

**Vysoká škola zdravotnická, o. p. s.**

**Praha 5**

**Přechod radiodiagnostického pracoviště z filmového na  
digitální provoz**

**Bakalářská práce**

**MARIAN ŮTROMAJER**

Praha 2012

# **PĚCHOD RADIODIAGNOSTICKÉHO PRACOVNÍM Z FILMOVÉHO NA DIGITÁLNÍ PROVOZ**

Bakalářská práce

MARIAN ŠTROMAJER

VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o. p. s, PRAHA 5

Vedoucí práce: prim. MUDr. Darka Kučerová

Stupeň kvalifikace: bakalář

Datum předložení: 30.4.2012

Praha 2012



**VYSOKÁ ŠKOLA ZDRAVOTNICKÁ, o.p.s.**  
*se sídlem v Praze 5, Duškova 7, PSČ 150 00*

**Štromajer Marian**  
**2. A RA**

**Schválení tématu bakalářské práce**

Na základě Vaší žádosti ze dne 14. 4. 2011 Vám oznamuji  
schválení tématu Vaší bakalářské práce ve znění:

Přechod radiodiagnostického pracoviště z filmového na digitální  
provoz

*Transition from the Film Operation Process to the Digital One in the  
Radiodiagnostic Department*

Vedoucí bakalářské práce: prim. MUDr. Darka Kučerová

V Praze dne: 1. 9. 2011

prof. MUDr. Zdeněk Seidl, CSc.  
rektor

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlazuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité zdroje literatury jsem uvedl v seznamu použité literatury.

Souhlasím s prezentováním zpřístupněním své bakalářské práce k studijním účelům.

V Praze dne

*podpis*

## ABSTRAKT

Štromajer, Marian. **P echod radiodiagnostického pracovišt z filmového na digitální provoz.** Vysoká škola zdravotnická, o.p.s, stupe kvalifikace: bakalář . Vedoucí práce: prim. MUDr. Darka Ku erová. Praha. 2012. s. ?

Tématem bakalářské práce je srovnání p echodu radiodiagnostického pracovišt z provozu založeném na principu folie . film na pln digitalizovaný provoz. Teoretická část seznamuje s historií objevu rentgenového záření a jeho následným rozvojem. Ukazuje základní sou části pro záznam obrazu na filmový materiál. Seznamuje druhy film , fólií, vyvolávacím procesem. V části digitalizace se v nuje principu detekce, druhy detektor . Nedílnou sou částí digitalizace jsou systémy nutné pro provoz, které vedou k maximálnímu využití toho,co tento druh záznamu nejen obrazu, ale i dat p inází. Práce provádí systémem PACS, RIS, NIS, DICOM. V praktické části prochází provozem filmovým a digitálním od recepce po výdej nálezu a porovnává zm ny, výhody nebo nevýhody, ke kterým došlo na našem odd lení p echodem k digitalizaci. V záv ru tyto zm ny hodnotí s doporu ením pro ostatní odd lení chystající se k podobné zm n .

Klí ová slova: Archivace. DICOM. Digitalizace. Folie. Film. Informa ní systém, NIS, PACS, RIS.

## **ABSTRACT**

Štromajer, Marian. **Transition of radiodiagnostic centre from film to digital operation.** The Medical College, o.p.s., qualification degree: Bachelor.

Project consultant: Head Physician MUDr. Darka Kučerová, Praha 2012

The topic of the Bachelors Project is the transition of a radiodiagnostic centre based on the foil-film principle to a fully digital operation. The theoretical part gives information concerning the history of X-radiation discovery and its further development. It shows the elements of recording a picture on a film substance. It guides through types of films, foils, development process. In the part called digitalization it deals with the detection principle and types of detectors. Integral part of digitalization are systems essential for the operation or systems that enable the maximum exploitation of this kind of picture and data recording. This task is performed by way of PACS, RIS, NIS, DICOM systems.

The practical part is a survey of the film and digital operations from reception to releasing of the finding and compares the changes, benefits and disadvantages in our department due to digitalization. In the conclusion the changes are evaluated with recommendation for other departments preparing similar transformation.

Key words: Archiving. DICOM. Digitalization. Foil. Film. Information system, NIS, PACS, RIS.

## Předmluva

Obor radiodiagnostiky se snaží pomocí různých zobrazovacích metod vyžít klienta co nejúčinněji, s co nejmenší radiací a samozřejmě v co nejkratším možném termínu. Přechod z analogového na digitální provoz je jedním z těchto způsobů, o kterém bylo napsáno mnoho publikací.

Změna názoru pracovníků z filmové na digitální provoz byla inspirací pro zpracování této bakalářské práce. Práce se pokouší hodnotit tento přechod z pohledu radiologického asistenta, pacienta a lékaře. Je třeba zdůraznit výhody nebo nevýhody tohoto přechodu a tím pomoci jiným radiologickým pracovníkům s rozhodnutím ke změně provozu. Pomocí v rozhodování jaký typ digitalizace doporučit a jaké změny lze očekávat v provozu oddělení. Připravit na to, jaké nároky budou kladeny na personál zde pracující.

Podklady byly získány z knižních, internetových, časopiseckých pramenů. Byly též použity statistiky a dokumenty názoru oddělení.

Práce je určena hlavně pro studenty radiologie, ale také pro radiologické asistenty pracující již na odděleních radiodiagnostiky a pracovníky připravující změnu filmového provozu na digitální.

Tímto bych rád vyjádřil poděkování primářce MUDr. Darce Kučerové, vedoucí bakalářské práce, za její podporu a odbornou spolupráci, která velmi přispěla k vypracování této bakalářské práce.

# OBSAH

ÚVOD	12
CÍL PRÁCE	13
1. HISTORIE	14
2. VLASTNOSTI A VZNIK RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ	17
2.1. Vlastnosti	17
2.2. Vznik	18
3. OBRAZ FOLIE . FILM	20
3.1. Kazety	21
3.2. Zesilovací Folie	22
3.3. Film	23
3.4. Vyvolávací Proces	24
3.5. Světlová Komora	25
4. DIGITALIZACE	26
4.1. Nepřímá digitalizace obrazu CR	27
4.2. Přímá digitalizace obrazu DR	28
5. SYSTÉMY SPOJENÉ S DIGITALIZACÍ	30
5.1. DICOM	30
5.2. PACS	31
5.3. NIS	32
5.4. RIS	32
6. POROVNÁNÍ PROVOZU FOLIE/FILM A DIGITALIZACE	33
6.1. RDG 1	33
6.2. RDG 2	34
6.3. RECEPCE . PŘÍJEM KLIENTA K VYŽEŤOVÁNÍ	35
6.3.1. Recepce RDG 1	35
6.3.2. Recepce RDG 2	36
6.4. SKIAGRAFIE . VYŽEŤOVÁNÍ PACIENTA	38
6.4.1. Skiografie RDG 1	39
6.4.2. Skiografie RDG 2	40



6.5. SKIASKOPIE	41
6.5.1. Skiaskopie RDG 1	42
6.5.2. Skiaskopie RDG 2	42
6.6. TEMNÁ A SV TLÁ KOMORA	43
6.6.1. Temná a sv tlá komora RDG 1.....	43
6.6.2. Vznik obrazu RDG 2.	44
6.7. POPISOVNA	45
6.7.1. Popisovna RDG 1	45
6.7.2. Popisovna RDG 2	45
6.8. ARCHIVACE	46
6.8.1. Archivace RDG 1	46
6.8.2. Archivace RDG 2	47
6.9. SONOGRAFIE	47
6.10. PERSONÁL	48
6.11. FINAN NÍ POROVNÁNÍ	49
6.11.1. FINAN NÍ ROZPIS RDG 1	49
6.11.2. FINAN NÍ ROZPIS RDG 2	50
7. DISKUSE	51
ZÁV	54
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	55
P ÍLOHY	



RTG... rentgen

TFT...tenkovrstvý tranzistor

VPS...privátní sí

xVISION...pracovní stanice

ZIZ...zdroje ionizujícího záření

## ÚVOD

Bez počítačové techniky se dnes již neobejde žádný obor lidské činnosti. Zasahuje také do oboru radiodiagnostiky a jejích příbuzných oborů jako nukleární medicína, radioterapie.

K digitalizaci obrazu, dochází již téměř na všech vztřích pracovištích radiodiagnostiky. V případě velkých nemocnic digitalizace svůj úkol plní. Názem nemocnice prochází změnou v roce 2010. Toto zdravotnické zařízení však nedosahuje velikosti, potu vyšetření a zaměstnanců jako fakultní nebo okresní nemocnice. Teprve provoz a s ním spojené praktické zkušenosti, ukazují, zda jsou naplněna očekávání a jaké nároky klade digitalizace pracoviště na lékaře, radiologické asistenty a ostatní personál. Jde o modernizaci pracoviště a to velmi zásadní. Ovlivňuje práci asistentů, kteří se setkávají s novou technikou, postupy a organizací práce. Podobně zasahuje do práce radiologických lékařů. Má vliv na kvalitu vyšetření klienta, rychlost vyšetření a to logicky vede ke zvýšení produktivity (propustnosti) oddělení. Zkracuje se objednací doby k vyšetření. Zásadní je změna nákladů na provoz oddělení. Uvádíme, také některé technické údaje o přístrojích, které byli používány dříve a které nyní. Ukazujeme, na jakém principu pracují a jaké jsou základní postupy při jejich provozu. Uvádíme, které další programy jsou nutné, nebo doporučené v návaznosti na digitalizaci a že se nejedná jen o digitalizaci obrazu, ale celou změnu systému od archivace snímků po komunikaci s lékaři z jiných zařízení a privátních ordinací. Zavedení digitalizace v radiodiagnostice je přirozeným vývojem vzhledem k velmi rychlému rozvoji počítačové technologie do všech oborů zdravotnictví. Probíhající změny, zachycujeme v této bakalářské práci a porovnáváme údaje, zkušenosti, nashromážděné za první provoz na tomto novém oddělení. Nemáme přístup ke všem údajům dostupným majiteli provozu, ale údaje uvedené v bakalářské práci, jsou dostatečně hodnotné pro to, abychom došli k výsledkům zhodnoceným v závěru. Všechna data a údaje zpracovávána touto prací jsou se souhlasem majitele. Ne všechny změny nutné vedou jen ke zlepšení. Jestli je to tak i v případě modernizace názem pracovišti jsme zjižovali v této práci.

## CÍL PRÁCE

Cílem práce je srovnání filmového (analogového) provozu s digitálním, tak jak to ukazuje naše pracoviště, dva roky po přechodu na digitální záznam obrazu. Údaje uvedené v této práci vycházejí ze statistiky provozu filmového, od 1.5.2009 do 30.4.2010. Ty porovnááme s údaji, z nového, digitálního pracoviště v období 1.5.2010 až do 30.4.2011. V teoretické části se věnujeme historii radiodiagnostiky a seznámíme se technikou obou provozů. Seznámíme se s praktickými zkušenostmi, výhodami, nevýhodami a porovnáme je. Závěry, ke kterým dojdeme, by mohly pomoci jiným našim pracovištům v rozhodování, zda jít cestou digitalizace nebo zůstat u filmového provozu. Pokusíme se také zjistit nutnost přímé digitalizace, nebo další možností je tzv. nepřímá digitalizace. Nebudeme srovnávat všechny dostupné položky, ale budeme se věnovat pouze některým. Ty ovšem považujeme za jedny z hlavních. Zvažujeme přínos pro pacienty oddělení a lékaře spolupracující s našim oddělením.

# 1. HISTORIE

Píše se 8. listopad, roku 1895 a Wilhelm Conrad Röntgen objevuje paprsky X . ray, později nesoucí jeho jméno - rentgenové paprsky nebo záření. (obr. 1) Röntgen, pracující jako profesor a ředitel fyzikálního ústavu při univerzitě ve Würzburgu v roce 1901 získává jako první fyzik Nobelovu cenu za fyziku. Paprsky se objevují náhodně při pokusu s katodovou trubicí. Během neúspěšného pokusu s touto trubicí, zanechává volně ležet v blízkosti film uložený na stole. Vyvolání odhaluje světlejší stín na filmu připomínající podobu prstenu tohoto německého fyzika. Tento jev jej přivádí k myšlence neviditelného, neznámého záření. Profesor pokus opakuje s trubicí zcela zakrytou černým papírem. Tato neviditelná záření potvrzuje. Snímek ruky jeho manželky Berthy se v prosinci 1895 stává prvním, oficiálním rentgenovým snímkem. Domnívá se, že záření způsobuje plyn přítomný v katodových trubicích. Další pokusy však ukazují, že plyn je pouze dodavatelem elektronů. Naopak vakuum se projevuje jako výhodnější a společně s ohřevem katody dává později vzniknout vakuové rentgeny. Vakuová rentgenka tak roku 1913 díky svému vynálezci W.D.Coolidgeovi, nahrazuje Crookesovy katodové trubice. Röntgen nedává svůj objev nikdy patentovat a to společně s první publikací o rentgenovém záření dává impuls ostatním vědcům ke zkoumání tohoto jevu. S tím přicházejí objevy a vynálezy jako například: (1)

- Broda: Rentgenová dermatitida (1896)
- L.Freund: Zkoumání biologických účinků rentgenového záření (1896)
- Walter: Vodou chlazené rentgenky (1896)
- R.Jedlička: První rentgendiagnostické vyšetření u nás (1897)
- M.Curie a P.Curie: Objev radioaktivity - polonia a radia (1898)
- Braggové - otec a syn: Změření vlnové délky rtg záření (1902)
- G.C.Perthes: Použití X-paprsků na nádory (1903)
- Krause: Použití barium sulfátu v rtg diagnostice (1905)
- Groedel a Horn: Zesilovací folie (1908)

- Coolidge: Vakuová rentgenka s wolframovým ohřívacím vláknem (1913)
- Pohl: Rentgenka s rotační anodou (1914)
- C.H.F.Müller: Vzduchové chlazení rentgenky (1921)
- A.G.Egas, Moniz a Lima: Cerebrální arteriografie kontrastním roztokem brómu a jódu (1927)
- Vallebona: Tomografie (1930)
- Curie-Joliotovi: Nobelova cena za objev umělé radioaktivity (1935)
- Coltmann: Zesilovač rentgenového obrazu (1948)
- F.Bloch a E.M.Purcell: Nobelova cena za fyziku za objev tomografie magnetickou rezonancí (1952)
- H.O.Anger: První scintilační kamera (1958)
- G.N.Hounsfield: Konstrukce prvního počítačového tomografu u firmy EMI (1972)
- Paul C.Lauterbur: Vedečství k zavedení MR (1975) (2)

Fyzikální a chemické vlastnosti záření zkoumají také vdecké kapacity jako Antoine Thomas Becquerel. Objevitel přirozené radioaktivity společně s Marií a Pierem Curie. Jednotka aktivity, nosící jeho jméno, je Becquerel (Bq). Thomas Alva Edison, zkoumající chemické sloučeniny reagující na záření rentgenovými paprsky fluorescencí v roce 1896 vytváří první fluoroskop. Zároveň je jedním z prvních vědců, varujících před biologickými účinky rentgenového záření.

Obrovský rozvoj radiologie nastává ve válečném a poválečném období zhruba po roce 1939, kdy dochází k rozvoji přemyslu. S rozvojem počítačové techniky přichází období digitalizace rentgenového obrazu.

Roku 1977 Kruger popisuje experimentální, digitální substrakční angiografii. Zavedením do praxe v roce 1980, se stává prvním digitalizovaným systémem v radiodiagnostice. Za pomoci kazety s paměťovou folií na bázi fosforu, téhož roku, vznikají nepřímo digitalizací první digitální rentgenové snímky. Přímá digitalizace přichází roku 1990. Funguje na principu CCD (Charge-Coupled Device) . obrazového snímání převádí světlo na elektrický náboj. K přímé digitalizaci rtg obrazu za pomoci selenového válce

dochází v roce 1994. O rok později přicházejí první ploché tzv. flat-panel detektory na principu amorfního kadmíku nebo amorfního selenu. V roce 1997 vznikají scintilátory na bázi  $Gd_2O_2S$  a za pomoci této látky v roce 2001 jsou zaváděny první ploché detektory. (3)



## 2. VLASTNOSTI A VZNIK RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ

Výzkumy a pokusy od objevu rtg záření v roce 1895 až po současnost, vedou k rozvoji radiodiagnostické techniky. Expoziční dávky v poštách trvajících řádově minuty se v současné době pohybuje v řádech milisekund. Postupně, během vývoje, se stanovují chemické, biologické a fyzikální vlastnosti rentgenového záření. Odhalení vlastností rtg záření přichází jako důsledek zájmu v době o záření, skrývajícím v sobě potenciál k širokému využití ve zdravotnictví, v důsledku, přemyslu

### 2.1. VLASTNOSTI

Jedná se o velmi krátké elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou od  $10^{-8}$  až  $10^{-12}$  m. Radiodiagnostika nejčastěji využívá záření vlnové délky  $10^{-9}$  metru. Vlnění se rovnoměrně šíří přímočaově a klesá se čtvercem vzdálenosti a je neviditelné. Při průchodu hmotou dochází k jeho částečné nebo úplné absorpci, kde množství absorbovaného záření je závislé na jeho vlnové délce a materiálu, kterým prochází. Kratší vlnová délka má v této schopnost pronikat hmotou. Průchodnost materiálem ovlivňuje tloušťka materiálu, hustota a jeho atomové číslo. Hmotnost v této hustotou a vyšším atomovým číslem prokazuje vyšší schopnost absorpce záření. K zeslabení záření dochází působením fotoefektu, Comptonova rozptylu, tvorbou pozitron-elektronových párů. Efekty záření při průchodu hmotou:

- *Fotoefekt* . dopadající foton předává veškerou svou energii elektronu. Foton zaniká a při excitaci elektronu dochází k ionizaci
- *Compton v rozptyl* . foton předává část své energie elektronu, který vybudí a sám pokračuje v jiném směru a s nižší energií. Při klasickém rozptylu dochází pouze ke změně směru fotonu bez ztráty jeho energie. Klasický rozptyl nastává při záření do 100 kV. Nad 100 kV nastává Compton v rozptyl.
- *Tvorba elektron pozitronových párů* . nastává při vysokých energiích 5000 kV. Vzniká pár pozitron-elektron. V radiodiagnostice se nevyužívá.

- *Luminiscen ní efekt* . zá ení vyvolává p i dopadu na luminiscen ní vrstvu sv telný efekt. K tvorb sv tla dochází fluorescencí nebo fosforescencí. Fluorescence se projevuje sv telným zá ením v okam0iku dopadu rentgenového zá ení a je velmi krátká. Fluorescence má sv telný efekt delší, trvající jezť n jakou dobu po dobu rentgenových paprsk .
- *Fotochemický efekt* . projevuje se nap íklad p i filmovém záznamu obrazu. Ozá ením halogenidu st íbra vznikají atomy bromu a st íbra.
- *Ionizace* . viz. fotoefekt
- *Biologický efekt* . zá ení naruzuje reproduk ní cyklus bu ky. V p ípad radiodiagnostiky je tento efekt negativní a sna0í se o co nejmenzí jeho dopad. V p ípad radioterapie je tohoto efektu vyu0íváno p i lé b nádor .

## 2.2. VZNIK

Zá ení je p vodu p írodního nebo um lého. Zdrojem p írodního zá ení je nap íklad uran. Jako zdroj um lého zá ení je v radiodiagnostice vyu0ívána rentgenka. Jedná se o speciální druh elektronky. Existuje mnoho typ . Od rentgenek s pevnou anodou vyu0ívaných nap . p i rentgenu zub , jejich0 výkon je malý a0 po rentgenky s rota ní, multiohnikovou anodou, schopné vyzžích výkon . Faktorem ur ujícím kvalitu zá ení je práv rentgenka. Základní sou ástí rentgenky jsou vakuová trubice, anoda, katoda. Za pomoci 0havení, katoda emituje elektrony, které jsou p ed dopadem na anodu urychlovány nap tím mezi katodou a anodou. Dopadající energie elektron se z 99% m ní v tepelnou energii. Proto jsou jako materiál pro výrobu anody vyu0ívány materiály o vysokém bodu tání. Nej ast ji je anoda vyrobena z wolframu. K chlazení anody lze vyu0ít její rotace, pop ípad chladicí kapaliny (nap . olej). P i nedostate ném chlazení anody dochází k jejímu popraskání, které m 0e skon it a0 jejím roztr0ením.

Zbývající jedno procento energie dopadajících elektron vytvá í rentgenové zá ení. Zá ení vychází ve form brzdného nebo charakteristického zá ení.

*Brzdné záření* vzniká za pomoci elektronů s nejvyšší kinetickou energií. Ty se přibližují k jádru atomu materiálu, jenž tvoří anodu. Zde jsou prudce zbrzděny a jejich kinetická energie se mění v elektromagnetické záření - rentgenové brzdné záření. Čím je kinetická energie dopadajícího elektronu větší, tím má vzniklé záření kratší vlnovou délku. Záření vzniká o různých vlnových délkách dle energie dopadajícího elektronu a jeho zbrzdění. Takovéto záření označujeme jako záření spojitě.

*Charakteristické záření.* Elektron o vysoké energii vyřadí jiný elektron z jedné energetické vrstvy atomu a do vzniklé díry sestupuje elektron z vyšší energetické vrstvy. Elektron sestupující do nižší vrstvy vyžije přebytečnou energii, charakteristickou pro konkrétní prvek daného materiálu. Každý prvek má své charakteristické záření.

Z ohniska rentgenky vycházejí oba druhy záření, tedy brzdné i charakteristické vlny souasně. Paprsek záření je usměrněn za pomoci primární a sekundární clony rentgenky.(4)

### 3. OBRAZ FOLIE - FILM

Jestliže porovnááme systém záznamu rentgenového obrazu folie . film se systémem digitálního obrazu, je nutné seznámení s principy obou provoz .

Na vzniku rentgenového obrazu se podílí několik dle0itých prvk . Tmi jsou rentgenka, zobrazovaný objekt, kazeta spolu se zesilovací folií a filmem a nakonec vyvolávací proces. Každý z těchto faktorů ovlivňuje výsledný rentgenový obraz. Rentgenka určuje kvalitu rentgenového záření a také jeho kvantitu. Rozhoduje o kontrastu rentgenového snímku a zernání filmu. Rozdíl zernání dvou sousedních bodů obrazu tvoří detailní kontrast měřený senzimetricky za pomoci přístroj nebo subjektivně za pomoci lidského oka. Oděrnáním nejsvětlejšího a nejtmavšího místa obrazu dostáváme tzv. celkový kontrast obrazu. Zvýšení tvrdosti záření (zkrácení vlnové délky záření) snižuje kontrast měkkých tkání a zvyšuje vznik sekundárního záření. Sekundární záření vzniká průchodem primárního paprsku záření tkání a nepříznivě ovlivňuje vznikající obraz. K odstranění tohoto záření slouží sekundární clony jako Buckyho clona nebo Lysholmova clona. Buckyho clona umístěná ve vyšetřovací stoličce využívá pohybujících se jemných lamel k zachytávání záření mimo směr centrálního rentgenového paprsku. Lysholmova clona slouží ke stejnému účelu má pevné lamely a je používána pro poizování snímků například pomocí pojízdných rentgenů. Má přesně určenou pracovní, ohniskovou vzdálenost. Nevýhodou, je zvyšování množství rentgenového záření nebo sekundární clony, pohlcují také užitečné (primární) záření.

Velikost ohniska rentgenky, jeho vzdálenost od vyšetřovaného objektu, tloušťka a vzdálenost objektu od kazety (záznamového zařízení), vytvářejí geometrickou neostrost obrazu patří do skupiny neostrostí jako pohybová a materiálová. Tyto neostrosti snižují kvalitu rentgenového snímku a tím jeho diagnostickou hodnotu. Ke snížení geometrické neostrosti vede co nejmenší anodové ohnisko a také jeho co nejvzdálenost od vyšetřovaného objektu. Zvýšení vzdálenosti o vzem vede ke zvýšení množství a tvrdosti záření a tím zatížení rentgenky. Menší geometrickou neostrost vytváří také co nejmenší vzdálenosti objektu a filmu spolu se snižováním tloušťky vyšetřované tkáně, například za pomoci komprese nebo autokomprese. Pohyb alespoň jedné ze

složek rentgenka, pacient, film vede k pohybové neostrosti. Nejčastěji se jedná o pohyb pacienta. Materiálová neostrost je dána tloušťkou zesilujících folií a filmem.

Při záznamu obrazu na filmový materiál dochází k vytvoření dvojrozměrného obrazu, jehož povodním vzorem je ovšem trojrozměrný objekt. Filmovému obrazu chybí totiž rozměr, kterým je hloubka. Je tvořen pouze zřizkou a výškou obrazu. Obraz označujeme jako sumaci. Dochází k sumaci jednotlivých částí, tvořících objekt jako jsou kosti a měkké tkáně.

Výsledné nastavení od rentgenky po vyvolávací proces se podílí na konečné podobě obrazu. Celkové nastavení je nejlepším možným, vzájemným kompromisem složek, tvořících konečný výsledek vyzetání.

### **3.1. KAZETY**

Kazety slouží ke světlostnému ukládání rentgenového filmu a zesilovacích folií. Jako materiál pro výrobu se používá pevná rámová konstrukce například ocelová, zajišťující pevnost. Stěny jsou tvořeny lehkými kovy, nejčastěji hliníkem. V dnešní době již využíváme spíše kompozitových a plastových materiálů. Užíváme standardní rozměry 13 x 18, 15 x 30, 18 x 24, 18 x 43, 24 x 30, 30 x 40, 35 x 35, 35 x 43 centimetrů. Existují kazety speciálních rozměrů jako například 30 x 90 cm sloužící k méně častým a speciálním vyzetáním.

Na vnitřní stěny kazet pokládáme zesilovací folie. Jejich rovnoměrné uchycení (nalepení), spolu se stěny kazety vytváří rovnoměrný tlak na film. Tím nedochází k rozložnému zesilovacímu účinku na film, který vzniká nestejnou vzájemnou vzdáleností folie a filmu. Základním úkolem kazet je světlostnost. Zabraňuje nechtěnému exponování filmu.

Je nutné udržování jejich čistoty pro zabránění vzniku rozličných artefaktů na zhotoveném snímku. Povrch čistíme běžnými prostředky. Ten odolává chemickým a biologickým látkám. K nabíjení a vybíjení kazet filmy dochází ručně v temné komoře nebo za pomoci přístroje.

### 3.2. ZESILOVACÍ FOLIE

Rentgenové záření se podílí na exponování filmového materiálu pouze jedním procentem. Zbývajících 99 procent expozice zajistí zesilovací folie uložené v kazetách. Zajistí dostatečné vytvoření latentního obrazu osvětlením filmu. Rentgenové paprsky vyvolávají na zesilujících foliích luminiscenční efekt (fluorescenci). Folie emitují světlo, které následně osvětluje film a vytváří obraz. Ten je pomocí vyvolávacího procesu zviditelněn a zafixován.

Luminiscenční folie se skládá z několika vrstev. Základ je tvořen podložkou z kartonu nebo plastické folie. Na ní je nanášena tzv. reflexní vrstva. Následuje vrstva pojivová. Celá folie je nakonec pokrývána vrstvou ochranou. Film je ukládán mezi dvě zesilující folie. Na zadní straně kazety se nachází folie s vyzářením zesilovacím únikem ne v přední části.

Folie jsou děleny na jemně kreslicí, vysoce zesilující, nebo univerzální. Jemně kreslicí využívají malé zrno luminofóra, vedoucí k jemné a ostré kresbě obrazu. Ostrost obrazu je zde upravena před zesilovacím únikem této folie. Naopak, vysoce zesilující folie upraveny vyzářením zesílení světelného obrazu před jeho ostřejší kresbou a tím, jemnějším rozlišením detailu. Dále využíváme folie univerzálních. Zde dochází ke kompromisu mezi ostrotí kresby a jejím zesilovacím faktorem.

Dnes využívané zesilovací folie pracují na tzv. modrém nebo zeleném programu. Modrý program využívá sloučenin jako wolfram vápenatý ( $\text{CaWO}_4$ ), nebo LaOBr (oxid . bromid lanthanitý). U wolframu vápenatého využíváme folie s citlivostí 100 a 200. Pokud používáme zesílení na bázi LaOBr, nabízí se folie o citlivosti 200, 400 a 800. Tato poslední jmenovaná sloučenina (LaOBr), poskytující vyzářením schopnost, vykazuje také vyzářením ostrost, ne wolfram vápenatý.

Využíváním  $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}$  aktivovaného terbiem se představuje zelený program. Jako přednost označíme jeho konverzní účinnost a tím snížení dávky.

### 3.3. FILM

Film slouží k zaznamenání a uchování trvalého obrazu. Je tvořen základní folií z celulózy nebo polyesteru. Poté se nanáší pojivová vrstva a vrstva emulzní. Pojivová vrstva slouží k spojování základní a emulzní vrstvy. Emulze tvořená želatinou, obsahující halogenidy stříbra, je citlivá na světlo a určena k zaznamenání latentního obrazu vzniklého světlem zesilující folie a také rentgenovými paprsky. Jako poslední je používána tvrzená vrstva chránící emulzi a tím celý film. Nazýváme ji vrstvou ochrannou.

Filmy existují jednostranné a oboustranné. Jak název napovídá, jednostranné využívají nanášené emulze pouze z jedné strany na rozdíl od oboustranného filmu, používajícího emulze z obou stran. Oboustranná konstrukce poskytně větší citlivost vůči záření vyvolávajícímu obraz. Tento typ je nejčastěji využívaným filmem. Používání filmů jednostranných je specifické a mnohem méně časté.

Existují tzv. filmy bezfoliové, využívající se především v zubní radiodiagnostice pro zachycení jednotlivých zubů. Jejich emulzní vrstva je silnější, zajišťující větší citlivost vůči rentgenovému záření. Toto zesílení emulze je nutné, nebo jediným faktorem vyvolávající latentní obraz u bezfoliového filmu jsou rentgenové paprsky. Takovéto filmy nabízejí vysoké rozlišení detailu. Baleny jsou samostatně ve světelných obalech.

Pro jednotlivé zesilující folie (emitující modré i zelené světlo) vybíráme vždy přesně vhodný typ filmu reagující na správnou barvu světla.

Používané základní formáty filmů jsou stejných rozměrů, jako u kazet, tzn. 13 x 18, 15 x 30, 18 x 24, 18 x 43, 24 x 30, 30 x 40, 35 x 35, 35 x 43 centimetrů. Existují speciální filmy jako jsou například svitkové, používané do spot kamer. Na která vyšetření vyžadují speciální kazety, zesilovací folie a filmy. K snímkování detské páteře s podezřením skoliózy jsou tak využívány filmy rozměrů 30 x 90 nebo 30 x 120 cm spolu s foliemi nabízejícími různé zesilovací úrovně v různých částech kazety.

Filmy slouží k dlouhodobé archivaci obrazu. Při správném vyvolávacím procesu a archivacích podmínkách je filmový obraz stálý a v zásadě neměnný.

### 3.4. VYVOLÁVACÍ PROCES

Vyvolávací proces slouží k vyvolání latentního obrazu a jeho fixování v podobě viditelného filmového obrazu. Tento obraz získáváme za pomoci ručního nebo automatického vyvolání. Ruční vyvolávání probíhá v temné komoře. Zde za pomoci čtyř tanků získáváme konečný obraz. První tank obsahující vývojku je následován vodní lázní, po které přichází kontejner s ustalovačem a opět oplachování ve vodní lázni. Nakonec již mimo temnou komoru snímky prochází sušením v sušícím boxu. Po celou dobu je film upnut v kovovém rámečku. Teplota vývojky je 20° C. Vývojka v místech kde došlo k osvětlení (exponování) filmu světelným nebo rentgenovým zářením redukuje bromid stříbrný a tím zviditeluje latentní obraz. Záření vytvoří redukované amorfni stříbro. Vodní koupel zbaví film zbytek vývojky. Následující uložení filmu v ustalovači fixuje viditelný obraz. Po zbavení zbytek chemie v tanku s vodou, přichází sušení. Sušením je vyvolávací proces skončen. Celá procedura je velmi časově náročná. Samotné vyvolávání snímků v temné komoře, stejně jako sušení, je procesem trvajícím několik desítek minut. Laborant pobývá v komoře ještě delší čas, nebo je nutná adaptace zraku pro správné zhodnocení vyvolání, ustálení a pohyb v komoře. Laborant nevychází s jednotlivými snímky nikdy vodu s větším množstvím, které ukládá k sušení. Samotná přeprava chemických roztoků se projevuje zdlouhavostí, prázdností. Jednotlivé chemické koncentráty jsou v prázkové podobě s nutností jejich rozmíchání s vodou. Je nutné udržování stálé teploty v tankách s vývojkou a ustalovačem. Ruční vyvolávání je prostorově a časově velmi náročné. Dnes, již není běžně používáno a má v porovnání s automatickým cyklem mnoho nevýhod. Celý zdlouhavý cyklus vytváří vztří pravděpodobnost vzniku chyby a tím i opakování expozice. S příchodem vyvolávacích automatů došlo k zrychlení a z kvalitní vyvolání filmu.

Filmy procházející vyvolávacím automatem čeká stejný proces jako při ručním vyvolání.

Postupně přichází vývojka, vodní lázeň, ustalovač a sušení. Teplota vývojky při automatickém průběhu je 34°C s pH 10 - 11. Úkolem ustalovače je fixace latentního obrazu a zajištění nemenné kvality obrazu. Dochází zde k tzv. vyčištění bromidu stříbrného, který nebyl osvětlen. Po něm zůstává pouze šrá



folie. P sobící látkou je zde si i itan sodný nebo sirnan sodný. Ustalova má hodnotu pH pohybující se v rozmezí 4 . 6,5. Po ustálení snímku následuje praní ve vodní lázni a suzení. Automatický proces celý postup v etn suzení zkracuje na dobu n kolika minut. V tzinou se asy pohybují od 90 s do 4 minut a to v etn suzení. Zraková adaptace jako p i ru ním vyvolávání není nutná, prostorová a asová náro nost menší. Obsluha automatu a tvorba chemických roztok jednoduzzí. P i automatickém vyvolávání vyu0íváme tzv. regenerace a tím je spot eba chemických roztok ni0zí. Vy erpané chemické látky je nutné ekologicky zlikvidovat za pomoci specializovaných firem.

### **3.5. SV TLÁ KOMORA**

Sv tlá komora navazující na temnou komoru, slou0í k popisu film a jejich spárování s 0ádankou k vyzet ení pacienta, p ípadn jeho starší dokumentací. Snímek je ozna ován identifika ními údaji ji0 temné komo e za pou0ití signofotu a nebo po vyvolávacím procesu ve sv tlé komo e za pomoci permanentních popisova (bílé tu0ky atd.). P i zhotovování snímku pacienta, ke kazet p íkládáme identifika ní nebo po adové íslo ur ující komu doty ný snímek pat í. Po vyvolání obsluha sv tlé komory dopl uje na snímek jméno pacienta, rok narození, identifika ní íslo, shodné s íslem obálky pacienta, datum, pop ípad bli0zí údaje o vzniku snímku, jako vle0e, vstoje a podobn .

Ukládá nebo vyjímá kazety z vhoz slou0ících k ulo0ení exponovaných nebo p ebitých kazet. Má mo0nost sledování hladin provozních kapalin ve vyvolávacím automatu a p i nutnosti je také doplnit i obnovit. Podle kvality vystupujících snímek reguluje na ovlada i vyvolávacího automatu as vyvolávacího procesu.(5)

## 4. DIGITALIZACE

Jak již bylo řečeno, k prvním pokusům zavedení digitalizace dochází v 80. letech minulého století. Tak jak dochází k rozvoji výpočetní techniky a jejímu zavádění do praxe, začíná se prosazovat také ve zdravotnictví. Zvyšující se nároky na množství a kvalitu zpracovaných dat neustále nutí k rozvoji digitalizace. Objevují se stále nové systémy a diagnostická vyzetání. Nyní se seznámíme se základními principy převodu analogového obrazu na digitální.

Princip digitalizace obrazu spoívá v převodu analogového latentního obrazu do digitální podoby za pomoci různých převadčů obrazu. Pojem digitalizace však neskrývá jen převod samotného obrazu, nýbrž také další podporné a přidružené systémy, které vytvářejí celkovou digitalizaci oddělení a to včetně dat a přístup k nim.

Tyto systémy propojují různé modality a dovolují jejich centrální zpracování. Centrální zpracování a uchovávání dat a obraz je pak zpřístupňováno osobám (lékařům, lékařským zařízením), s dostupným certifikátem umožňujícím volný přístup. Jedná se o systémy jako DICOM, PACS, RIS, NIS, ePACS. Využívá se nejen samotné diagnostické oddělení, ale jak si později ukážeme, v určité míře celé zdravotnické zařízení.

Samotné detektory pro převod analogového obrazu, pouze obraz převádí, na rozdíl od filmu, který vytvořený obraz také uchovává a funguje jako záznamové (archivační) medium. Film však na rozdíl od digitální podoby neposkytuje možnosti dalších úprav a zpracování.

#### 4.1. NEMÍMÁ DIGITALIZACE OBRAZU CR

Nemímá digitalizace CR (Computed Radiography), vyuívá k vytvo ení, digitálního obrazu, kazet s pam ovou folií a tecího zá ízení. Uvnit kazet se nachází speciální pam ová folie reagující na paprsky rentgenového zá ení. Ty vytvá ejí ve folii do asné chemické zm ny ve fotostimula ní vrstv krystal . Krystaly jsou neuspo ádaným systémem ulo0eny v prysky i né sm si. Jsou tvo eny r znými druhy halogenid jódu, chlóru nebo bromid (BaFBr). B hem expozice je v nich pohlcována energie zá ení. Vybuzené elektrony jsou ulo0eny ve vyzých energetických vrstvách. Takto vytvo ený záznam je skladovatelný i po dobu n kolika hodin. as skladování závisí na okolních podmínkách a také na pou0itém halogenidu. Doporu uje se proces vyvolání obrazu neoddalovat. S p íbývajícím ásem klesá energetická hladina fixovaného obrazu. Kazeta je vybavena árovým kódem. Tento kód je snímán te kou árového kódu a p ízen ke konkrétnímu klientovi. To zaru uje správné spojení, vytvo eného digitálního obrazu s daty 0ádosti o vyzet ení a klienta.

K sejmutí obrazu slou0í tecí zá ízení, která za pomoci p evodníku A/D p evádí zaznamenaný latentní obraz na digitální hodnoty. te ka vyuívá laserový paprsek (v tzinou ervené barvy) k excitaci nashromá0d né energie ve form sv tla. Následn je sv tlo detekováno fotonásobi í (fotodiodami) a p evedeno na elektrický signál.

Kazety s foliemi pro nemímou digitalizaci lze pouívat a0 na 10 000 expozic. Kazety se ma0ou pomocí intenzivního sv tla. Po smazání jsou op t p ípraveny k dalzímu snímkování pacienta.

Na tení kazety 30x40 trvá 30-40 vte in. Teoreticky tak lze za jednu hodinu zpracovat 90. 120 kazet.

tecí zá ízení je propojováno s monitorem, kde je zobrazován vytvo ený obraz. Zde je mo0ná úprava jasu, kontrastu, vytvo ení popis ní snímku, vý ezy a jejich otá ení podle podélné i vodorovné osy. Poté jsou snímky odesílány do archiva ního a komunika ního systému PACS.(6)

## 4.2. P ÍMÁ DIGITALIZACE OBRAZU DR

P ímá digitalizace k p evád ní obrazu do digitální podoby nepot ebuje kazety s pam ovou folií ani externí tecí za ízení. Odpadá zde zcela fáze skenování. P evod obrazu provádí p ímo a to za vyu0ívání p ímé nebo nep ímé konverze obrazu.

*P ímá konverze*, vyu0ívá fotoelektrických vlastností amorfního selenu (a-Se) a vyzna uje se vysokou rozlízovací schopností. Detek ní vrstva je tvo ena amorfním selenem. Na tuto polovodi ovou vrstvu je p ívád no stálé nap tí. P í dopadu rentgenového zá ení dochází ke zm n energie v této vrstv a za pomoci principu elektron . díra je vytvá en náboj, který je usm r ován p ívád ným nap tím k jednotlivým elektrodám. Tento systém je ozna ován jako TFT (Thin-film transistor) . tenkovrstvý tranzistor.

*Nep ímá konverze* pracuje na principu:

- amorfního k emíku (a-Si)
- CMOS (Complementary Metal Oxid Semiconductor)
- CCD (Charge Coupled Device)

Konverze na základ fotodiod z amorfního k emíku (a. Si), vyu0ívá scintila ní vrstvy reagující na dopadající rentgenové zá ení. Rentgenové zá ení dopadající na luminiscen ní vrstvu, která je tvo ena scintila ními krystaly, vyvolává sv telný obraz. Tento obraz zachycuje vrstva fotodiod p evád jící sv tlo na elektrický proud. Proud je za pomoci A/D p evodníku p evád n na digitální obraz. Detektory na základ amorfního k emíku ozna ujeme jako bubnové nebo ploché. Nevýhodou bubnových, kde se vrstva amorfního k emíku nachází na rota ním válci je jejich pou0ívání pouze na stacionárních p ístrojích. Nelze je pro jejich konstrukci vyu0ít nap . pro vertigrafy nebo skiaskopické st ny. Jejich vylepzenou verzí jsou tedy ploché detektory na stejném principu.

Panely s nep ímou konverzí, vyu0ívající CCD senzor pracujících také na principu p evodu sv tla na elektrický náboj. CCD senzory zachytí sv tlo emitované rentgenovým paprsky ze scintila ní vrstvy a p evedou jej na

elektrický náboj zachycený kondenzátory a ten je A/D převodníkem digitalizován.

Senzory CCD lze ve spojení s optikou, spojit do objektiv, tvořených menšími nebo většími čočkami. Světelný obraz je za pomoci optické soustavy zmenšen do menšího zobrazovacího pole. K jeho sejmutí poté není potřeba takové množství detektorů jako při použití detekce bez optiky. Nevýhodou CCD systému je vysoká spotřeba energie a u objektivů s optikou také nižší počet dopadajících fotonů.

Senzory CMOS jsou rozdělovány na aktivní APS (active pixel sensor) a pasivní PPS (pasiv pixel senzor).

Součástí aktivní APS je analytický obvod měřící a potlačující шум. Pasivní CMOS PPS (pasiv pixel senzor) rovnou převádí elektrický náboj vytvořený světelnou energií do A/D převodníku.

Výhodou CMOS oproti CCD je nižší spotřeba energie, menší výrobní náklady. Pro výrobu CCD je potřeba větší množství křemíku. Velké CCD senzory produkují také více digitálního zumu.

V současné době jsou velmi často používány flat-panely. Jedná se o ploché detektory speciální konstrukce s nepřímou konverzí, kde světlo ze scintilační vrstvy je zachyceno sestavou polovodičových detektorů. Ty z důvodu své malé velikosti jsou vzájemně propojeny a vytvářejí tzv. matici.(7)

## 5. SYSTÉMY SPOJENÉ S DIGITALIZACÍ

Celková digitalizace pracovišť je tvořena systémy, které jsou její nedílnou součástí, nebo podporují její lepší využití. Jedná se o softwarové i hardwarové vybavení oddělení. Za jejich pomoci dochází k propojování modalit, archivaci, komunikaci mezi nimi a také mezi zdravotnickými zařízeními. Data bezpečně jsou ukládána a přenášena. Umožňují lepší zpracování přijímaných a odesílaných dat a jejich úpravy.

### 5.1. DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine)

Jedná se o mezinárodní standard sloužící k přenosu digitálních obrazových dat. Je vyvinut výborem, vytvořeným v roce 1983 ACR (American College of radiologie a NEMA (National Electrical Manufacturers Associations) v USA.

Od roku 1985 je uváděn do provozu DICOM 1.0. Dnešní standard DICOM 3.0 (stanoven od roku 2000) je nositelem informací o pacientovi, velikosti obrazu atd. obsaženými v hlavičce a společně s obrazovými informacemi zabráňuje ztrátě nebo záměně těchto dat. Úkolem standardu DICOM, je nejen propojení zařízení a modalit nezávisle na výrobci. Dovoluje, aby jednotlivé modalit byly schopny mezi sebou vzájemně komunikovat bez potřeby implementace jiného hardwaru nebo softwaru. Tento protokol výstupní data upravuje do takové formy, které jsou schopna je zpracovávat a upravovat i jiná zařízení. Jednotlivé protokoly DICOM jsou vytvářeny tak, aby novější verze, byla vždy schopná spolupráce se starší verzí.(8)

## 5.2. PACS (Picture Archiving and Communication Systems)

Picture Archiving and Communication System archivační a komunikační systém. K prvním pokusům vytvoření podobné sítě dochází v 70. letech minulého století. Jedná se o přenos zdravotnických dat, ne však obrazových. Jako předchůdce PACS označujeme LAN (Local Application Network). V této době jezt softwarové a hardwarové vybavení nedosahuje možností k přenosu obrazových dat jak rentgenový snímek. Jedná se o příliš velké množství dat. První praktické použití základu systému PACS přichází v 80. letech 20. století. v České republice se poprvé objevuje v roce 1999.

Zpočátku je PACS využíván nejprve v rámci radiodiagnostického oddělení, k připojení modalit. Později dochází k propojování v rámci mezioborových oddělení. Následně o spojení nemocničních zařízení.

Úkolem PACSu je zpracování a ukládání dat v centrálním archivním serveru a umožnění komunikace s ním. Je od něj vyžadováno rychlé, spolehlivé a bezpečné přenášání lékařských a obrazových dat. Za pomoci zakoupené licence zajišťují dostupnost také ostatním zdravotnickým subjektům. Zabezpečuje síť pro distribuci a výměnu dat klienta. Propojuje pracovní stanice pro zpracování, prohlížení a zhodnocení snímků. Nabízí také možnost spojení s jinými modalitami jako například sonografie, počítačová tomografie nebo magnetická rezonance využívajících protokolu DICOM. Je kombinací hardwaru a softwaru sloužícího ke krátkodobému i dlouhodobému archivování dat. Umožňuje komplexní řízení pro ukládání, spravování, stahování a sdílení obrazové dokumentace spolu s daty jinými než obrazovými pokud prozli protokolem DICOM. Data tiskují a spojuje pomocí PACS ísel. Tato ísla jsou v systému jedinečná a dovolují správné spojení obrazových dat s popisem vyzetání a identifikačním údaji pacienta (rodné číslo, jméno). Systém PACS umožňuje úpravy, jako jsou korekce zumu, velikosti obrazu atd. Plně nahrazuje fyzické filmové archivy, kartotéky. Vytváří bezpečnou síť pro připojení lékaře s povoleným přístupem (certifikátem) v rámci nemocničního zařízení.

Pokud využijeme webového rozhraní v zabezpečené síti (HTTPS) nebo virtuální privátní síť (VPS) lze se připojit vzdáleně a provést například popis vyšetření nebo jeho konzultaci. (9)

### **5.3. NIS (Nemocniční Informační Systém)**

Nemocniční informační systém je software podporující a evidující všechny medicínské procesy a postupy. Zprostředkovává komunikaci mezi různými obory a odděleními zdravotního zařízení. Nabízí vedení kompletní patientské dokumentace a to v jak ambulantním tak i lokálním provozu. Například anamnéza, postup léčby atd. Propojením laboratorní a jiných diagnostických oddělení stahuje a shromažďuje laboratorní a obrazovou dokumentaci. Může tvořit elektronické předpisy. Tisknout recepty. Ze shromážděných dat poskytovat statistiky o nákladech nebo jiných položkách. Způsobuje kódy vyšetření, léčiv, výkonů. Systém je velice variabilní s možností postavení na míru každému zdravotnímu zařízení podle jeho požadavků. Jiné nároky má fakultní nemocnice a jiné poliklinika. Jeho výhodou je rychlost, přehlednost a dostupnost zobrazovaných dat. Umožňuje návaznost na interní systémy jednotlivých (např. radiologický informační systém).

### **5.4. RIS (Radiologický Informační Systém)**

Jedná se o databázi využívanou v radiologii, pro ukládání dat o pacientovi. Umožňuje jejich distribuci a manipulaci s nimi. Pacienta sleduje, plánuje vyšetření, shromažďuje data o obraze a dostupných vyšetřeních pacienta na radiodiagnostickém oddělení. Jeho funkce a přínosy jsou stejné, jako u systému NIS, ovšem se specifikací pro radiologii. Má seznam pacientů a jejich registraci. Zajišťuje tisk a skenování dokumentů. Nabízí nepřetržité množství statistických údajů. Různé nebo měsíční statistiky jsou velmi rychle přístupné a připravené k další distribuci v elektronické nebo tištěné podobě. Vyhledává, kdy a zda byl na našem oddělení pacient vyšetřen, kterým radiologickým asistentem atd. Propojuje modalitu pomocí RIS s NIS konektorem. Archivuje expozice, počet vyšetření, dávky.



## 6. POROVNÁNÍ PROVOZ FOLIE/FILM A DIGITALIZACE

Pro zjednodušení označíme p vodní pracovišt s filmovým provozem jako RDG 1. Nové, digitalizované odd lení bude ozna ováno jako RDG 2. Nejprve dojde k seznamování se složením obou pracovišt a poté budeme procházet celým postupem, jako jím prochází klient.

### 6.1. RDG 1

Odd lení RDG 1 se skládá ze t í skiagrafických za ízení, jedné skiaskopické st ny a dvou sonografických pracovišt . Sou ástí p ístrojového vybavení odd lení je pojízdný rentgenový p ístroj Practix a na opera ním sále C-rameno Philips Endura. Snímkování probíhá za p ítomnosti multipulsních ovlada MP 15. P ístroje, jsou zde v tzinou zna ky Chirana a stá ím a0 25 let.

Dále je zde recepce, sklad, denní místnost pro asistenty, zatny a kancelá vedoucího asistenta, toalety pro personál a pacienty. K vyvolávání film , slouží temná komora s dv ma vyvolávacími automaty Kodak. K ozna ení snímek identifika ními údaji se zde nachází sv tlá komora. Sou ástí jsou ty i archivy. Jeden z nich je samostatný pro klienty plicního odd lení, jejich dokumentace je archivována samostatn dle abecedního po ádku. Ve zbývajících archivech jsou obálky azeny podle ísel. ísla jsou p id lována pacientovi p i jeho návzt v odd lení.

Léka m slouží k hodnocení vyzet ení a jejich popisování samostatná místnost ozna ována jako popisovna. Pacienti k ekání na vyzet ení mají k dispozici zirokou chodbu sloužící jako ekárna.

V ástí RDG 1 se tedy nachází tyto d ležené ásti pro porovnání:

- 1 x recepce
- 3 x skiagrafická vyzet ovna
- 1 x skiaskopická vyzet ovna
- 1 x temná a sv tlá komora
- 4 x archiv
- 2 x sonografie

- 1 x skladové prostory
- 1 x popisovna

## 6.2. RDG 2

Toto oddělení je vybaveno recepcí pro evidenci, objednání a zaplňování rentgenové dokumentace. K ekání na vyšetření využívají klienti dvou samostatných ekáren. Jedna pro skiaskopická a skiagrafická vyšetření a druhá pro sonografická vyšetření. K dispozici jsou oddělená sociální zařízení. Je vytvořené samostatné zázemí pro lékaře, kancelář primáře oddělení a také vrchního asistenta. Dále jsou zde samostatné zaty pro sestřední personál.

Lékaři hodnotí vyšetření opět na popisovně, vybavené těmi popisovacími stanicemi. Avšak nově mají možnost konzultací a vizit v místnosti označené jako vizitovna. Její součástí je plátno a promítací zařízení propojené s počítačem.

Na rozdíl od RDG 1 pro vyšetření pacient slouží pouze jedna skiagrafická místnost a jedna skiaskopická vyšetřovna, jejího přístrojové vybavení je tvořeno skiaskopicko-skiagrafickou stanicí Philips Essenta. Skiografie funguje na principu přímé digitalizace obrazu, zajistěné přístrojem Philips Digital Diagnostic (DD) a také technickým zařízením pro nepřímou digitalizaci Philips PCR Eleva (CR). V části ovladovny, která je součástí skiagrafické vyšetřovny je část vyhrazená pro ukládání kazet pro nepřímou digitalizaci.

Sonografická vyšetření probíhají v jedné vyšetřovně s přístrojem zn. Thosiba.

Snímky zhotovené v provozu RDG 1, jsou dle zákona archivovány po dobu 5 let v jediné archivační místnosti. Kontrastní látky a ostatní farmaka ukládáme v zajistěné místnosti. Ostatní materiál má vlastní skladovací prostory.

V části RDG 2 jsou porovnány tyto dvě části:

- 1 x recepce
- 1 x skiografie
- 1 x skiaskopicko . skiagrafická vyšetřovna

- 1 x archiv
- 1 x skladové prostory
- 1 x místnost pro uložení serveru (serverovna)
- 1 x popisovna

### **6.3. RECEPCE ĚP ÍJEM KLIENTA K VYĚT ENÍ**

Funkce a úkoly recepce obou odd lení jsou shodné. P íjem pacienta, objednávání, zpracovávání dat o pacientovi obsluha archiv , v etn zap j ování obrazové dokumentace a t íd ní nález vyzet ení dle pacient nebo odd lení.

Zp sob jakým k tomu dochází, je ovzem pro oba radiodiagnostické provozy naprosto rozdílný. Tyto rozdíly, porovnáme v následující ásti práce.

#### **6.3.1. *Recepce RDG 1***

Klient p ichází na odd lení s 0ádostí od léka e. Obsluha recepce po p evzetí 0ádosti a kontroluje údaje s kartou pojizt nce. Následn vyhledává klienta v abecední kartotéce. Byl-li ji0 u nás n kdy vyzet en, je doty ná karta nalezena, pokud zde nebyl, je zalo0ena karta nová. Eviden ní karta uvádí jméno pacienta, rodné íslo, eviden ní íslo pacienta, kód pojiz ovny, datum vzech vyzet ení, v etn toho o jaké vyzet ení se jedná. Ka0dý kalendá ní rok pacient p i své první návzt v v tomto roce získává jedine né eviden ní íslo, pod kterým je v archivu ulo0ená obálka s jeho zdravotní rentgenovou dokumentací. Pozd ji, je na RDG 1 zavedena elektronická evidence, je0 postupn nahrazuje evidenci kartotékovou. Rok p ed p echodem na nové odd lení je zaveden RIS, zatím bez mo0nosti elektronické 0ádanky. Tato mo0nost nastává n kolik málo m síc p ed tímto p echodem.

Po zpracování eviden ních dat pacient dostává po adové íslo a vy kává v ekárn na pokyn asistenta.

Obsluha recepce v archivu vyhledává obálku, kam zapisuje aktuální datum a o jaké vyzet ení se jedná. V p ípad , 0e poslední návzt va byla jindy ne0 v práv probíhajícím kalendá ním roce, p epíze eviden ní íslo pacienta na sou asné p id lené. Obálka je pozd ji spojená s 0ádostí o vyzet ení a také

s obrazovou dokumentací vyzet ení toho dne klientovi provedeného. Tyto t i v ci (obálka, 0ádanka, snímky) jsou p edány léka m k popisu vyzet ení.

Po popisu pracovníci recepce kopii nález (originál 0ádanky) ukládají do obálky a zakládají do archivu dle aktuálního roku a eviden ního ísla. Originální nález (kopie 0ádanky) je p edána na odd lení nebo pacientovi. Pokud je za0ádáno, jsou snímky zap j eny. To lze budyna základ domluvy s odd lením (nap . chirurgická ambulance) nebo na základ vým nného listu, který je posléze ulo0en v obálce. Tento úkon je d le0itý z pohledu pozd jího dohledání zap j ené dokumentace, nebyla-li vrácena. Úkolem recepce je také p íprava dokumentace k vizit a její zp tné ulo0ení v archivu. Po dodání seznamu pacient vy0ádaných k vizit je nutné vyhledat eviden ní ísla a následn obálky s vyzet ením. Recepce v plném provozu je obsazena t emi pracovníky: administrativní síla, zdravotní sestra a radiologický asistent.

Z asového hlediska, proces p íjmu 0ádanky, vyhledání v evidenci, archivu trvá ádov n kolik minut, v nazem p ípad a0 deset minut.

Vezmeme . li v úvahu ostatní procedury jako ulo0ení nález do obálek, t íd ní snímk atd. je celý tento postup velmi zdlouhavý a náro ný jak na as, tak na po et personálu. áste nému zkrácení asu p íspívá a0 pozd jí zavedení RISu.

### **6.3.2.      *Recepce RDG 2***

P i p íjmu 0ádanky pacient op t p edlo0í kartu pojizt nce pop ípad další doklad toto0nost, pokud zde jezt nebyl. Zde ji0 evidence pacient a vyzet ení provád na za pomoci RISu. Vzhledem k propojení s NIS se nabízí mo0nost otev ení elektronické 0ádanky, zaslané z n kterého odd lení nemocnice nebo odborného léka e napojeného na NIS. V takovém p ípad je elektronická 0ádanka vyhledána dle jména nebo rodného ísla. Hlavi ka je ji0 p edvypln na, v etn pojiz ovny, diagnózy atd. pracovník pouze tyto údaje zkontroluje. Dopl ujeme kód vyzet ení, po et expozic a p id lí PACS íslo. Tím dochází ke spárování 0ádanky pacienta a vyzet ení. Pod tímto íslem lze pozd ji vyzet ení dohledat. Pokud je to léka i vy0adováno, dohledáváme starší dokumentaci, která je jezt stále (avzak do asn ) archivována ve fyzické podob a ulo0ena v archivu. Jedná se nap íklad o snímky plic. Jestli0e pacientovi nebyl poslední

snímek proveden v digitální podobě a již u nás byl, je právě dohledán v archivu pro potřeby porovnání.

Jako další možnost pro pacienta se nabízí, že pacient má pouze fyzickou žádanku, ale je odeslán z externího pracoviště bez elektronické žádanky. V tomto případě pracovníci v recepci vyplní v RISu elektronickou podobu žádanky.

Ta je odeslána do worklistu pracovní stanice. Dotyčné pracoviště provádí vyšetření, si zde žádanku pacienta otevře a vyvolá požadované vyšetření.

Pracovníci za pomoci RISu zjistí, jestli zde pacient již byl, kdy, na jakém vyšetření, popřípadě jeho starší archivační číslo. Mají možnost ověření zdravotní pojizovny v registru. Také umožňuje opravování dokumentace pro radiologické vizity, výpisy různých statistik, pohled o potu pacienta a vyšetření na jednotlivých pracovištích. V případě nepojizování pacienta za jeho pomoci tiskne výpis útu pro platbu v hotovosti nebo dlouhý úpis pro pozdější platbu bankovním převodem.

Popisy vyšetření od lékaře jsou na recepci tisknuty podle oddělení. Vydávají se zde nálezy s osobním vyzvednutím a také zapůjčí kopie vyšetření.

Originální žádanky, včetně kopie popisu, jsou archivovány ve fyzické podobě. Možnosti elektronické archivace nálezů zatím brání legislativa pro archivaci zdravotnické dokumentace.

Snímky nejsou zapůjčovány ve fyzické podobě, ale elektronické, vypálené na CD nebo DVD nosiči. K tomu slouží pracovní stanice xVISION 100. Jedná se o diagnostickou stanici s lokální archivací. Tato stanice je schopna vypalovat vyšetření na záznamové médium. Společně s vyšetřením je také vypálen prohlížeč xVISION VIEWER. Externí lékař je tak schopen za pomoci tohoto prohlížeče vidět snímky na klasické počítačové sestavě, kde je ovšem omezen počtem funkcí prohlížeče a také rozlišením monitoru jež používá. Stanice xVISION 100 má omezenou možnost úpravy snímků, nemá ovšem možnost tyto úpravy a snímky odesílat do PACSu. Nepodporuje ani zasílání

vyšetření pomocí ePACS. Dokáže však sáhnout do PACSu a vyvolat starší vyšetření, která nejsou již uložena v lokální archivaci. Existují také jiné prohlížeče jako TOMOCON, AGFA Impax a další. V místě recepcce je jeho hlavním úkolem vypalování dat pro jejich zapečetění. Tato služba je zpoplatněna. Na žádost lékaře stojí vypálení dat 50 Kč, na vlastní žádost klienta 100 Kč. Zpoplatnění však někdy vede ke konfliktům s klienty. Při žádosti o data je u klienta vyžadováno vyplnění souhlasu se zapečetěním dokumentace.

Obsluha recepcce objednává také na skiaskopická a sonografická vyšetření. V případě potřeby se dvě pracovnice recepcce doplují o jednoho radiologického asistenta. Standardně jsou přítomny zdravotní sestra a kancelářská pracovnice.

Z hlediska časového stráví klient na recepci při příjmu žádanky maximálně jednu minutu v případě elektronické žádanky. Pokud je nutno ji vyplnit je odbavení do dvou minut. Klient posléze odchází do čekárny.

Z porovnání RDG 1 a RDG 2 vyplývá velká časová úspora společně se zjednodušením obsluhy. Využití RISu se jeví posléze projevuje na dalších pracovištích rentgenového oddělení. Je jednodušší přístup k vyhledávání pacienta v případě vyšetření. Minimalizuje se vstup do archivu. Nedochozí ke ztrátě obrazové dokumentace při zapečetění. Zpracování nálezů, pohled o pořadovaných vyšetřeních se zkracuje na minimální úroveň. Příprava dokumentace pro vizity, je pohlednější a rychlejší. Přináší také personální úsporu jednoho pracovníka.

#### **6.4. Skiografie ě vyšetření pacienta**

Základní struktura, je stejná na obou pracovištích, jak RDG 1/ RDG 2. Nutné je pacienta vyšetřit, zapsat údaje o vyšetření a získat obrazovou dokumentaci pro zhodnocení vyšetření. To vše za předpokladu co nejméně radiační zátěže pacienta při co nejvyšší výkonnosti informací ze získaného vyšetření. A v co nejkratší možné době.

### 6.4.1. **Skiografie RDG 1**

Pacient je uváděn do jedné ze dvou kabin, kde si odloží dle pokynů radiologického asistenta. Vyzetání je prováděno na skiagrafickém stole nebo u vertigrafu. Snímky jsou zhotovovány na filmy uložené v kazetách vyrobených z plastového materiálu. Kazeta je uložena do zuplíku s Buckyho clonou nebo u menších zobrazovaných objektů je volně uložena na stole. Dalším způsobem je její uchycení pomocí elastických vertikálních uvertigrafu. Používáme-li pro uložení kazet zuplíky s Buckyho clonou je nutné zkontrolování vzájemné centrace rentgenové lampy a stolu. Nejsou-li zcentrovány, není na filmu zobrazen vyzetovaný objekt, nebo pouze část. Dochází tím k znehodnocení vyzetání a posléze i opakování. Na kazetě vždy označíme stranu a také po adově číslo pacienta (vyzetání), aby nedocházelo k nesprávnému vyzetání orgánu a později diskutujeme.

Na ovladači jsou voleny hodnoty pro vyzetání: kV a mAs. V tomto případě, je čas volen automaticky. Znamená to, že jsou na pracovišti zvoleny jakési standardní hodnoty expozice pro konkrétní orgán. Další úpravy expozic záleží na asistentovi. Zvažuje stáří pacienta, jeho hmotnost, zdravotní, fyzický stav a podle toho upravuje konkrétní expozici. Bere v úvahu citlivost používané zesilovací folie tzn. 100, 200, 400, 800. Na pracovišti se vždy nachází kazety s různou citlivostí. Používáme-li při stejném vyzetání kazety s různou citlivostí, pak se samozřejmě liší také expozice vyzetání. Výše zmíněné faktory ovlivní výsledný obraz. Je zde mnoho položek pro správné nastavení expozice a tím se zvyšuje riziko znehodnocení vyzetání. Dochází k podexponování nebo přexponování snímků.

Po vyzetání pacienta jsou exponované kazety umístěny do vhozu a předány k dalšímu zpracování v temné komoře. Pacient je opět odeslán do čekárny a vyčkává na vyvolání filmu. Poté je vyzván k odchodu na oddělení nebo čeká na lékařský náleznález. Pacienti chirurgické ambulance a plicního oddělení odcházejí i s filmovou dokumentací.

Asistent zapisuje do provozního deníku po adově číslo pacienta, jeho jméno, rok narození, vyzetání, použité formáty kazet a expoziční hodnoty.

Na konci dne jsou seřazeny podle pacienta, použitých filmů a vyšetření. Z tohoto deníku je nakonec zpracovávána měsíční a roční statistika.

#### **6.4.2. Skiografie RDG 2**

Na tomto digitalizovaném pracovišti je využíváno přímé digitalizace na skiografickém vyšetřovacím stole i vertigrafu. Využíváme také nepřímé digitalizace v případě Iloek. Pacienti, mají k dispozici opět dvě kabinky pro pravou. Ovládovna je tvořena ovládacím pultem s obrazovkou a počítačem s RISem. Dále se zde nachází tečící zařízení pro nepřímou digitalizaci v etn monitoru.

Po odeslání z recepce, se pacienti připravují k vyšetření, na tou do worklistu. Danému vyšetření při zápisu na recepci je přidělován identifikační kód. Po otevření složky pacienta na pracovní stanici ovládovny, se objeví všechna vyšetření skrývaná se pod tímto jedním kódem. Vybereme požadovaný orgán a naskočí automaticky expozice, pro toto vyšetření.

Po snímkování máme možnost postprocesingu, obraz lze otočit, otočit obraz podle svislé i vodorovné osy, nebo zrcadlově. Nabízí se úprava jasů a kontrastu obrazu, vložení textu k vyšetření jako je značka P, L, nebo jakýkoliv text dle potřeby pro pozdější popis. Zobrazuje se dávka vyšetření v dGy / cm<sup>2</sup>. Dávka je zapsána do RISu společně s počtem expozic, vyšetření nebo opakovaných vyšetření. RIS, nám nahrazuje provozní deník. Údaje jako jméno, rodné číslo atd. jsou již zadány z recepce. Při pohotovostní službě není nutné pacienta zadávat do RISu v recepci, ale lze využít jeho přítomnosti na snímkování.

Vyšetřovací stůl využívá automatického zajištění vzájemné vzdálenosti rentgenka - Buckyho clona (flat panel). Pokud jsou, tyto dva prvky ve vzájemně správné poloze dojde k automatickému nastavení clony dle vyšetření a nastavení vzdálenosti. Například při snímkování kolene automatika vyčloní výstupní paprsek na formát 18 x 24 centimetrů se vzdáleností 1,1 metru.

V případě vertigrafu musíme zajistit naopak správnou vzdálenost flat panelu a lampy. Vzdálenosti jsou dvě a to 1,1 nebo 1,5 metru dle vyšetření. Při zajištění jedné z těchto vzdáleností je pak automaticky zajištěna výška lampy



v i vertigrafu. Jestliže zvýšíme výšku vertigrafu o 20 cm tak také rentgenka povýjde o 20 cm výše.

V případě n která z těchto vzájemných poloh (rentgenka . st I nebo rentgenka - vertigraf) není správně zajištěna, nesvítí jejich kontrolka a neprobíhá expozice. Výhodou tedy je minimální opakování vyšetření z důvodů špatné polohy snímače a rentgenové lampy.

Expozice, probíhají na principu orgánové automatiky. Je nastavena ideální expoziční hodnota pro dané vyšetření. Máme možnost, jen mírné úpravy. Označíme-li pacienta jako ztlhlého je expozice snížena a naopak. Lze také ubírat jednotlivé položky jako kV nebo mAs. Výsledný obraz, však upravuje software, který je schopen jej upravit do podoby vhodné k popisu.(9)

Ztráta nebo znehodnocení obrazu, z důvodu špatné expozice téměř nenastává. Díky zkušenostem z tohoto pracoviště můžeme říci, že jediný způsob rozpoznání ne ideální expozice je zvýšení zumu snímku. Například při snímání obou kolen v předozadní projekci souasně a použití středové komarky místo postraních je viditelné zvýšení zumu na výsledném obraze. Ten vznikl softwarovou úpravou obrazu do hodnotitelné podoby. Nedochozí tedy k jeho úplnému znehodnocení, ale pouze snížení kvality.

Při využití nové digitalizace, je způsob upravování získaného obrazu stejný jako u nové digitalizace. Stejně jako zařízení, sejme obraz z paměťové folie ukryté v kazetě a ten je upravován za pomoci softwaru do výsledné podoby. Po zobrazení na monitoru se nabízejí podobné funkce jako v případě nové digitalizace. Všechny důležité údaje jsou opět zapsány do RISu a vyšetření je odesláno k popisu.(10)

## **6.5. Skiaskopie**

Na obou odděleních jsou prováděna stejná vyšetření. Na RDG 2 však navíc probíhala vyšetření IVU, která ve filmovém provozu byla prováděna na skiagrafické vyšetřovací lince.

### **6.5.1. Skiaskopie RDG 1**

Vyzet ovna je vybavena multipulsním p ístrojem MP 15 propojeného s expozi níím automatem. Ten vyu0ívá t ech kom rek k úprav expozi ce p i skiaskopii. Za pomoci televizního et zce je mo0no ukládat zhotovené skiaskopické snímky do po íta e. Jejich diagnostická hodnota je vzak velmi malá. Proto v tzina snímek probíhá na kazetu s filmem a ta je posléze zpracována v temné komo e. V posledních letech bylo nutné se potýkat s vysokou poruchovostí této st ny.

### **6.5.2. Skiaskopie RDG 2**

St na PHILIPS ESSENTA je skiaskopicko . skiagrafická. Skiaskopie je provád na za pomoci p ímého digitálního zobrazení. Skiografie pou0ívá nep ímou digitalizaci obrazu. Sou ástí vyzet ovny je také vertigraf .

žádanka je p ijata ve worklistu. Po otev ení vyzet ení pacienta se objevuje mo0nost zvolení re0imu st ny. Je mo0né volit funkci skiaskopie, skiografie nebo kombinace.

Zaznamenaný obraz je mo0né op t upravovat p ed odesláním do PACS. Léka má mo0nost si prohlédnout získané skiaskopické obrazy a vybrat vhodné pro archivaci. Kvalita zobrazení je ve srovnání se skiaskopii RDG 1 na mnohem vyzzí úrovni. Skiaskopické snímky není problém hodnotit na námi pou0ívaných diagnostických stanicích.

Máme k dispozici údaje jako dávka, as skiaskopického vyzet ení, po et po ízených snímk . Data jsou zapisována do RISu a odeslána k archivaci.(11)

Kvalita, rychlost, mo0nosti zobrazení, vyu0ití orgánové automatiky a dálkového ovládání st ny, to jsou výhody tohoto skiaskopického pracovizt s mo0ností nep ímé digitální skiografie.

## 6.6. Temná a sv tlá komora

Temná a sv tlá komora je ást provozu týkající se pouze RDG 1. Na digitalizovaném provozu tato ást zcela odpadá a tím i náklady s tím spojené.

### 6.6.1. *Temná komora a sv tlá komora RDG 1*

Kazety po exponování, jsou ukládány do vhoz . Obsluha, doty né kazety v temné komo e otev e a za pomoci vyvolávacího automatu vyvolá. Op t do kazet ukládá neexponované filmy. ísté kazety putují do vhozu pro n ur eného a jsou p ipraveny pro další vyzet ení.

Asistent ve sv tlé komo e popisuje na snímek za pomoci popisova e jméno, datum narození, archiva ní íslo obálky, datum vyzet ení, pokud nebylo vytvo eno na snímku b hem expozice. Kontroluje ozna ení stran a správné p i azení snímek (vyzet ení) k pacientov ůádance. Úkolem, je také neustála kontrola kvality vyvolávacího procesu a zhodnocení snímku po projek ní a expozi ní stránce, d íve n ů-li bude p edán k popisu léka í. Proces samotného vyvolání snímku trvá minimáln 90 vte in. Pokud zapo ítáváme další spojené úkony, p edcházející p edání snímek k popisu, ás se pohybuje okolo p tí minut. Op t záleůí na po tu vyzet ení a exponovaných film .

Jednou týdn , pokud situace nevyůaduje d íve, dochází k vým n chemických látek (tzn. vývojka a ustalova ) ve vyvolávacím automatu a jeho ízt ní. Vy erpaná vývojka a ustalova jsou shromaů ovány v speciálních barelech k tomu ur ených. Jednou za n kolik m síc je odváůí spole nost k likvidaci, pop ípad dalzímu zpracování. Ustalova je likvidován za poplatek, naopak dalzími zpracováním vývojky, dochází k získávání st íbra, coů vede k zisku ur ítých finan ních prost edk . Obsluha temné komory zodpovídá za pr b ůné dopl ování filmového materiálu pro nabíjení kazet.

Vydává snímky k zap j ení bez popisu ur ené pro plicní a chirurgickou ambulanci.

## **6.6.2. VZNIK OBRAZU RDG 2**

Temná a světlá komora již nejsou součástí tohoto oddělení. Obraz je ve viditelné podobě zobrazen na monitoru pracovní stanice. Všechny potřebné popisy snímku jsou prováděny elektronicky.

Při poizování snímkové dokumentace za využití nové digitalizace se exponovaná kazeta s latentním obrazem vyvolává za pomoci speciálního zařízení PCR ELEVA. Princip procesu, viz. 4.1.

Snímky získané přímo i nepřímo digitalizací jsou odesílány do PACSu. Odtud je mají lékaři k dispozici pro popis vyšetření, popípadě jsou viditelné pro externí lékaře se zakoupenou licencí.

Porovnáváme-li tyto části provozu, vyplývá z nich, úspora času, personálu, prostoru, finančních nákladů na spotřební materiál, chemikálie, vodu a elektřinu. Je nutné také zmínit nepříliš vhodné prostředí pro zdraví pracovníků v temné a světlé komoře. Dochází k odpařování chemických látek z automatu a neustálá změna světla a tmy neprospívá očním asistentům. Odpadají náklady s iztáním automatu a likvidací chemických látek. Zde se tedy projevuje také ekologický prvek. Rychlost obou zpracování obrazu je nesrovnatelná. Lze říci, že obraz získaný přímo digitalizací vzniká v téměř reálném čase na rozdíl od minimálního 90. vteřinového vyvolávacího procesu.

## **6.7. Popisovna**

Snímky se oádkou k vyšetření se sbíhají na popisovnu, kde lékaři vyšetření zhodnotí a popíší. Nálezy jsou poté odeslány na oddělení nebo vloeny do rukou pacientovi.

### **6.7.1. Popisovna RDG 1**

Lékaři dostávají na popisovnu nejen aktuální vyšetření, ale pokud je k dispozici, také obálku se starší rentgenovou dokumentací pacienta. Snímky jsou ukládány do negatoskopu. Ten prosvtluje snímek a umožňuje jeho zhodnocení. Na negatoskopu si lékaři v případě potřeby mění intenzitu světla za pomoci reostatu nebo clon. Při nedostatečném prosvětlení používají také bodové světlo. Pro zkoumání detailů lze využívat optickou lupu. Nález je zapisován do počítače a posléze vytisknut.

Popsané vyšetření je předáváno zpět do recepce k dalšímu zpracování (uložení snímků do obálek, spojení nálezů, archivace atd.)

### **6.7.2. Popisovna RDG 2**

Lékaři popisují na těchto popisovacích stanicích. Každá stanice se skládá z počítačové sestavy s propojením na RIS a NIS. Druhá část je tvořena diagnostickou stanicí xVISION 300 s dvěma diagnostickými monitory pro zobrazení snímků. Obrazovku lze v případě potřeby rozdlit například na čtyři části a tím zobrazit více snímků souasně. Dvě popisovací stanice pracují s barevnými monitory o rozlišení 2 000 000 megapixel (1200 x 1600 pixel). Tyto stanice používají monochromatický monitor s rozlišením 3 000 000 megapixel (1536 x 2048 pixel). Pro jejich správné zobrazování je prováděna alespoň jednou ročně zkouška provozní stálosti. Optická zkouška je prováděna lékaři každý den. Monitory mají výzší rozlízovací schopnost než klasické počítačové monitory. Proto je jejich poizování spojeno s výzšími náklady. Součástí těchto popisovacích stanic je také xVISION 300 s možností zapisování a odesílání dat nejen do PACSu, ale i zasíláním a přijímáním dat pomocí ePACS.

Při zobrazení snímku na monitoru mají lékaři k dispozici mnoho funkcí, jak obraz upravit pro lepší zobrazení. Mění úhly, denzitu, velikosti objektů za pomoci kalibrační značky umístěné při snímkování v oblasti záření, používají

elektronickou lupou, má ní zobrazovací okna, jas, kontrast atd. xVISION nabízí vysoký stupeň postprocesingu, který lékáři využívají při hodnocení snímku.

V rámci RISu mají přístup do systému NIS a tím k chorobopisu pacienta. Možnost nahlédnutí lékaře do chorobopisu umožňuje lepší konečné zhodnocení vyšetření pacienta.

Po ukončení popisu jsou všechna data odesílána do archivu PACS a dochází k tisku popisu ve fyzické podobě. Popisy přebírá obsluha recepce. Kopie nálezu s originální žádankou se ukládá do archivu a originální nálezy s kopií žádosti o vyšetření předává buď pacientovi, nebo na oddělení.

## **6.8. Archivace**

Obrazová dokumentace je dle zákona uchovávána po minimální dobu 5. let a kopie nálezu vyšetření po dobu 10. let. Momentálně nejsou vytvořeny legislativní podmínky pro uchovávání nálezu v elektronické podobě.

### **6.8.1. Archivace RDG 1**

Rentgenové snímky společně s nálezy se ukládají do obálek a za pomoci archivačních šel nebo v případě plicního archivu jmen je ukládán do určených prostor. Archiv je dělen podle roku. Znamená to dělení na pět sekcí.

Obálka je vyjmuta při vyšetření pacienta. Na levní stranu doplníme datum, vyšetření, popisek případně epizeme na aktuální archivační číslo. Při zapojení snímku je vložen záznam o jeho zapojení. Prostory pro archivaci jsou velmi rozsáhlé. V našem případě se jedná o prostory asi okolo 60 m<sup>2</sup>. Každý rok probíhá skartace dokumentace starší pět let. Jsou tedy filmy a nálezy. Filmy čeká další zpracování u specializované firmy, která chemickými procesy vytvoří zbylé šelbro. To přináší určitý finanční obnos pro oddělení. Nálezy jsou skartovány dle zákona 499/2004 Sb. o archivnictví a spisové službě

Při vrácení zapojené obrazové dokumentace, recepce opět vyhledává obálku v archivu a ukládá dotčené snímky do obálky.(12)

### **6.8.2. Archivace RDG 2**

Pro tyto účely slouží server archivačního a komunikačního systému MARIE PACS. Tento server je o velikosti 5 TB. Jeho kapacita je v případě potřeby lehce rozšiřitelná. Nachází v místnosti zvané serverovna o velikosti asi 4 m<sup>2</sup>. Server má své takzvané zrcadlo. To znamená, že data jsou ukládána ještě v jednom záložním serveru, který se nachází v jiné části budovy. Tím dochází k zajištění dat pro případ ztráty jednoho ze serverů. V prostoru serveru, se nachází také záložní zdroj serveru pro případ výpadku energie. Data sem přicházejí ze všech připojených modalit.

RDG 2 má stále ještě jeden archiv pro klasické rentgenové obálky o velikosti asi 15 m<sup>2</sup>. Archiv bude fungovat do doby vypršení zákonné povinnosti uchování dokumentace (momentálně tedy ještě tři roky). Ještě stále jsou ukládány originály žádanky o vyšetření s kopií nálezu. Zaujímají však velmi malý prostor a proto není nutné k jejich uchování zvláštní archivační místnost.

Digitalizace vede ke snížení archivačního prostoru, zjednodušení archivace a přístupu k datům. Archivace již nevyžaduje personál a údržba je prováděna pouze specialisty. Odpadá každoroční skartace a složitá obsluha. Odpadají náklady spojené s poizováním spotřebního materiálu jako rentgenové obálky, popisovátko a další.

Nedochází ke ztrátě dat z důvodu nevrácené dokumentace nebo zpálené obálky. Externí lékaři s licenci mají okamžitý přístup k datům. Nemají však možnost tato data smazat. PACS zajišťuje bezpečné uložení a jednoduchou komunikaci s ostatními modalitami.

### **6.9. Sonografie**

V této části nastala pouze jediná změna. Na RDG 1 byl výstupní obraz poizován na fotografický materiál. Nálezy archivovány pouze ve fyzické podobě.

RDG 2 ukládá pořízené sonografické snímky do PACSu za pomoci výstupu DICOM. Žádanky k vyšetření jsou opět zpracovávány za pomoci RISu. Lékaři mají také přístup k dokumentaci lůžkových pacientů, které zprostředkovává NIS.

Využitím DICOM výstupu dochází k úspo e asu a finan ních prost edk . Je zajizt na stálost, po ízeného obrazu. Fotografický materiál není v ase úpln stálý a jeho obrazová hodnota klesá.

## **6.10. Personál**

Team RDG 1 se skládal z 3. léka , 2. zdravotních sester, kancelá ské pracovnice a 8. asistent .

Na RDG 2 se nacházeli 3 léka i, 2 zdravotní sestry, kancelá ská pracovnice, 6 asistent s plným pracovním úvazkem a jeden s polovi ním. K p echodu dozlo za plného provozu, ze dne na den. P íprava probíhala asi m síc p ed p echodem, pouze v zak v teoretické rovinn . Pouze dva asistenti m li ji0 n jakou zkuzenost s digitálním provozem, i kdy0 na jiných modalitách. Postupn se zapracovávali v zichni pracovníci. Základem se ukázala práce s PC a pochopení princip fungování v zech systém .

B hem dvou let odezli dva asistenti s plným pracovním úvazkem ze zesti p vodních, ani0 by byli nahrazeni. P esto innost odd lení, probíhá bez omezení. A jak ukázala statistika vze za stejného po tu klient jako na RDG 1. Po et léka z stal nezmn n n.

K sní0ení stavu asistent vede zjednoduzení a zrychlení práce, spole n se zlepzenou organizací. To nakonec p ineslo dalzí finan ní úsporu.



## 6.11. Finan ní porovnání

### 6.11.1. Finan ní rozpis RDG 1

RDG 1 se skládá ze t í skiagrafických pracoviz a jedné skiaskopie. V kalkulaci skiagrafických pracoviz po ítáme s ovlada em MP 15 v po tu 3, skiagrafický st l v po tu 3, vertigraf v po tu 3, generátor v etn lampy. Celková po izovací cena v dob nákupu inila 2 400 000 K s.

V kalkulaci skiaskopického pracovizt po ítáme s ovlada em MP 15 v po tu 1, sklopná st na v po tu 1 a ovládací a televizní et zec v po tu 1. Celková po izovací cena v dob nákupu inila 1 200 000 K s.

Vyvolávací automaty Kodak M35M v po tu 2, Celková po izovací cena v dob nákupu inila 800 000 K s.

Celkový po et kazet v etn zesilovacích folií 40 ks s pr m rnou cenou 7 000 K s, to znamená cca 280 000 K .

Ve finan ním porovnání je nutné zohlednit náklady na filmový materiál v m sí ní ástce 55 000 K , náklady na servis v pauzální platb 16 000 K m sí n . Mzdové náklady tvo ilo 12 m sí ních plat pro 11. zam stnanc st edního zdravotního personálu a 3. léka .

Po izovací náklady:

- 3 x skiografieõ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ .2 400 000 K
- 1 x skiaskopieõ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ ..õ .1 200 000 K
- 2 x vyvolávací automatõ õ õ õ õ õ õ õ 800 000 K

Provozní náklady za rok:

- kazetyõ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ ..õ .280 000 K
- filmyõ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ ..õ .660 000 K
- servisõ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ õ ..õ .72 000 K
- mzdové nákladyõ 11 + 3

### 6.11.2. Finanční rozpis RDG 2

RDG 2 se skládá z jednoho skiagrafického pracoviště a jednoho skiaskopického . skiagrafického pracoviště , včetně zařízení v pořadí 1. Dále v kalkulaci počítáme s archivací MARIE PACS a softwarového plus hardwarového vybavení. Celková pořizovací cena v době nákupu činila 20 000 000 Kč .

Celkový počet kazet 11 ks s průměrnou cenou 60 000 Kč , to znamená cca 660 000 Kč .

Ve finančním porovnání není nutné zohlednit náklady na filmový materiál. Naopak je nutné počítat s ekologickým přínosem, nebo odpadá likvidace chemických roztoků . Náklady na servisu ZIZ v pauzální platbě minimálně 34 000 Kč měsíčně a support k archivaci 15 000 Kč měsíčně . Mzdové náklady tvoří 7,5 měsíčních platů pro 11. zaměstnanců včetně zdravotního personálu, 3. Lékaře .

Pořizovací náklady:

- ZIZ, software a hardware cca 20 000 000 Kč

Provozní náklady za rok:

- servis ZIZ cca 400 000 Kč
- support cca 180 000 Kč
- mzdové náklady cca 7,5 + 3

Název radiodiagnostické oddělení se nachází v pronajatých prostorách. Jenom zánikem této archivu došlo k zmenšení plochy oddělení o 40 m<sup>2</sup>. Při nákladě cca 230 Kč / m<sup>2</sup>, jedná se o roční úsporu 110 000 korun.

Snížením počtu vyšetřoven ze tří na jednu dochází k úspoře prostoru cca 40 m<sup>2</sup>.

Vstupní náklady pro RDG 2 jsou vysoké, ovšem provozní naopak nízké.

## 7. DISKUSE

Jak již bylo řečeno, součástí RDG 1 tvoří tři skiagrafická pracoviště, a jedno skiaskopické pracoviště. Oddělení RDG 2 jedno skiagrafické a jedno skiaskopické skiagrafické pracoviště.

Statistické údaje nám ukazují, že porovnáváme-li období jednoho roku provozu od 1. 5. 2009 do 30. 4. 2010, bylo na filmovém oddělení vyšetřeno 17 452 klientů (rodných čísel). Na digitálním oddělení v období 1. 5. 2010 do 30. 4. 2011 to bylo 17 627 klientů. Jde tedy o poměrně stejný počet vyšetřených na obou pracovištích. Na RDG 2 je prováděná většina skiagrafických vyšetření prováděna na jedné skiagrafické vyšetřovně. Skiagrafická vyšetření na skiaskopické skiagrafické stánce provádíme pouze v nezbytných případech, například při poruše na Philips DD nebo při vysokém počtu pacientů čekajících na vyšetření. Tato situace je však naprosto výjimečná a za dva roky provozu nastala ojedinelé.

Statisticky je průměrný počet pacientů každého z pracovišť (RDG 1, RDG 2) 80 denně. Lze tedy říci, že digitalizací došlo k úspoře 2 skiagrafických vyšetřoven. Kapacita snímkovny se však pohybuje mezi 120 a 160 klienty. Znamená to využití kapacity provozu skiografie jen z 50 %.

Shrme-li poznatky, vyplývá z nich, že výsledkem porovnání počtu vyšetřoven a archivace je úspora prostor. Snížením počtu personálu, provozních prostorů a odstranění filmového procesu přináší snížení finančních nákladů.

Dochází ke zkrácení nejen vyšetřovacího času, ale i celkového času, který stráví klient na našem oddělení. Jako nevýhodu, lze hodnotit nedostatečný počet kabiněk, nebo pacienti jsou vyšetřováni rychleji, než jsou schopni se obléknout nebo připravit na vyšetření.

Výhodou digitalizace jsou snížené provozní náklady, dlouhodobá archivace, okamžitá přístupnost dat, možnost jejich sdílení pomocí sítě s ostatními pracovišti, snížení prostorové náročnosti, elektronická spolupráce s jinými zařízeními (telemedicína), snížení opakování expozic a tím radiace

záta klienta, úprava obrazu a tím zvýšení přínosu vyšetření. Nelze opomenout také ekologický přínos. Nevýhodami jsou vysoké vstupní náklady a technická náročnost na obsluhu a servis.

Filmový provoz mnoho výhod neukázal. Snad jen možnost hodnocení snímku externími lékaři bez nutnosti speciálního vybavení nebo softwaru. Nevýhodou jsou vysoké provozní náklady, časová náročnost, prostorová náročnost (temná a světlostl. komora, archivy), vyžádání radiální záta pro pacienty, častější opakování expozic, větší pravděpodobnost ztráty obrazové dokumentace, časová nestálost obrazu a nízká odolnost vůči poškození, absence možnosti jakékoliv úpravy obrazu.

V těchto bodech jsme našli shodu s podobnými pracemi. Přesto jsme došli k poznatkům, z kterých vyplynula doporučení pro pracoviště připravující se na digitalizaci.

Chceme-li snížit náklady při vytvoření digitalizovaného pracoviště je při provozu 80. klient za den výhodnější využití nepřímé digitalizace, nebo plné využití kapacity nepřímé digitalizace až při počtu klientů nad 120 za den. Je třeba zvážit využitelnost kapacity pracoviště s digitalizací. Pokud nejsme schopni naplnit výše uvedenou kapacitu, stává se přímá digitalizace zbytečně drahou investicí.

Po úvodní nepřímou digitalizaci, dnes lze za cenu přibližně 3 000 000 korun. Nemusí docházet k výměně celého strojového parku. Dochází pouze k zakoupení speciálního zařízení, speciálních kazet, archivního softwaru. Data lze ukládat na datové nosiče.

Ne vždy je přímé zobrazení to nejlepší. Je-li součástí zařízení lokální část, stává se nepřímá digitalizace nezbytně nutnou. Snímek u lokální části je možný jen v přenosné podobě, což zajistí kazety s paměťovou folií.

Náze zkušenosti ukazují, že postupný přechod na digitalizované pracoviště, je pro personál vhodnější. Lze doporučit zavedení systému RIS ještě na filmovém pracovišti.

Výrobci dnes dodávají kompletní hardware i software vybavení. Přesto je lepší porovnání více firem. Ceny za sestavy nejsou pevné, odvíjejí se od celkové ceny objednávky. Konkurenční boj je veliký, proto dochází ke smluvním cenám. Je také třeba zvážit nákladnost budoucího servisu. Ten je v tuzinou pauzální a cenové rozdíly jsou významné.

## ZÁV R

Cílem bakalářské práce bylo porovnání filmového a digitálního provozu tak, jak probíhá na našem radiodiagnostickém oddělení. V teoretické části jsme porovnali rozdíly v základních principech obou druhů záznamu obrazu. V praktické části jsme oba provozy postupně prošli, popsali jednotlivé postupy a snažili se uvést výhody nebo nevýhody, které se projeví během dvou let provozu digitalizovaného pracoviště. Došli jsme k závěru, že přechod byl správným krokem do budoucnosti a ačkoliv vstupní náklady byly vysoké, jeho výhodnost, jak ze strany provozovatele tak klienta nezpochybnitelná.

Otázkou tedy není, zda digitalizace ano či ne, ale správné zhodnocení požadavků na pracovišti, zvolení správné kombinace přístrojového a softwarového vybavení. Toto rozhodnutí nakonec rozhodne, zda byly náklady vynaloženy správně či nikoliv. Jako dležitě se nakonec ukázalo také vhodné zvolení výrobce jednotlivých komponent.

Z práce vyplynulo, že došlo k ovlivnění chodu i jiných oddělení a to nejenom lokálních i jednotlivých ordinací, ale diagnostických částí.

Na personál byl zpočátku kladen poměrně vysoký nárok. S přibývajícím praxí se však projeví výhody a ty přinesly jednodušší a přehlednější práci při zachování nebo dokonce zvýšení přínosu vyšetření. Zaměření na systém digitalizace přinesl zlepšení pracovních podmínek.

Nabízí se však otázka, zda je přímá digitalizace vhodná pro jakákoliv rentgenová pracoviště vzhledem k jejich velikosti a tím i potřebě vyšetření? Jsou pak tyto vstupní náklady zhodnoceny a mají dostatečnou návratnost? Nedojde k zastarání softwaru a hardwaru při dnešním velmi rychlém rozvoji, kdy nejpozději do půl roku je elektronický výrobek nahrazen jiným vylepšeným, dříve nedojde k návratu investice? Je životnost dostatečná?

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

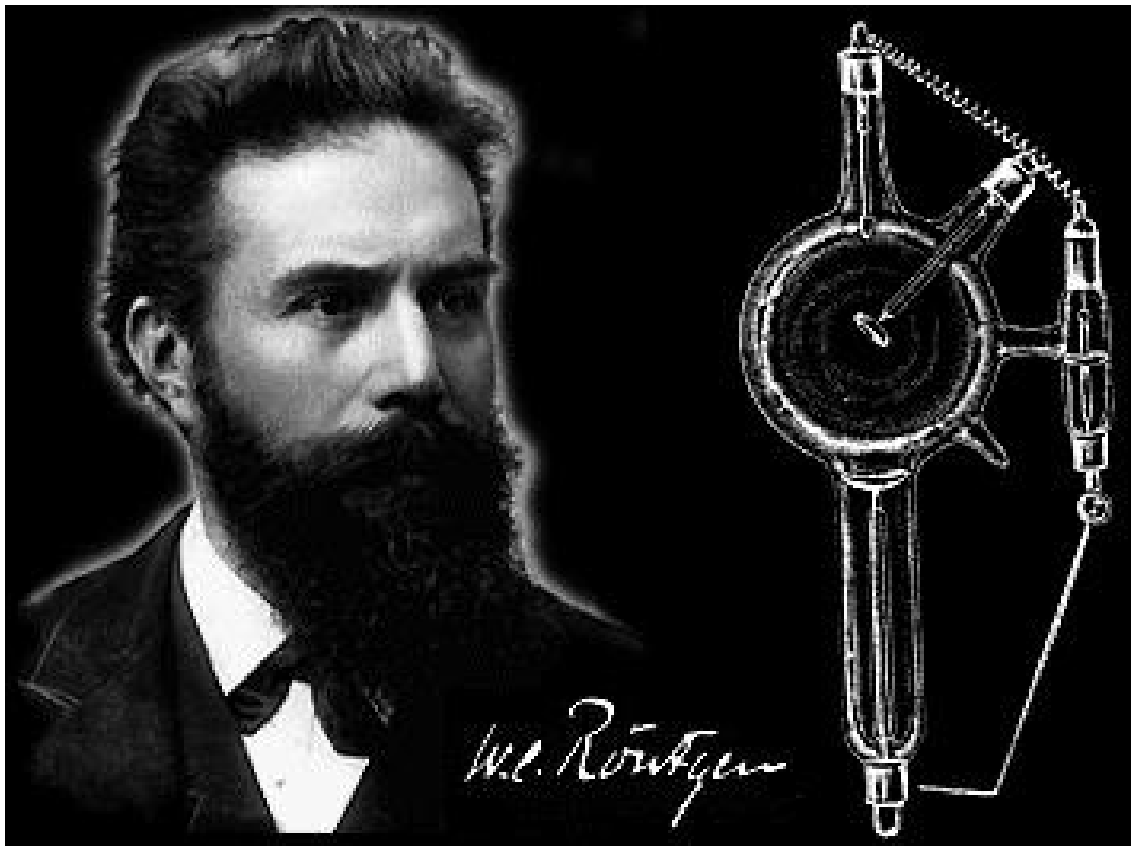
- 1) MARTIKÁNOVÁ, Eva. *Rtg zá ení, jeho vlastnosti a využití*. brno, 2007. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/84466/pedf\\_m/rtg\\_zareni\\_diplomka.pdf](http://is.muni.cz/th/84466/pedf_m/rtg_zareni_diplomka.pdf). Diplomová. MASARYKOVA UNIVERZITA V BRN . Vedoucí práce Prof.RNDr.Vladislav Navrátil,CSc.
- 2) DOC. MUDR. T MA, CSC., Stanislav. Co jsme se ve zkole neu ili ...: STOLETÍ RENTGENU. <Http://www.lf2.cuni.cz> [online]. Akademický bulletin 2.LF UK. 1995 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://www.lf2.cuni.cz/projekty/pelikan/peli0395/rtg1.htm>
- 3) RNDR.ULLMANN, Vojt ch. Detekce a aplikace ionozujícího zá ení: X-zá ení - rentgenová diagnostika. *AstroNuklFyzika* [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadMetody.htm>
- 4) SVOBODA, Milan. *Základy techniky vyšet ování rentgenem*. 1. vyd. praha: avicenum, 1973. 73908. ISBN 08-048-73.
- 5) MUDR. BAXA, Jan. Vznik zá ení. In: *RTG zá ení a p ístroje* [online]. 6.1.2010 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: [http://radiologieplzen.eu/wp-content/uploads/rtg\\_a\\_pristroje\\_RAS1.pdf](http://radiologieplzen.eu/wp-content/uploads/rtg_a_pristroje_RAS1.pdf)
- 6) RITTOCH, Michal Michael. *Trendy v digitální skiografii* [online]. praha, 2007 [cit. 2012-04-24]. Dostupné z: <http://rtg.kvalitne.cz/prace/trendy.pdf>. Absolventská. Vyzzí odborná zkola zdravotnická a St ední zdravotnická zkola.
- 7) *RadioGraphics: Advances in Digital*. severní amerika: RSNA Journals, kv ten- erven 2007 Vol. 27. ISSN 0271-5333. Dostupné z: <http://radiographics.rsna.org/content/27/3/675/F3.expansion.html>

- 8)** MUSTRA, Mario, Kresimir DELAC a Mislav GRGIC. Overview of the DICOM Standard. In: *50th International Symposium ELMAR-2008* [online]. 2008 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: [http://www.vcl.fer.hr/papers\\_pdf/Overview%20of%20the%20DICOM%20Standard.pdf](http://www.vcl.fer.hr/papers_pdf/Overview%20of%20the%20DICOM%20Standard.pdf)
- 9)** MARIE PACS. ORCZ [online]. 2012 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.orcz.cz/www/www-new.nsf/0/1BEAD3AE9991FA4DC12577A000295035?OpenDocument>
- 10)** PHILIPS MEDICAL SYSTEMS. *Digital Diagnost. Philips verze 1.5*. Hamburk, 2008.
- 11)** PHILIPS MEDICAL SYSTEMS. *PCR Eleva: Philips verze 1.1*. Hamburk, 2007
- 12)** PHILIPS MEDICAL SYSTEMS. *Essenta RC universal R/F: Philips verze 1.3*. Shenyang - ína, 2008.
- 13)** 499/2004 Sb. o archivnictví a spisové službě a o změnách v některých zákonech [online]. 2004 [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.cesarch.cz/legislat/2004-499.htm>



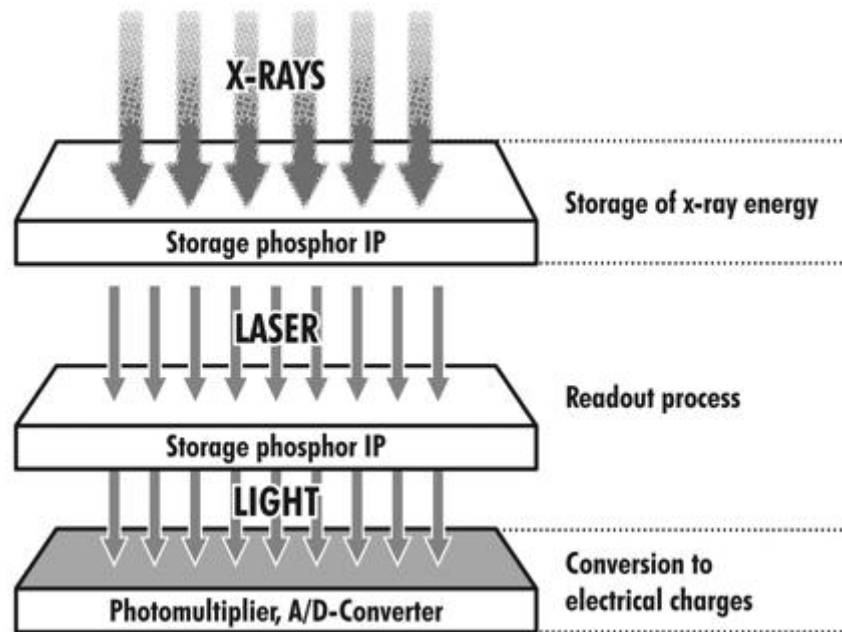
# P ÍLOHY

P íloha A - Wilhelm Conrad Rentgen



Zdroj: Rentgen Medical. Dostupné z: <http://rentgenmedikal.wbs.cz>

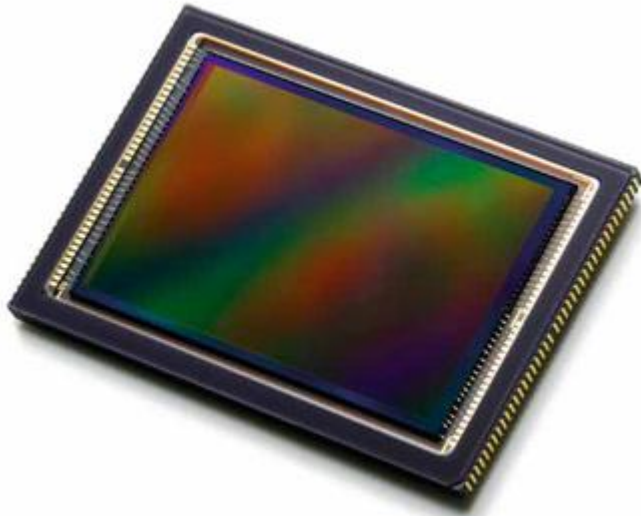
P íloha B . nep ímá digitalizace



Zdroj: Radio Grafics. Dostupný z:

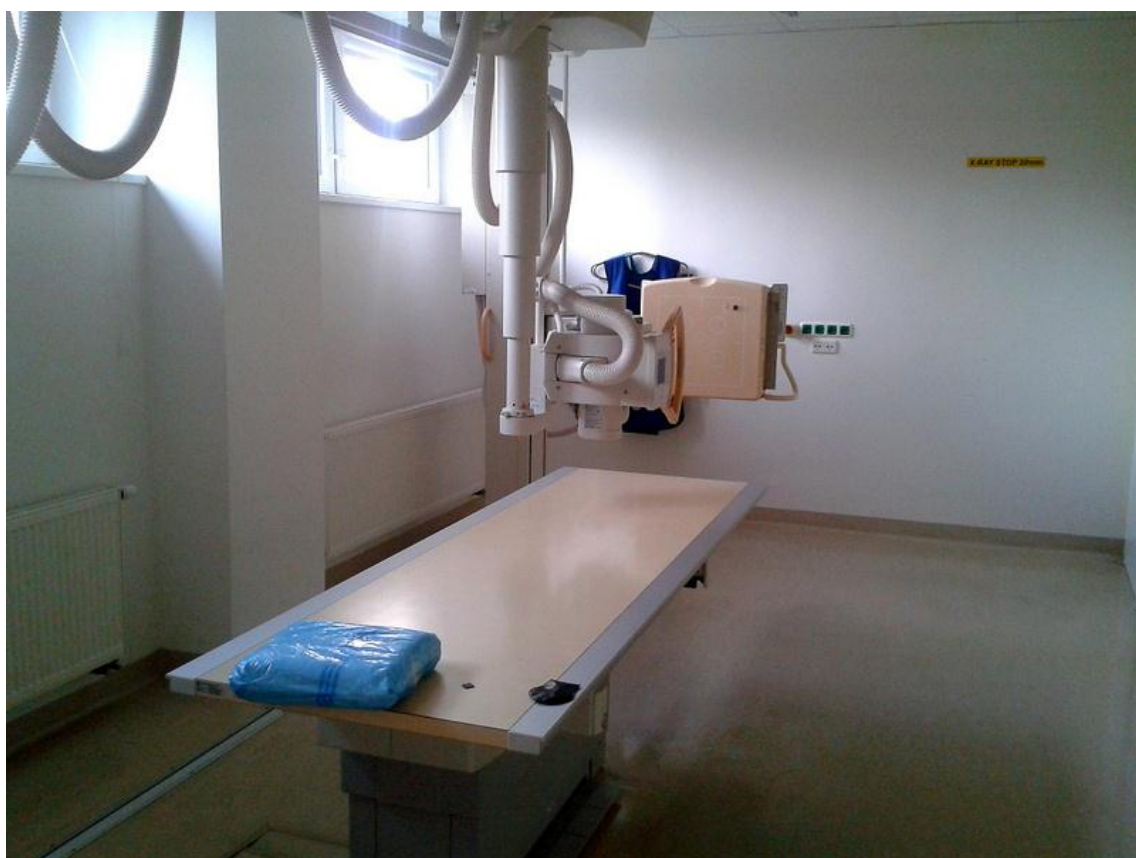
<http://radiographics.rsna.org/content/27/3/675/F3.expansion.html>

## P íloha C . CMOS



Zdroj: Canon. Dostupné z: <http://cpn.canon-europe.com>

P íloha D: Philips DD



Zdroj: vlastní

P íloha E . PCR ELEVA



Zdroj: vlastní

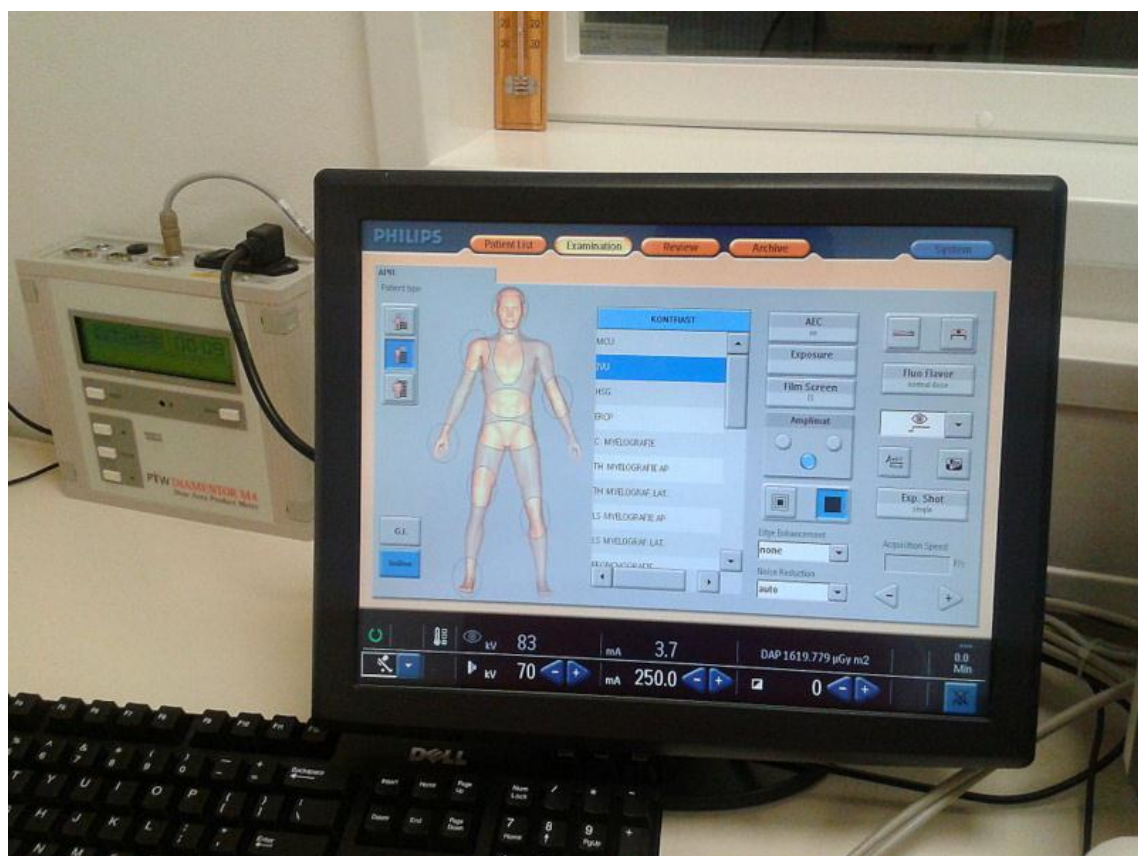
P íloha F . Philips ESSENTA



Zdroj: vlastní



## P íloha G . Pracovní monitor PHILIPS ESSENTA



Zdroj: vlastní