸⁾

1.8.4 Souhrn teleradiologie

Teleradiologie je služba již ve světě používaná. V budoucnu, až se navýší kapacity poskytovaných služeb a rozšíří informace o dostupnosti služby, se stane běžně dostupnou. Teleradiologie musí být pouze použita pro zvýšení kvality služeb pacientovi a ne naopak. Teleradiologie by nikdy neměla být zaváděna z důvodů snižování nákladů

na základě nižších cen za služby v radiologii v zemi poskytovatele. Radiologické reporty jsou analogické pro potřebu lékařské diagnózy než pouze výsledek chemické reakce v laboratoři při výrobě snímku. Teleradiologické služby by měly vždy být pod kontrolou referujícího radiologa z důvodu zajištění koordinace dalších návazných či souběžných léčebných kúr v nejlepším zájmu pacienta a také z důvodu podpory k zajištění komplexní léčby v nejlepší kvalitě pro pacienta.

Vždy musí být pevně stanovena pravidla pro přenos snímků a formát reportu, pravidla pro komunikaci a struktura přenosu informací mezi různými subjekty v tomto procesu. Pevná právní struktura k ochraně pacienta by měla být základem při vývoji teleradiologických služeb.⁽⁸⁾

2 Cíl práce a hypotézy

2.1 Cíl práce

Získat názor na možnost úpravy rozsahu samostatné činnosti radiologického asistenta na detašovaných pracovištích radiologických oddělení zdravotnických zařízeních pomocí digitalizace.

(Cíl práce jsem vzhledem ke stanoveným hypotézám a výzkumu pozměnila.)

2.2 Hypotézy

Digitalizace zlepší činnosti radiologického asistenta.

Digitalizace zlepší péči o pacienta.

3 Metodika

3.1 Metodika

Výsledky byly získány porovnáním časových a ekonomických úspor v práci radiologických asistentů ve dvou různých typech zdravotnických zařízeních.

3.2 Pozorovaná zdravotnická zařízení

3.2.1 Nemocnice Pelhřimov – detašované oddělení Počátky

Na tomto pracovišti se provádí běžné skiografie pomocí analogového systému. Toto detašované oddělení je oddělením vzdáleným. Od nemocnice Pelhřimov je vzdáleno 24 km. Není součástí nemocničního zařízení a nachází se v pronajatých prostorech společně s chirurgickou a interní ambulancí. Jednou týdně zde také funguje ambulance ortopedická, ORL, diabetologická a kožní. Chodí sem pacienti z Počátek a okolních obcí.

3.2.1.1 Struktura oddělení nemocnice Pelhřimov

Konvenční radiodiagnostika (pracoviště I, II a PAM)

Vyšetření prováděná na skiaskopicko-skiografické stěně (pracoviště III)

Pracoviště pro vyšetření UZ

Dva pojízdné RTG přístroje (ARO, JIP a dětské oddělení)

Tři C ramena se zesilovačem určená pro práci na operačních sálech

Vzdálené detašované pracoviště Počátky.

Oddělení vede primář, kterému jsou podřízeni tři sekundární lékaři a vedoucí radiologická asistentka, do jejíž kompetence spadá 11 radiologických pracovníků, jedna zdravotní sestra a dvě dokumentační pracovnice. Všichni pracovníci splňují předpoklady pro jejich pracovní zařazení.

Veškeré činnosti ošetrovatelské péče jsou prováděny dle platné metodiky pro provádění vybraných činností.

Oddělení jsou vybavena nábytkem s omyvatelným povrchem, podlahy jsou kryty antistatickým povrchem, který se snadno čistí a desinfikuje.

Na odděleních je dohromady sedm WC a jedna sprcha pro potřeby pacientů.

3.2.1.2 Detašované oddělení Počátky

Domácí řád: pracovní doba je stanovena pondělí – pátek od 7 hodin do 13:30 hodin. Kromě čtvrtka, kdy je pracovní doba delší a to od 7 hodin do 16 hodin. V pracovní dobu jsou prováděna všechna běžná skiagrafická vyšetření. STATIM vyšetření jsou prováděna přednostně a v co nejkratší době. Mimo pracovní dobu je provoz zajištěn pouze v nemocnici Pelhřimov. Na tomto pracovišti nejsou služby ani příslužby, a to ani o víkendech a svátcích.

Na tomto detašovaném pracovišti pracuje pouze jeden radiologický asistent a není zde přítomný žádný lékař radiolog. Snímky se po pracovní době převážejí sanitou do pelhřimovské nemocnice k popisu lékařem radiologem. Po zhotovení nálezu se snímky i s výsledky vyšetření odesílají indikujícímu lékaři poštou nebo se převážejí sanitou. Poté se snímky vrací na detašované oddělení v Počátkách, kde se archivují po dobu tří let.

3.2.2 Struktura radiodiagnostické oddělení Thomayerovy nemocnice

RTG pracoviště je pavilónový systém. Provádí se zde veškerá skiagrafická, skiaskopická, ultrasonografická a CT vyšetření. Přístrojové vybavení odpovídá požadavkům SÚJB. Jsou prováděny pravidelné kontroly - zkoušky dlouhodobé stability, zkoušky provozní stálosti. Převážná část pracovišť je vybavena rtg technikou se stářím maximálně 5let.

Oddělení vede primářka, které je podřízeno 7 sekundárních lékařů a vedoucí radiologická asistentka, do jejíž kompetence spadá 14 radiologických pracovníků, tři zdravotní sestry a dvě dokumentační pracovnice. Všichni pracovníci splňují předpoklady pro jejich pracovní zařazení.

Ordinační doba na pracovištích je od 7 hodin do 15:30 hodin. Skiagrafická oddělení se nacházejí v pavilonech A4, B2, B3, B4, G1, G3, skiaskopie a ultrasonografie v pavilonu B3, mamografické oddělení v pavilonu D a CT pracoviště v pavilonu B2. Po pracovní době je zřízen nepřetržitý provoz pro skiagrafická vyšetření v pavilonech G3 a B4.

3.2.2.1 Detašované oddělení s nepřímou digitalizací

Pracoviště se nachází v pavilonu B4 a slouží převážně pro interní a urologické oddělení. Přes den zde pracují dva radiologičtí asistenti a jeden lékař radiolog. Po pracovní době je na pracovišti jeden sloužící radiologický asistent. Provádí se zde veškerá skiagrafická vyšetření. Používá se zde systém s nepřímou digitalizací.

3.2.2.2 Detašované oddělení s přímou digitalizací

Pracoviště je v pavilonu G3 a je určeno pro chirurgické a traumatologické oddělení. Má stejné personální obsazení i pracovní dobu jako detašované oddělení s nepřímou digitalizací. Zde se používá systém s přímou digitalizací.

4 Výsledky

4.1 Počet opakovaných snímků

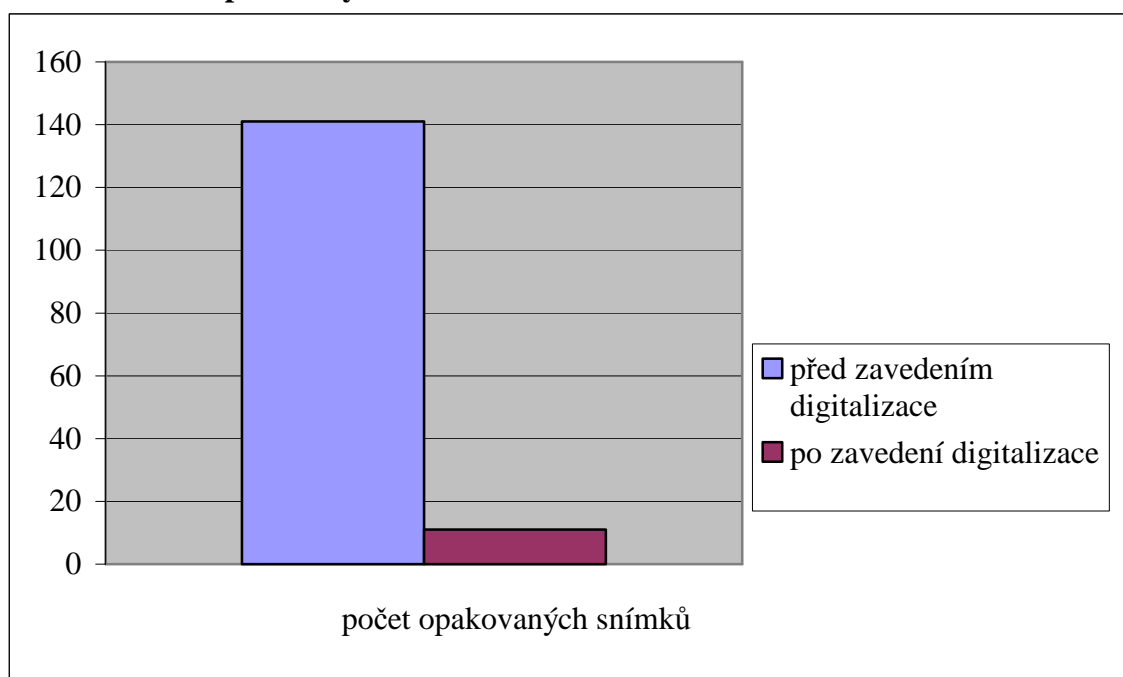
Z celkových vyšetření za rok byl počet opakovaných snímků před zavedením digitalizace 141 (2,75%), tento počet se po zavedení digitalizace snížil na 11 (0,21%). Tím se u pacientů snížilo radiační riziko z opakovaných vyšetření.

Tabulka č.1 Počet opakovaných snímků

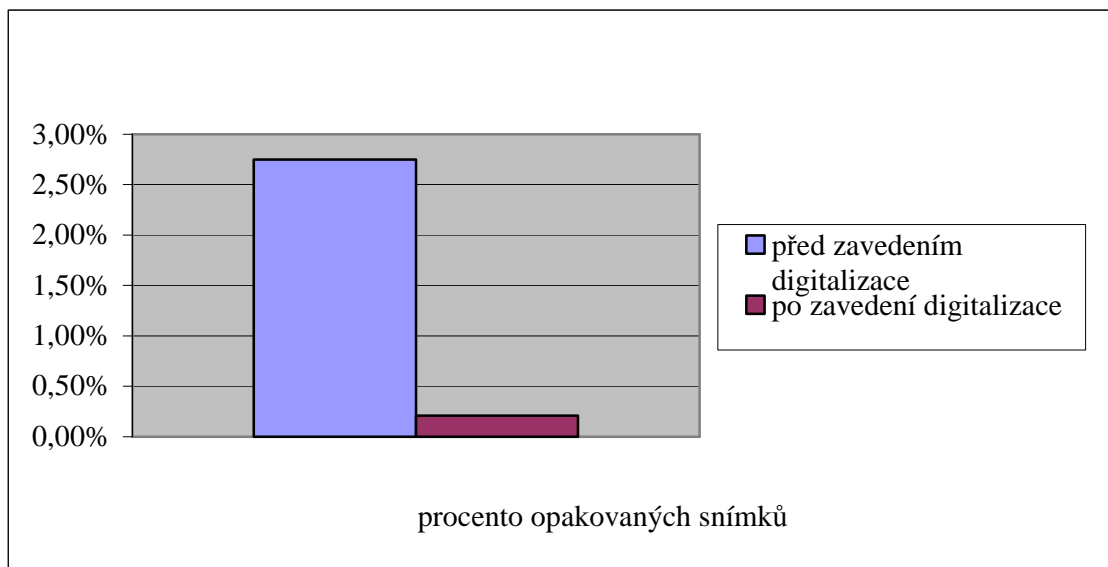
	před zavedením digitalizace	po zavedení digitalizace
počet opakovaných snímků	141 snímků	11 snímků
procento opakovaných snímků	2,75%	0,21%

Počet opakovaných snímků se po zavedení digitalizace téměř dvanáctkrát snížil.

Graf č. 1 Počet opakovaných snímků



Graf č. 2 Procento opakovaných snímků



4.2 Doba od příchodu pacienta na vyšetření do vyhotovení nálezu

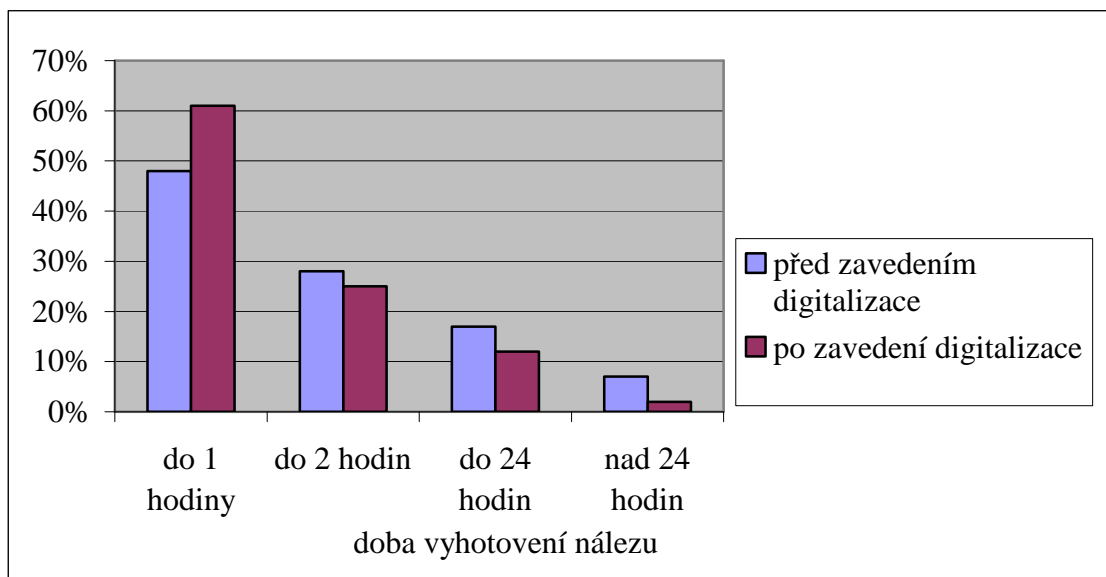
Doba vyhotovení nálezu se zavedením PACSu výrazně snížila, jak dokazuje tabulka č. 2.

Tabulka č. 2 Doba vyhotovení nálezu

	před zavedením digitalizace	po zavedení digitalizace
do 1 hodiny	48%	61%
do 2 hodin	28%	25%
do 24 hodin	17%	12%
nad 24 hodin	7%	2%

Časový interval mezi vyšetřením pacienta a zhodnocením nálezu se po zavedení digitalizace výrazně snížil. Radiologický asistent i lékař radiolog mají teď více času na péči o pacienty díky ušetřenému času, který dříve potřeboval na zhodnocení nálezu. Pacientovi se díky rychlosti zhodnocení nálezu dostane dříve veškeré odborné péče a ošetření.

Graf č. 3 Doba vyhotovení nálezu



4.3 Doba od vyhotovení nálezu po jeho doručení na příslušné oddělení

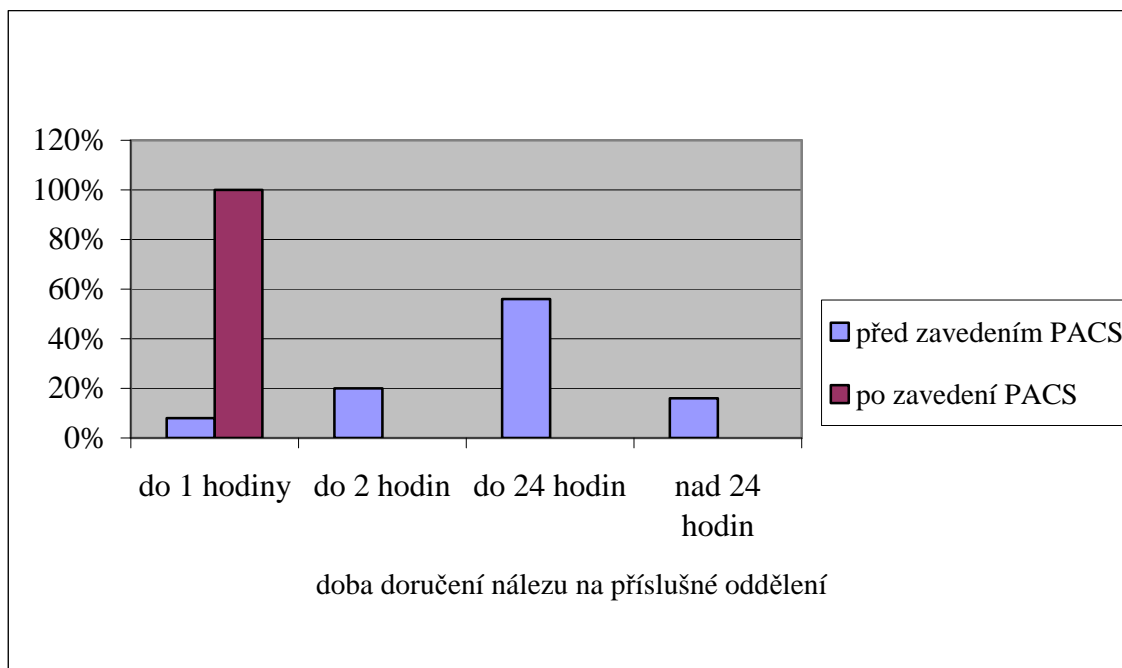
Doba doručení nálezu na příslušné oddělení byla před zavedením systému PACS dlouhá. Z 16% byl požadovaný snímek na oddělení doručen až druhý den. Po zavedení systému PACS jsou nálezy na oddělení k dispozici ihned.

Tabulka č.3 Doba doručení nálezu na příslušné oddělení.

	před zavedením PACS	po zavedení PACS
do 1 hodiny	8%	100%
do 2 hodin	20%	0%
do 24 hodin	56%	0%
nad 24 hodin	16%	0%

Díky PACSu a informačnímu nemocničnímu systému se nález popsaný lékařem radiologem doručí na oddělení, kde se pacient léčí, během jedné hodiny. Klinický lékař tak může rychle stanovit diagnózu a začít pacienta rychle a správně léčit.

Graf č. 4 Doba doručení nálezu na příslušné oddělení



4.4 Doba od požadavku po doručení snímku z archivu

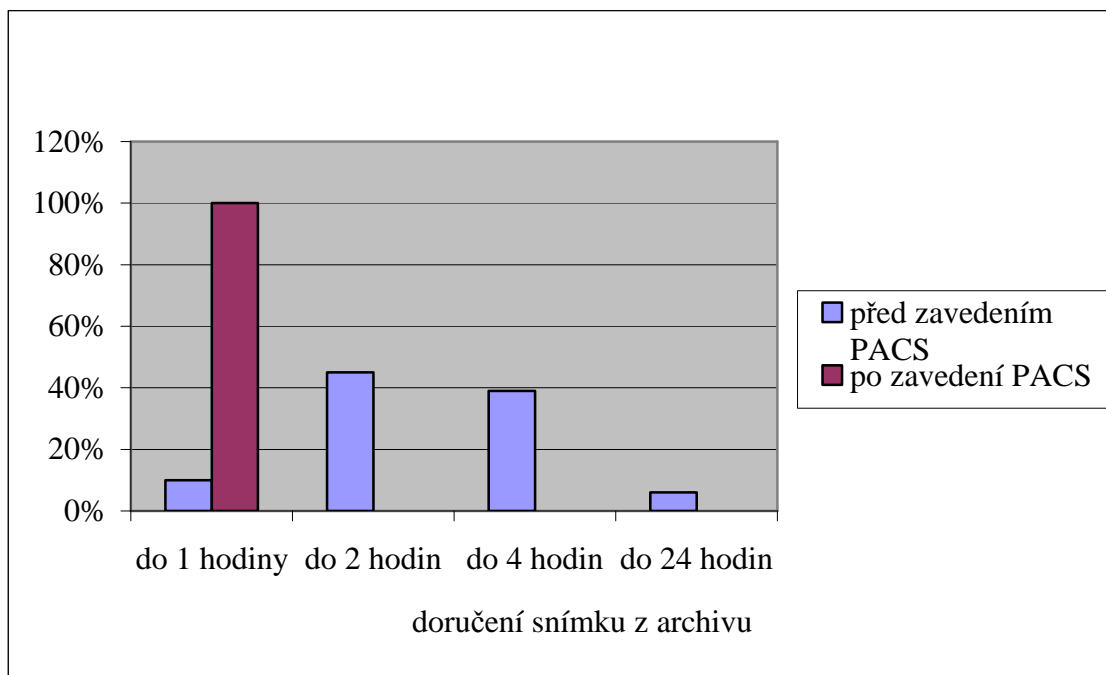
Před zavedením digitalizace byla čekací doba na snímek z archivu i několik hodin. Po zavedení systému PACS má lékař snímek k dispozici během několika málo sekund.

Tabulka č. 4 Doba doručení snímku z archivu

	před zavedením PACS	po zavedení PACS
do 1 hodiny	10%	100%
do 2 hodin	45%	0%
do 4 hodin	39%	0%
do 24 hodin	6%	0%

Pomocí PACSu a nemocničnímu informačnímu systému má lékař veškerá pacientova vyšetření kdykoliv k dispozici, a to v kteroukoli denní dobu.

Graf č. 5 Doručení snímku z archivu



4.5 Vyvolávací časy

Pomocí digitalizace se vyvolávací časy významně zkrátily.

4.5.1 Čas vyhotovení snímku na přístroji s přímou digitalizací

Čas vyhotovení snímku je u systému s přímou digitalizací v řádech několika sekund.

Tabulka č. 5 Vyvolávací časy u přímé digitalizace

4,49 s	7,54 s	4,69 s	5,28 s
3,25 s	3,29 s	4,82 s	5,63 s
6,27 s	4,41 s	4,46 s	4,63 s
5,60 s	4,19 s	3,82 s	3,96 s
5,55 s	3,52 s	4,19 s	3,88 s

4.5.2 Čas vyhotovení snímku na přístroji s nepřímou digitalizací

U systému s nepřímou digitalizací, tedy u čtečky paměťových desek je vyvolávací čas snímku přibližně půl minuty.

Tabulka č. 6 Vyvolávací časy u nepřímé digitalizace

28,77 s	29,87 s	29,47 s	30,18 s
30,45 s	29,05 s	28,85 s	29,90 s
29,12 s	28,95 s	29,24 s	29,38 s
30,40 s	30,48 s	28,85 s	28,85 s
30,29 s	29,53s	30,03 s	30,23 s

4.5.3 Čas vyhotovení snímku ve vyvolávacím automatu

Čas vyvolávacího automatu je ze všech tří systémů nejdelší. Vyvolávací doby snímku se pohybuje okolo dvou minut.

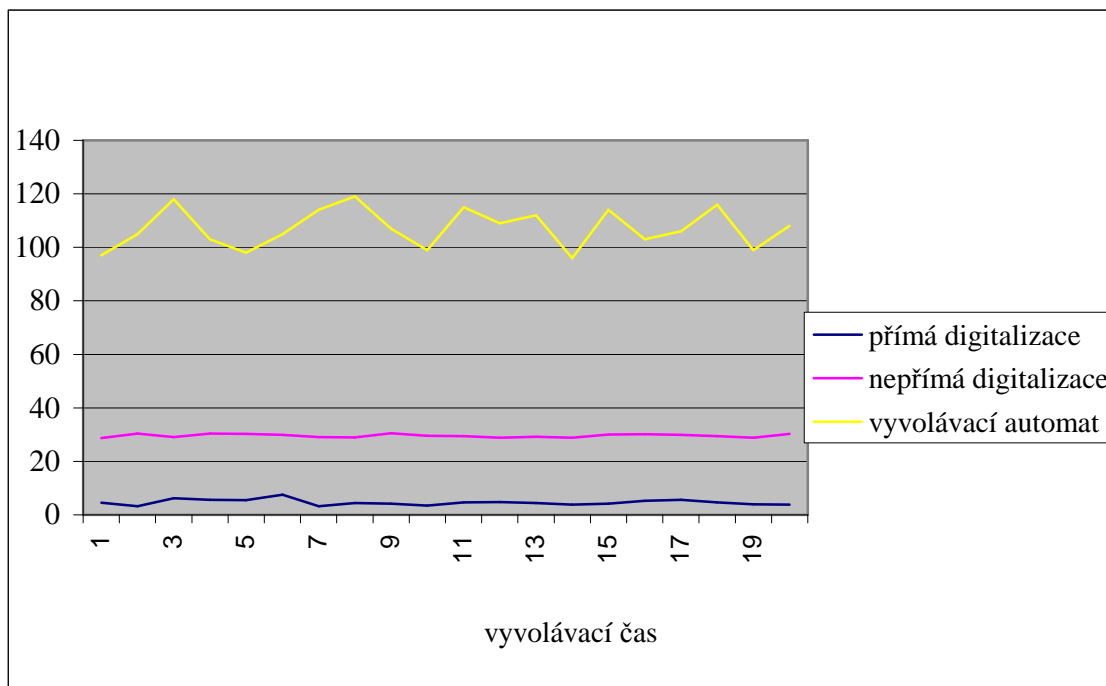
Tabulka č.7 Vyvolávací časy analogového systému ve vyvolávacím automatu

1 min 37s	1 min 45s	1 min 55s	1 min 43s
1 min 45s	1 min 54s	1 min 49s	1 min 46s
1 min 58s	1 min 59s	1 min 52s	1 min 56s
1 min 43s	1 min 47s	1 min 36s	1 min 39s
1 min 38s	1 min 39s	1 min 54s	1 min 48s

Vyvolávací časy jsou na systému s přímou digitalizací přibližně jednadvacetkrát kratší než na analogovém způsobu zpracování snímku. Z toho vyplývá, že radiologický asistent za stejný čas obslouží na oddělení s digitálním systémem více pacientů, než radiologický asistent na oddělení s analogem.

Vyvolávací časy na systému s nepřímou digitalizací jsou přibližně čtyřikrát kratší než časy vyvolávacího automatu. I zde tedy radiologický asistent obslouží za stejný čas více pacientů, ale počet nebude tak vysoký, jako na systému s přímou digitalizací.

Graf č. 6 Vyvolávací časy



4.6 Ceny přístrojů

Nejdražší je přístroj se systémem přímé digitalizace, jeho pořizovací cena je dvacet tři milionů korun. Pořizovací cena přístroje na detašovaném oddělení s nepřímou digitalizací byla milion pět set tisíc korun a pořizovací cena přístroje na oddělení s analogovým systémem byla milion čtyři sta třicet tisíc korun.

Tabulka č. 8 Ceny jednotlivých přístrojů

	Thomayerova nemocnice		oddělení Počátky
	přímá digitalizace	nepřímá digitalizace	analogový systém
pořizovací ceny	23 000 000 Kč	1 500 000 Kč	1 430 000 Kč
odpisy	4 600 000 Kč	300 000 Kč	286 000 Kč

Odpisy jsou vypočteny způsobem zrychleným ve 2. odpisové skupině. Odpisy se do nákladů budou započítávat pouze prvních pět let. Po jejich splacení se již položka odpisy do nákladů započítávat nebude.

Nejdražším systémem je systém s přímou digitalizací. Cena zahrnuje jak samotný skiagraf se zabudovanými detektory pro přímou digitalizaci, tak i dvě vyhodnocovací konzole s příslušným programem pro zpracování RTG snímků.

Cena skiagrafu na detašovaném oddělení Thomayerovy nemocnice (oddělení pro interní a urologické pacienty), kde je zavedená nepřímá digitalizace, a cena skiagrafu na pelhřimovským detašovaným oddělením v Počátkách je téměř srovnatelná.

4.7 Náklady na provoz na jednotlivých detašovaných oddělení za rok 2007

Thomayerova nemocnice – detašované oddělení s přímou digitalizací (oddělení pro chirurgii a traumatologii)

Tabulka č. 9 Roční náklady na systém s přímou digitalizací

odpisy	4 600 000 Kč
servis	10 000 Kč
zkoušky dlouhodobé stability	12 000 Kč
PACS	200 000 Kč

Thomayerova nemocnice – detašované oddělení s nepřímou digitalizací (oddělení pro interní a urologické oddělení)

Také zde se po pěti letech odpisy splatí a nebudou se již do ročních nákladů započítávat.

Tabulka č. 10 Roční náklady na systém s nepřímou digitalizací

odpisy	300 000 Kč
servis	15 000 Kč
zkoušky dlouhodobé stability	12 000 Kč
PACS	200 000 Kč
CR kazety	500 000 Kč

Nemocnice Pelhřimov – detašované oddělení v Počátkách s analogovým systémem

Zde se bude, i po splacení odpisů (za 5 let), do ročních nákladů započítávat nejvíce položek.

Tabulka č. 11 Roční náklady na analogový systém

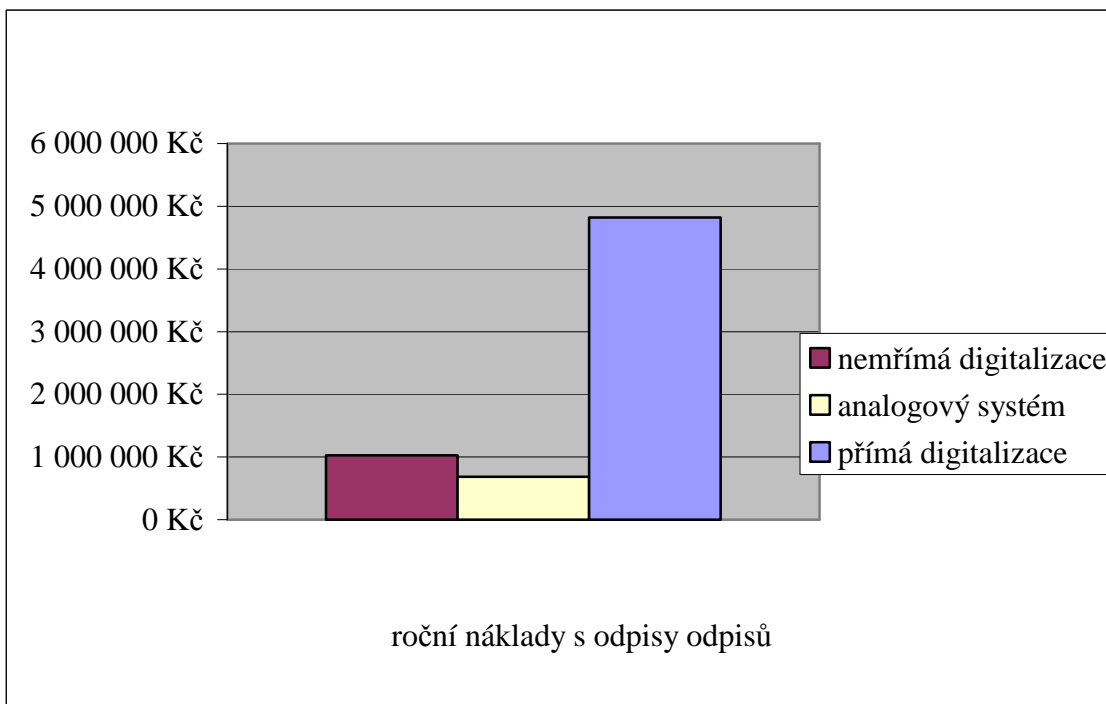
odpisy	286 000 Kč
servis	30 000 Kč
zkoušky dlouhodobé stability	12 000 Kč
cena filmů	11 594 Kč
cena kazet	80 000 Kč
cena vývojky	65 000 Kč
cena ustalovače	39 000 Kč
oprava vyvolávacího automatu	26 000 Kč
nájem	100 000 Kč
energie	36 000 Kč

Vzhledem k tomu, že detašované oddělení Počátky není součástí nemocničního zařízení, ale využívá pronajaté prostory, musela jsem do ročních nákladů započítat cenu nájemného za pronajaté prostory a cenu za energie.

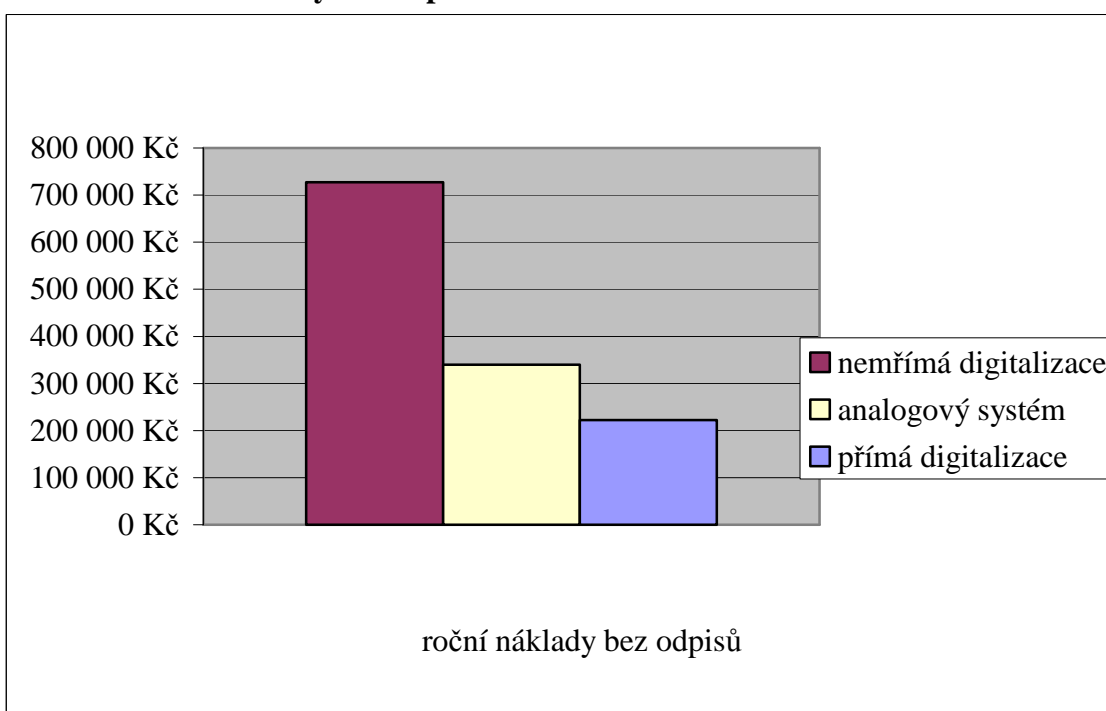
Tabulka č. 12 Náklady za rok 2007 na jednotlivých detašovaných odděleních

	Thomayerova nemocnice		oddělení Počátky
	přímá digitalizace	nepřímá digitalizace	analogový systém
s odpisy	4 822 000 Kč	1 027 000 Kč	685 594Kč
bez odpisů	222 000 Kč	727 000 Kč	339 594Kč

Graf č. 7 Roční náklady s odpisy



Graf č. 8 Roční náklady bez odpisů



4.8 Počet vyšetření za rok 2007

Za rok 2007 bylo na oddělení s přímou digitalizací provedeno 34 042 vyšetření. Na oddělení s nepřímou digitalizací byl počet vyšetření 19 060 a na oddělení s analogovým systémem byl počet vyšetření 2 312.

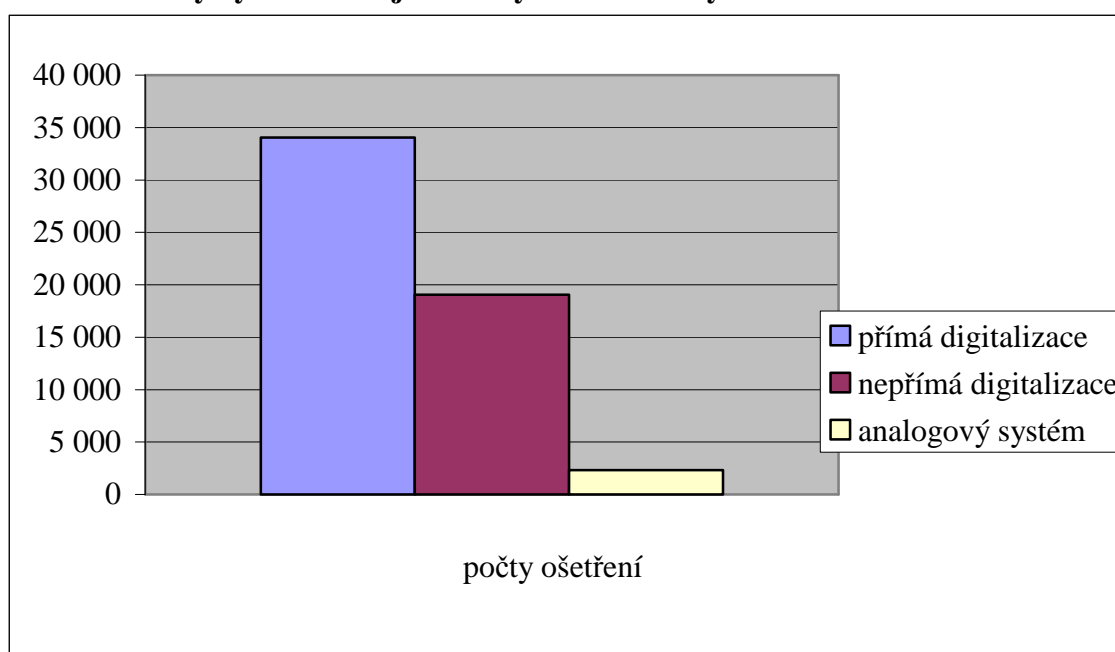
Tabulka č. 13 Počet vyšetření

	Thomayerova nemocnice	oddělení Počátky
přímá digitalizace	34 042 ošetření	
nepřímá digitalizace		19 060 ošetření
analogový systém		2 312 ošetření

Počty ošetření pro chirurgické a traumatologické oddělení na detašovaném pracovišti s přímou digitalizací jsou v Thomayerově nemocnici téměř patnáctkrát vyšší než na detašovaném oddělení v Počátkách.

Na detašovaném oddělení pro interní a urologické oddělení je počet vyšetření vyšší osmkrát než na detašovaném oddělení v Počátkách.

Graf č. 9 Počty vyšetření na jednotlivých detašovaných oddělení za rok 2007



4.9 Náklady na jedno vyšetření

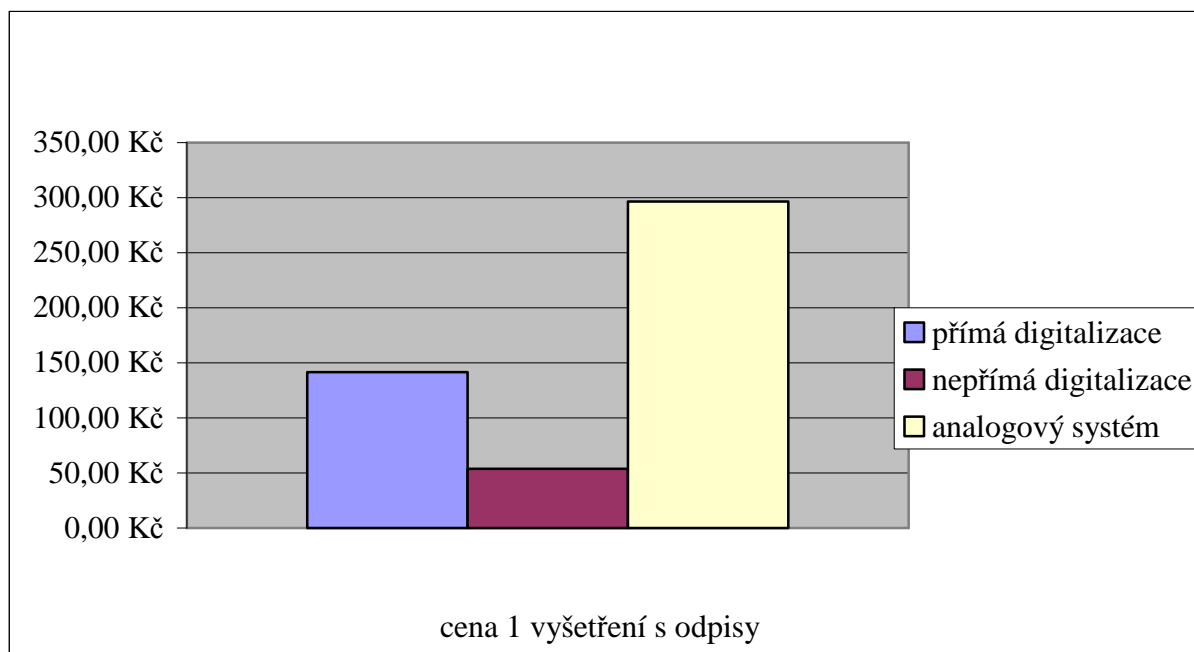
Náklady na ošetření jsou vypsány v tabulce č.14

Tabulka č. 14 Ceny vyšetření na jednotlivých systémech

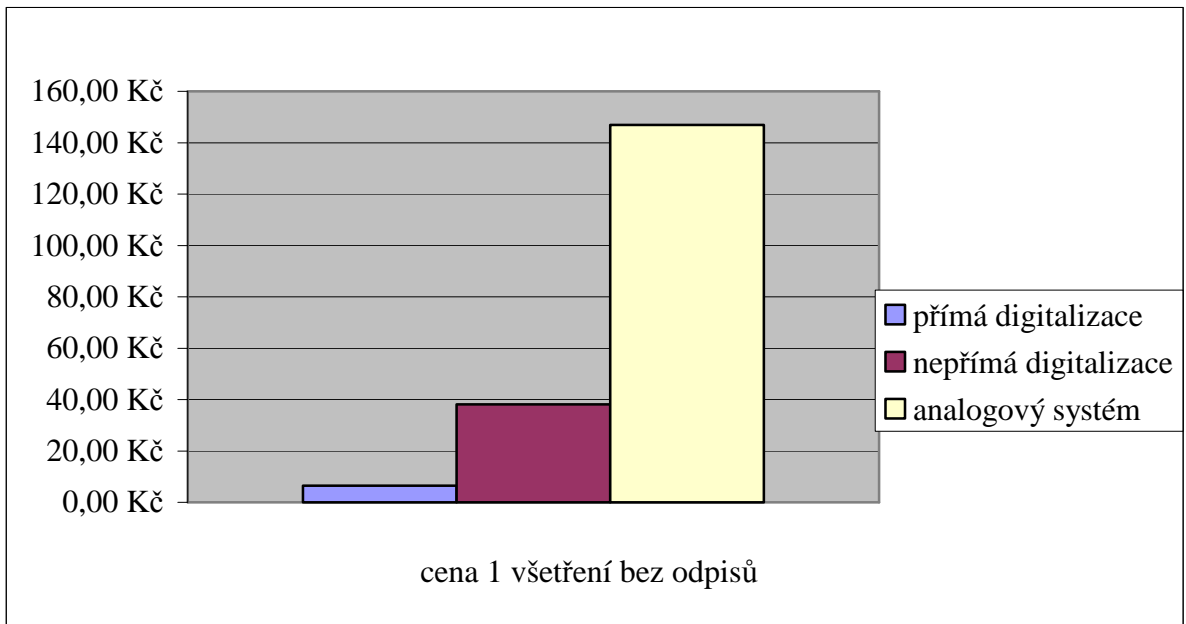
	Thomayerova nemocnice		oddělení Počátky
	přímá digitalizace	nepřímá digitalizace	analogový systém
průměrná cena na 1 ošetření			
s odpisy	141,65 Kč	53,88 Kč	296,54 Kč
bez odpisů	6,52 Kč	38,14 Kč	146,88 Kč
náklady na tisíc vyšetření			
s odpisy	4 822 Kč	1 027 Kč	685,60 Kč
bez odpisů	222 Kč	727 Kč	339,60 Kč

Cena jednoho ošetření je vždy ovlivněna počty provedených ošetření a pochopitelně i výší nákladů. Jelikož v Počátkách je podstatně menší množství ošetření, jsou náklady na ošetření vyšší než v Thomayerově nemocnici. U nákladů na tisíc ošetření je situace opačná, jak je patrné z tabulky.

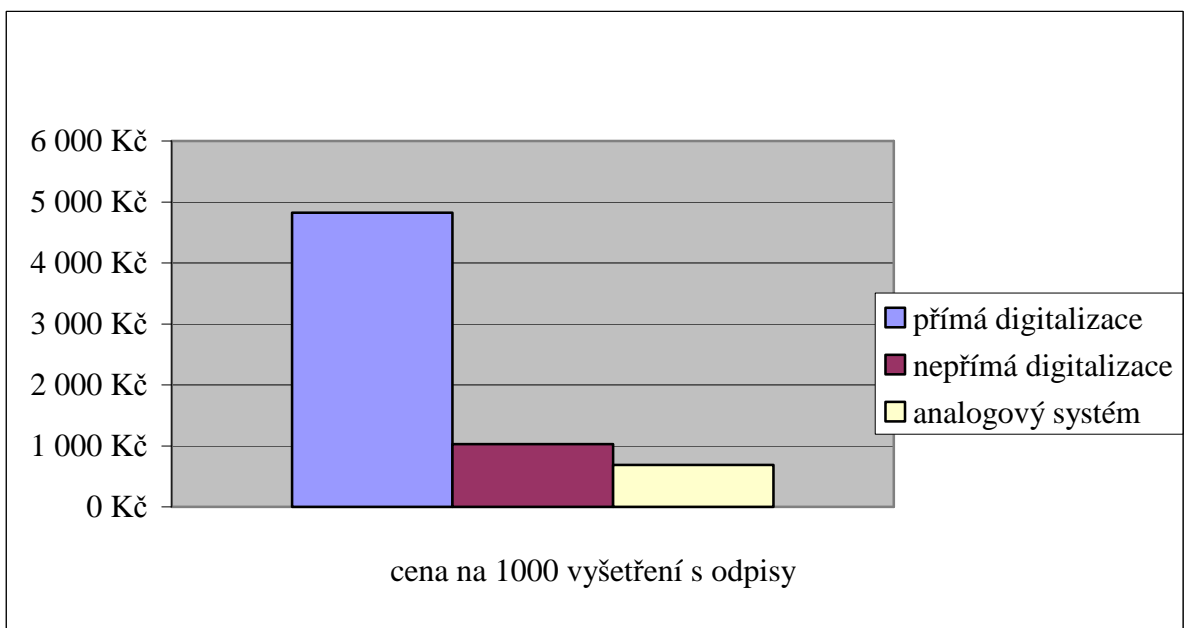
Graf č. 10 Cena jednoho vyšetření s odpisy



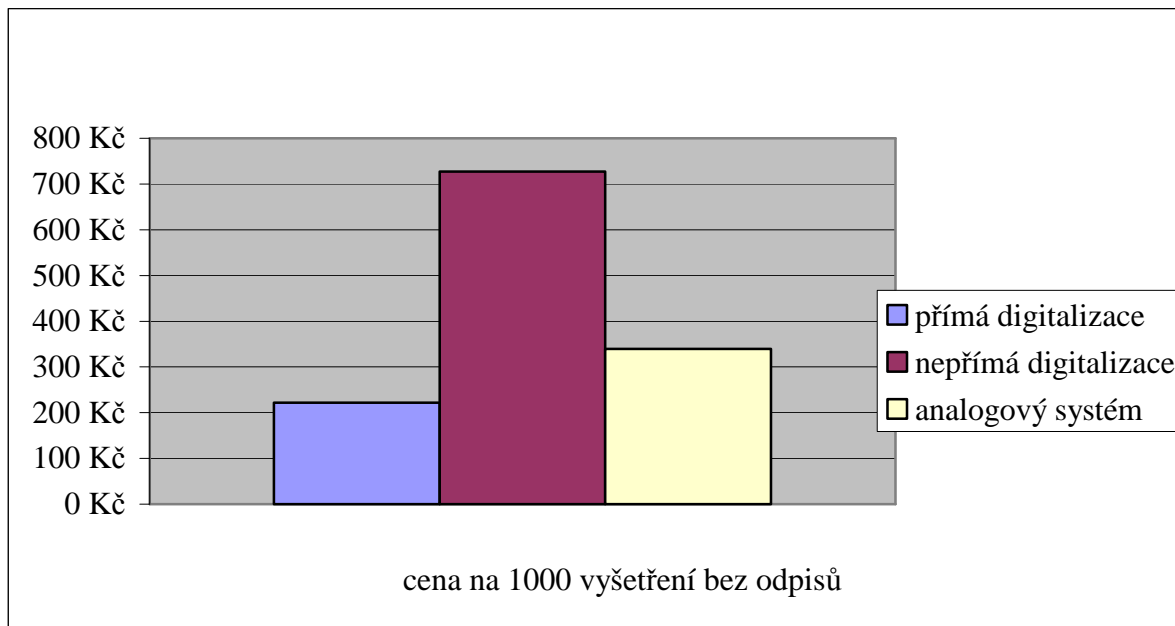
Graf č.11 Cena jednoho vyšetření bez odpisů



Graf č. 12 Cena na 1000 vyšetření s odpisy



Graf č. 13 Cena na 1000 vyšetření bez odpisů



4.10 Přenos nákladů z Thomayerovy nemocnice do Počátek.

Přeneseme-li náklady z Thomayerovy nemocnice na detašované oddělení Počátky, zjistíme, že se náklady na jedno vyšetření přímou digitalizací budou kolem devadesáti šesti korun a náklady na vyšetření nepřímou digitalizací budou tři sta patnácti korun.

Tabulka č. 15 Přenos nákladů z Thomayerovy nemocnice do Počátek

	bez odpisů	z odpisy
náklady na		
přímou digitalizací	222 000 Kč	4 822 000 Kč
nepřímou digitalizací	727 000 Kč	1 027 000 Kč
počty ošetření	2312 ošetření	2312 ošetření
náklady na ošetření		
přímou digitalizací	96,02 Kč	2 085,64 Kč
nepřímou digitalizací	314,45 Kč	444,20 Kč

Přeneseme-li náklady z Thomayerovy nemocnice na detašované oddělení Počátky, zjistíme, že při roční výši ošetření 2312, by se náklady na přímou digitalizací zvýšily

patnáctkrát a náklady na nepřímou digitalizaci by se zvýšily osmkrát. Z toho vyplývá , že ani jeden ze systémů digitalizace by se na detašovaném oddělení v Počátkách nevyplatil.

4.10.1 Porovnání nákladů na přímou a nepřímou digitalizaci mezi oběma nemocnicemi.

Porovnání nákladů mezi jednotlivými odděleními jsou v tabulce č. 15.

Tabulka č. 16 Porovnání nákladů mezi jednotlivými detašovanými odděleními.

	oddělení Počátky		Thomayerova nemocnice	
	bez odpisů	s odpisy	bez odpisů	s odpisy
náklady na vyšetření				
přímá digitalizace	96,02 Kč	2 085,64 Kč	6,52 Kč	141,65 Kč
nepřímá digitalizace	314 Kč	444,20 Kč	38,14 Kč	53,88 Kč
analogový systém	296,54Kč	146,88Kč	3,68 Kč	9,07 Kč
růst nákladů v %				
přímá digitalizace	108,82	984,09		
nepřímá digitalizace	356,36	209,59		

Nízké náklady v Thomayerově nemocnici analogovým systémem jsou za předpokladu, že veškerá ošetření, tj.. celkový počet 53 102, by bylo analogově. Pokud porovnáme analogový systém v Počátkách s přímou digitalizací je nárůst nákladů pouze 8,82%.

5. Diskuse

Rentgenový film dosud dominuje v medicínálních zobrazovacích technologiích. Podobně jako u digitálních kamer a fotoaparátů, nastává doba, kdy digitální systémy založené na počítačové zpracování obrazu postupně doplní a částečně nebo úplně nahradí filmové zobrazovací systémy. S postupným zaváděním dalších zobrazovacích metod jako je počítačová tomografie a magnetická resonance si stále více lékařů osvojuje techniky a principy počítačového zobrazování a tak tyto metody pronikají i do oblastí, dříve vyhrazené tradiční konvenční analogové radiodiagnostice.

Výsledky byly záměrně získávány porovnáním časových a ekonomických údajů ve dvou různých typech zdravotnických zařízení – ve velké nemocnici klinického typu a v malém zdravotnickém zařízení. Výzkum probíhal na třech radiologických detašovaných odděleních. První dvě oddělení byla součástí zdravotnického zařízení pavilónového typu. Obě oddělení využívala digitalizaci, jedno oddělení přímou a druhé digitalizaci nepřímou. Třetí pracoviště je oddělením vzdáleným a pracuje s analogovým systémem. V první části výzkumu byl porovnán počet opakovaných snímků na odděleních.

Grafy 1 a 2 znázorňují počet opakovaných snímků před a po zavedení digitalizace. Před zavedením digitalizace bylo třeba zopakovat 141 vyšetření to je 2,75 % z celkového počtu vyšetření za jeden rok. Po zavedení digitalizace se počet opakovaných vyšetření snížil na 11. Z celkových ročních vyšetření se jich opakovalo pouhých 0,21% . Obtížně se kvantitativně hodnotí nesporná výhoda možností postprocesingové úpravy vyšetření. Jas i kontrast digitálního snímku je možné dodatečně měnit v širokém rozsahu, což je u filmových systémů možné jen v malých mezích při zpracování a pak už ne.⁽¹²⁾ Důvodem opakovaného snímání při digitálním snímání a zpracování obrazu je pouze špatné nastavení nebo pohybu pacienta, takže počet opakování je minimální.⁽¹⁴⁾ Literární zdroje se shodují s výsledky naší práce.

Ve druhé části výzkumu byly porovnány časové údaje na jednotlivých odděleních.

Graf 3 ukazuje, že se doba vyhotovení nálezu po zavedení digitalizace výrazně zkrátila. Do jedné hodiny bylo vyhodnoceno 61% vyšetření. Před zavedením digitalizace to bylo 48% vyšetření. To je o 13% vyšetření méně. Tento rozdíl je

statisticky významný. Do čtyřadvaceti hodin je u systému s digitalizací stanoveno 98% nálezů. U analogového systému je do čtyřadvaceti hodin popsáno 93% nálezů. Zde je rozdíl 5% a i zde se dá hovořit o statistické významnosti. Komfortní prohlížecí i diagnostické nástroje pomohou stanovit včasnou a přesnou diagnózu.⁽¹¹⁾

Doba doručení nálezu na příslušné oddělení je znázorněna v grafu 4. Před zavedením digitalizace byl na příslušné oddělení nález od požadavku na vyšetření doručen do jedné hodiny (8%), do dvou hodin (20%), do čtyřadvaceti hodin (56%) a nad čtyřadvacet hodin (16%). Se systémem PACS je nález k dispozici okamžitě. Lékaři a radiologové už nechodí za snímky. Mohou si je prohlédnout tam, kde právě pracují.⁽¹¹⁾ Možnost prohlížení si snímků na jiném oddělení než radiodiagnostickým využívají radiologové i kliničtí lékaři.

Podobně, jako v předchozím případě je to i s dobou doručení snímku z archivu na příslušné oddělení, které si snímek vyžádalo. Graf 5 znázorňuje dobu doručení snímku z archivu. Snímek byl na oddělení doručen za jednu hodinu (10%), za dvě hodiny (45%), za čtyři hodiny (39%) a do čtyřadvaceti hodin (6%). Také v tomto případě je snímek po zavedení PACSu lékaři k dispozici okamžitě a v jakoukoliv dobu. Při opakovaném vyšetření, dlouhodobé kontrole, případně při soudních sporech je tak možné lépe dohledat celou obrazovou dokumentaci pacienta. Snímek se nemůže ztratit a doba jeho uchování je dána pouze provozními možnostmi nemocnice respektive diskové kapacity, zatímco archivační doba snímků na pevných médiích je v současné době 5 let a jejich fyzická archivace je náročná prostorově i finančně (protipožární zabezpečení atd.).⁽¹¹⁾

Ve výzkumu jsme také srovnávali vyvolávací časy u jednotlivých systémů, které jsme porovnali v grafu 6. U systému s přímou digitalizací je průměrný vyvolávací čas snímku čtyři až šest vteřin. U systému s nepřímou digitalizací se vyvolávací čas snímku pohybuje kolem půl minuty a ve vyvolávacím automatu trvá doba vyvolání přibližně dvě minuty. Z toho vyplývá, že doba vyvolání přímou digitalizací je jednadvacetkrát kratší než doba vyvolání ve vyvolávacím automatu. Doba u systému nepřímé digitalizace je kratší čtyřikrát než doba vyvolávacího automatu. Čas potřebný

k pořizování snímku se výrazně zkrátil. Za stejnou dobu odbavíme více pacientů, ale hlavně se jim můžeme nadstandardně věnovat.⁽¹⁴⁾

Výsledky z této části výzkumu se shodují s literárními údaji.

V poslední části výzkumu jsme porovnávali ekonomické výhody a nevýhody systémů na jednotlivých detašovaných pracovištích. Do ročních nákladů jsme započítali i odpisy, které byly vypočteny způsobem zrychleným ve 2. odpisové skupině. Po pěti letech budou splaceny a už se nebudou do ročních nákladů započítávat.

V tabulce 8 jsou pořizovací ceny přístrojů pro jednotlivé systémy. Nejdražším přístrojem je přístroj pro přímou digitalizaci. Cena přístroje obsahuje zabudované flat panel detektory, dvě vyhodnocovací konzole a program pro zpracování RTG snímků. Cena přístroje byla 23 000 000 korun. Pořizovací cena skiagrafu na pracoviště s nepřímou digitalizací (1 500 000 korun) byla téměř srovnatelná s pořizovací cenou skiagrafu na oddělení s analogovým systémem (1 430 000 korun).

Náklady za rok 2007 na jednotlivých detašovaných oddělení jsou porovnány v grafech 7 a 8. Graf 7 srovnává náklady na roční provoz pracovišť i s odpisy. Na detašovaném pracovišti s přímou digitalizací byly náklady na provoz 4 822 000 korun. Provoz na oddělení s nepřímou digitalizací stál 1 027 000 korun a na oddělení s analogovým systémem 685 594 korun. Náklady bez odpisů, které jsou zhodnoceny v grafu 8 dokazují, že po splacení odpisů je nejvýhodnější systém s přímou digitalizací (222 000 korun). Je pro nás překvapujícím zjištěním, že systém s nepřímou digitalizací má vysoké náklady (727 000 korun). Náklady jsou tak vysoké, protože sem byla započítána cena výměny CR fólií (mají životnost 10000 použití, pak se musí pořídit nové). Náklady na detašovaném oddělení v Počátkách byly 339 594 korun. Na rozdíl od filmových systémů, které vyžadují spotřební materiál – filmy a zpracovatelskou chemii, jsou digitální systémy této položky zbaveny. Odpadá nutnost pořízení temné komory a jejího vybavení, zpracovatelského automatu, senzimetrické kontroly zpracování, ale i náklady na likvidaci zpracovatelských roztoků, náklady na negatoskopy a skladovací prostory pro hotové snímky. Proto jsou systémy s digitalizací výhodnější.⁽¹²⁾ Vyloučení filmového materiálu z provozu nemocnice a následné odstranění nákladů na filmy, chemikálie, archivační kapacity (místnosti, personál) i na přepravu pacientů a vlastních

snímků je pro nemocnici ekonomicky výhodné. Roční úspory se počítají u větších organizací (od 500 lůžek) na miliony korun. Návratnost investic do PACS lze tedy předpokládat v průběhu dvou až čtyř let.⁽¹⁴⁾ Zde se naše výsledky s publikovanými údaji rozcházejí. Z našeho výzkumu se prokázalo, že náklady na nepřímou digitalizaci jsou poměrně vysoké. Ekonomické výhody jednotlivých systémů se špatně kvantitativně hodnotí, protože jednotlivá oddělení nemají stejné počty ročních vyšetření.

V grafech 10, 11, 12 a 13 jsou porovnány náklady na vyšetření. Cena nákladů je ovlivněna počtem provedených vyšetření na jednotlivých detašovaných oddělení. Počet vyšetření je uveden v grafu 9. Na detašovaném oddělení s přímou digitalizací to bylo 34 042 vyšetření, na oddělení s nepřímou digitalizací 19 060 vyšetření a na oddělení s analogovým systémem 2 312 vyšetření.

V grafech 10 a 11 jsou uvedeny náklady na jedno vyšetření na všech detašovaných oddělení. V grafu 10 jsou náklady s odpisy. V grafu 10 jsou náklady s odpisy. Cena jednoho vyšetření je u přímé digitalizace 141,65 korun, u nepřímé digitalizace 53,88 korun a u analogového systému 296,54 korun.

V grafu 11 jsou náklady na vyšetření bez odpisů. Zde se potvrzuje, že náklady u přímé digitalizace (6,52 korun) a u nepřímé digitalizace (38,14 korun) jsou nižší než u analogového systému (146,88 korun). Cena nákladů je ovlivněna počtem provedených vyšetření na jednotlivých detašovaných oddělení.

V grafech 12 a 13 jsou uvedeny náklady na tisíc ošetření. Zde už je situace jiná. V grafu 12 jsou náklady na tisíc ošetření i se započítanými odpisy. U přímé digitalizace jsou náklady na tisíc ošetření 4 822 korun, u nepřímé digitalizace 1 027 korun a u analogového systému 685,60 korun. V grafu 13 jsou náklady bez odpisů. Náklady na tisíc vyšetření jsou u přímé digitalizace 222 korun, u nepřímé digitalizace 727 korun a u analogových vyšetření 339,60 korun. Zde se opět potvrzuje, že náklady na nepřímou digitalizaci jsou vysoké.

Na závěr jsem porovnála náklady pracovišť za podmínek, kdy by se digitální systémy využívaly na detašovaném oddělení v Počátkách a naopak, kdyby se na detašovaných oddělení Thomayerovy nemocnice využíval analogový systém. Srovnání je popsáno v tabulce 16. Přeneseme-li náklady z Thomayerovy nemocnice na

detašované oddělení Počátky, zjistíme, že při roční výši ošetření 2312, by se náklady na přímou digitalizaci zvýšily patnáctkrát a náklady na nepřímou digitalizaci by se zvýšily osmkrát. Cena ošetření u přímé digitalizace by tedy byla 96,02 korun a u nepřímé digitalizace by vyšetření stálo 314 korun. Z toho vyplývá, že ani jeden ze systémů digitalizace by se na detašovaném oddělení v Počátkách nevyplatil. Z výsledků vyplývá, že se digitalizační systémy kvůli vysokým pořizovacím cenám malým pracovištím s malým počtem vyšetření nevyplatí. Důvodem jsou hlavně vysoké pořizovací ceny. Pro velká zdravotnická zařízení znamenají tyto systémy naopak velký ekonomický přínos.

6 Závěr

Radiologický asistent bez odborného dohledu a indikace provádí a vyhodnocuje zkoušky provozní stálosti zdrojů a přístrojů ionizujícího záření. Zajišťuje, aby lékařské ozáření nebylo v rozporu se zásadami radiační ochrany. Radiologický asistent provádí jako aplikující odborník v obecně odůvodněných případech stanovených standardy bez odborného dohledu na základě požadavku indikujícího lékaře jednotlivé lékařské ozáření, asistuje a instrumentuje při postupech intervenční radiologie a aplikuje kontrastní látky (kromě intravenózních – ty aplikuje pod odborným dohledem) nutné k provedení vyšetření. Za tuto část přebírá radiologický asistent klinickou zodpovědnost. Radiologický asistent musí dodržovat legislativní pro ochranu osobních údajů a zdravotnické dokumentace pacienta. Na dotazy ohledně zdravotního odkazuje pacienta i jeho rodinné příslušníky na ošetřujícího lékaře.

Práce potvrdila to, že v digitalizaci je budoucnost i pro detašovaná pracoviště. Digitalizace urychlí a zároveň usnadní práci radiologického asistenta na detašovaném pracovišti. Zároveň selepší systém péče o pacienty. Zkrátí se doba vyhotovení snímku a doba vyhotovení nálezu. Lékař tak rychleji stanoví správnou diagnózu a může rychleji zahájit léčbu pacienta. Snímek i s nálezem je na síti ihned dostupný lékařům na všech odděleních, lze jej také dále archivovat, upravovat či vyhodnocovat na počítači. Na snímku je uvedena i dávka záření, pacient i lékař tak mají přehled o celkové dávce ozáření pacienta v průběhu života. Opakované snímkování je pouze z důvodů špatného nastavení nebo pohybu pacienta. Tím se snížilo riziko zvýšené radiační zátěže pacienta.

Pro praxi to znamená, že digitalizace služeb zdravotnického zařízení spolu s digitalizací činností na radiologických pracovištích by mohla přinést zlepšení činnosti detašovaného pracoviště a současně s tím by selepšíl systém péče o pacienty.

Jednou velkou nevýhodou digitalizace, a to jak přímé či nepřímé, jsou pořizovací náklady. Velkým zdravotnickým zařízením s velkým počtem vyšetření se tyto náklady vrátí přibližně v rozmezí čtyř až pěti let. Na malém detašovaném oddělení s malým počtem vyšetření se ani jeden ze systémů nevyplatí. Návratnost by byla v rozmezí desetiletí. Myslíme si, že je to škoda, protože právě na malém a vzdáleném pracovišti by měla digitalizace největší smysl.

7 Seznam použité literatury

- 1) ARMSTRONG, P. WATERS, D. B. *Job stress and satisfaction among clinical radiologists*. (Invited commentary) Clin. Radiol. 2000. 155-201
- 2) AURA MEDICAL. *PACS – co to vlastně je?*
(online) Platný <http://www.aura-group.cz/pacs-co-to-je.htm>. Leden 17, 2008
- 3) BERLIN, L. *Communicating findings of radiological examinations: Whither goes the radiologist's duty?* AM.J.Roentgenol. 2002. 178:809-815.
- 4) BLAŽEK, O. et al: *Klinická radiodiagnostika*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1980. 430 s. Učebnice pro lékařské fakulty. ISBN: 616-07
- 5) DALLA, L. STACUL, F. et al: *Relationships between Radiologists and Clinicians: Results of three surveys*. Clin. Radiol. 2000. 55:602-605
- 6) DE LACEY, G. GODWIN, R. et al: *Clinical governance and revalidation*. London: Royal College of Radiologists 2000
- 7) FITZGERALD, F. *Generalist, Subspecialists and Team – working*. Radiology Now. 2003. 20: 10-12
- 8) GOURTSOYIANNIS, N. et al: *Teleradiology*. vyd. European society of radiology Neutorgasse: 9/2/AT – 1010 Vienna, Austria. November 2004
- 9) CHUDÁČEK, Z. *Radiodiagnostika Část 1*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. 293 s. Učební text. ISBN:80-7013-114-4
- 10) CHUDÁČEK, Z. *Radiodiagnostika pro mediky*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 141 s. Učebnice vysokých škol.
- 11) KALEDOVÁ, H. *PACS*
(online) Platný http://www.nemji.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=427000&id=1230&p1=1200. Květen 22. 2007
- 12) MARTINEK, J. *Digitalizace rentgenového obrazu*
(online) Platný <http://www.foma.cz/uplod/foma/prilohy/digitalizace%20retgenov%C3%A9ho%20obrazu%204.PDF>. Leden 18, 2008
- 13) NEKULA J. *Radiologie*. 3. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. 205 s. Učebnice vysokých škol. ISBN: 80-244-1011-7

- 14) SLABÁ, L. et al. *Modernizované pracoviště radiodiagnostiky v nemocnici sv. Zdislavy a.s. Mostiště*. Praktický radiolog. SRLA ČR. Ročník 12 číslo 1 březen 2007. ISSN 1211-5053
- 15) SVOBODA, M. *Základy techniky vyšetřování rentgenem*. 2. vyd. Praha: Avicenum 1976. 608 s. Učebnice pro střední zdravotnické školy, obor radiologických laborantů. ISBN: 08-013-76
- 16) RITTOCH, M. M. Trendy v digitální skiografii
(online) Platný <http://rtg.kvalitne.cz/prace/trendy.pdf>. Duben 12. 2007

8 Klíčová slova

Detašované oddělení

Radiologický asistent

Pacient

Analogový systém

Přímá digitalizace

Nepřímá digitalizace

9 Přílohy

Seznam příloh:

Obrázek č. 1 Skiagraf s přímou digitalizací – Thomayerova nemocnice

Obrázek č. 2 Skiagraf s přímou digitalizací

Obrázek č. 3 Vertigraf s přímou digitalizací

Obrázek č. 4 Vyhodnocovací konzole u systému s přímou digitalizací

Obrázek č. 5 Plochý detektor Canon

Obrázek č. 6 Scanner na paměťové fólie Kodak CR 850 (all-in-one)

Obrázek č. 7 Skiagraf – detašované oddělení Počátky

Obrázek č. 8 Ovládací konzole skiagrafu v Počátkách

Obrázek č. 9 Vyvolávací automat

Obrázek č. 10 Vertigraf na detašovaném oddělení Počátky

Obrázek č. 1 Skiagraf s přímou digitalizací – Thomayerova nemocnice



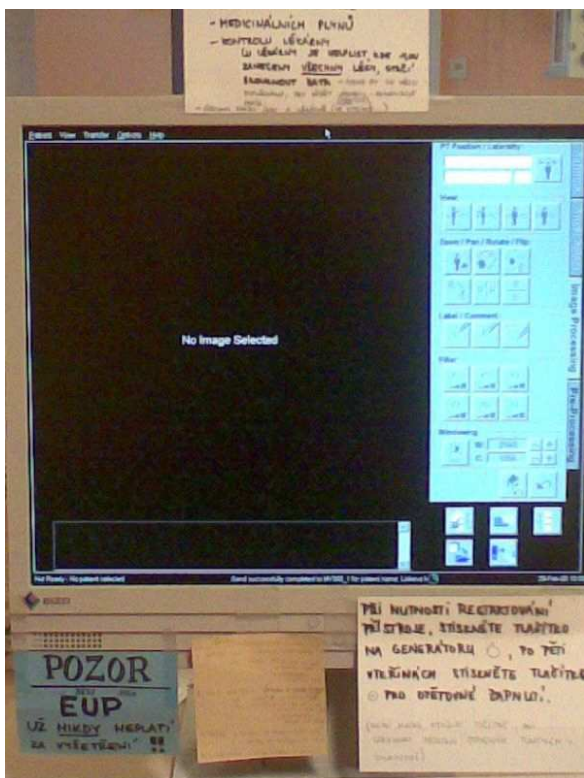
Obrázek č. 2 Skiagraf s přímou digitalizací



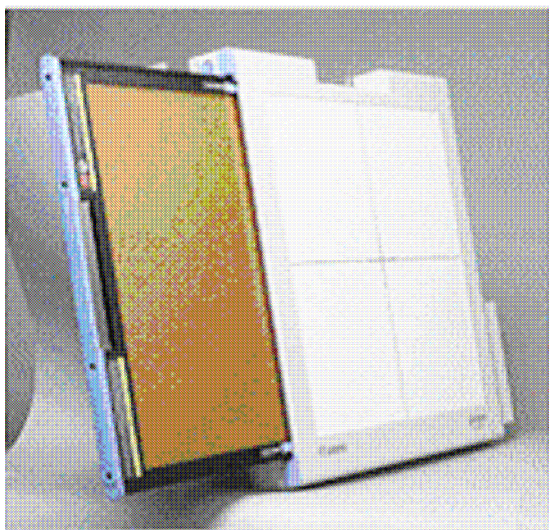
Obrázek č. 3 Vertigraf s přímou digitalizací



Obrázek č. 4 Vyhodnocovací konzole u systému s přímou digitalizací



Obrázek č. 5 Plochy detektor Canon



Obrázek č. 6 Scanner na paměťové fólie Kodak CR 850 (all-in-one)



Obrázek č. 7 Skiograf – detašované oddělení Počátky



Obrázek č. 8 Ovládací konzole skiografu v Počátkách



Obrázek č. 9 Vyvolávací automat



Obrázek č. 10 Vertigraf na detašovaném oddělení Počátky

