

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MANAGEMENT KOPER

Dodiplomski visokošolski strokovni študijski program Management

Diplomska naloga
VPELJAVA PACS SISTEMA NA RADIOLOŠKEM
ODDELKU, KOT DEL PRENOVE BOLNIŠNIČNEGA
INFORMACIJSKEGA SISTEMA

Mentor: mag. Leo Zornada

Obravnavana organizacija: Splošna bolnišnica Izola
Strokovni sodelavec iz organizacije: Branko Cvetičanin dr.med.

KOPER, 2006

SANDI ŠVERKO

POVZETEK

V diplomski nalogi je predstavljen PACS sistem in njegova implementacija v poslovanje Splošne bolnišnice Izola. Postavitev PACS sistema in uporaba DICOM standarda pomeni za bolnišnico zniževanje stroškov radioloških filmov. Spremeni se tudi način dela, ki ima za posledico večji izkoristek delovnega časa vseh zaposlenih v delovnem procesu na radiološkem oddelku.

S pomočjo SPIN analize sem preveril prednosti, pomanjkljivosti, izzive in nevarnosti vpeljave PACS sistema in ugotovil, da ima vpeljava sistema veliko prednosti. V zadnjem delu diplomskega dela predstavim kaj pomeni vpeljava PACS sistema stroškovno za bolnišnico ter predstavim možne prihranke z uvedbo sistema.

Ključne besede : PACS sistem, DICOM , informacijski sistem, radiologija, bolnišnični informacijski sistem

SUMMARY

The main objective of this diploma work is to introduce the PACS system and its implementation into working of Izola General Hospital. Constructing the PACS system and using DICOM standard mean lowering the cost of radiology films It also changes the system of working hours at the radiology department by better organisation of working time.

In my diploma work I present the history of the PACS system, its implementation and the current practical use in hospital. I checked the strengths, weaknesses, opportunities, threats of implementing the PACS system by using SWOT analysis. I came to a conclusion that the implementation of the system has a lot of advantages. In the last part of my diploma work I describe the financial side of using the PACS system in the hospital and savings related to its introduction.

Key words : PACS system, DICOM, informatic system, radiology, hospital information system

UDK 616-073:004(043.2)

ZAHVALA :

Rad bi se zahvalil mojemu mentorju mag. Leotu Zornadi za koristne napotke pri izdelavi diplomskega dela. Mojemu sodelavcu in prijatelju Branku Cvetičaninu, dr.med, kateri me je spodbuja z koristnimi napotki pri ustvarjanju diplomskega dela.

Posebna zahvala gre tudi Klementini, katera me je spodbujala pri nastanku diplomskega dela.

In na koncu še moji družini, Alenki, Vidu in Viliju, ki so verjeli, da bo nekoč diplomska naloga napisana.

VSEBINA

1	Uvod.....	1
1.1	Kratka predstavitev podjetja	1
1.2	Opredelitev obravnavane teme	4
2	Opredelitev osnovnih pojmov	5
2.1	Informacijski sistem.....	5
2.2	Razvoj novega informacijskega sistema.....	5
2.3	Stabilnost delovanja informacijskega sistema	6
2.4	Varovanje osebnih podatkov	6
3	DICOM standard	7
3.1	Nastanek Dicom Standarda.....	7
3.2	Predstavitev Standarda.....	8
4	PACS sistem.....	11
4.1	Predstavitev PACS sistema.....	11
4.2	Gibanje slikovnega materiala po PACS sistemu	12
4.3	Predstavitev PACS sistema v SBI	13
4.3.1	Zgodovina PACS sistema v SBI.....	13
4.3.2	Današnje stanje PACS sistema v SB Izola	16
4.3.3	Predstavitev dela na radiološkem oddelku brez PACS sistema	17
4.3.4	Predstavitev dela s PACS sistema v bolnišnici.....	18
5	SPIN analiza.....	21
5.1	Prednosti	23
5.2	Izzivi	26
5.3	Slabosti	27
5.4	Nevarnosti.....	27
6	Stroški in prihranki z postavitvijo pacs sistema.....	29
6.1	Prihranki s PACS sistemom iz naslova CT preiskav.....	29
6.2	Prihranki s kompletno digitalizacijo radiološkega oddelka.....	30
6.3	Stroški postavitve PACS sistema	31
6.4	Razlika med prihranki in stroški postavitve PACS sistema	32
7	Sklep	33
	Literatura in viri	35

PONAZORILA

Slika 1.1 Organizacijska shema SBI.....	3
Slika 3.1 Izgled – shema DICOM slike	9
Slika 4.1 PACS sistem.....	12
Slika 4.2 Vnos DICOM podatkov na RTG aparatu	13
Slika 4.3 PACS sistem na radiološkem oddelku leta 2003.....	15
Slika 4.4 Današnje stanje PACS sistema.....	16
Slika 4.5 Potek dela na radiološkem oddelku brez PACS sistema.....	18
Slika 4.6 Potek dela na radiološkem oddelku s PACS sistemom.....	19
Tabela 3.1 Pomembni mejniki v razvoju DICOM standarda	8
Tabela 5.1 SPIN analiza PACS sistema v SB Izola.....	22
Tabela 6.1 Izračun porabe filmov za CT preiskave od leta 1999 do konca leta 2005....	29
Tabela 6.2 Stroški izdelave ostalih filmov od leta 2003 do 2005.....	31

SEZNAM OKRAJŠAV

PACS	Picture Archiving and Communications System Sistem za komunikacijo in arhiviranje slik
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine Standard za digitalne slikovne metode in komunikacije v medicini
HIS	Hospital Information System Bolnišnični informacijski sistem
RIS	Radiology Information Systems Radiološki informacijski sistem
CT	Computed tomography Računalniška tomografija
MRI	Magnetic resonance imaging Magnetna resonanca
US	Ultra Sound Ultra zvok
CR	Computed radiology Računalniška radiologija
SBI	Splošna Bolnišnica Izola
ACR	American College of Radiology
NEMA	National Electrical Manufacturers Associations

1 UVOD

Splošna bolnišnica Izola je v zadnjih desetih letih vložila veliko truda v organizacijo in prenovu celotnega informacijskega sistema. Tako smo v letu 2000 zgradili celotno hrbtenico omrežja in že takrat predvideli možnost vpeljave PACS sistema na vsa delovna mesta, kjer se uporablja diagnostični slikovni material. Istočasno smo se začeli pripravljati na nadgradnjo bolnišničnega informacijskega sistema BIRPIS21. Po končani nadgradnji in odpravi spremljajočih težav z nadgradnjo smo pričeli z uvajanjem mini PACS sistema na radiološkem oddelku. Ker je bila izkušnja s PACS sistemom pozitivna tako s strokovne strani kot s finančne, smo začeli resneje razmišljati o popolni digitalizaciji radiološkega oddelka in vsega slikovnega materiala.

Predpogoj za resno delo s PACS sistemom je bil nakup aparatov, kateri omogočajo digitalno slikanje. Z uspešno predstavitvijo PACS sistema in njegovimi prednostmi se je Svet zavoda skupaj z upravo bolnišnice odločil za nakup zmogljivega CT aparata z možnostjo povezave v PACS sistem. Tako je bil izpolnjen prvi pogoj za resnejše delo z digitalnimi slikami. Od leta 2003 radiologi na svojih ekranih pregledujejo CT slike in ni potrebno razvijati teh slik na dragih filmih. S takim načinom dela se je začelo zmanjševanje stroškov iz naslova nabavljenih filmov ter boljša izraba delovnega časa radiologov zaradi zmanjšanja manipulativnega dela z slikami. Z vsemi temi izkušnjami smo se odločili, da bomo omenjeni sistem razširili na celotno bolnišnico, kar nam je uspelo v letu 2006.

1.1 Kratka predstavitev podjetja

Splošna bolnišnica Izola deluje že od leta 1945, seveda v različnih organizacijskih oblikah in do leta 1997 tudi na različnih lokacijah. Bolnišnični oddelki so bili v različnih krajih od Pirana do Ankarana v zastarelih in neustreznih stavbah. Zato je bilo potrebno združiti vse službe in dograditi bolnišnico, ki pa se je gradila celih 25 let in še vedno ni dokončana. Leta 1997 pa je le uspelo, da so se oddelki, ki so bili locirani v Kopru preselili in se pridružili ostalim oddelkom v Izoli.

Delovni proces v zavodu je organiziran po enotah:

- organizacijske enote zdravstva,
- gospodarsko-upravne enote in računovodstvo.

Splošna bolnišnica Izola je javni zavod. Ustanovitelj slovenskih bolnišnic je Vlada Republike Slovenije in spada pod resor Ministrstva za zdravstvo. Najvišji organ Splošne bolnišnice Izola je Svet zavoda, ki šteje 13 članov. Naslednja pomembna organa bolnišnice sta Strokovni svet bolnišnice (vsi predstojniki oddelkov in služb - medicinske dejavnosti) in Kolegij zdravstvene nege (vse glavne medicinske sestre oddelkov in služb - medicinske dejavnosti).

Bolnišnica Izola je organizirana v organizacijske enote zdravstva in gospodarsko upravne enote tako imenovane nezdravstvene službe. Bolnišnico vodi direktor zavoda ob pomoči strokovnega direktorja, ki je odgovoren za strokovne medicinske zadeve. Med vodilno osebje spada tudi pomočnik direktorja za finančno ekonomsko in splošno kadrovsko področje ter glavna medicinska sestra zavoda. V Splošni bolnišnici Izola so organizacijske enote zdravstva organizirane v oddelke in službe, le te pa vodijo predstojniki. Drugi del organizacijskih enot pa so nezdravstvene službe, ki delujejo kot podporne službe zdravstveni dejavnosti. V nezdravstvene službe štejemo: službo za prehrano - kuhinjo s ustreznim kadrom, tehnično vzdrževalno službo in upravo administrativno službo.

1.2 Opredelitev obravnavane teme

V diplomskem delu opisujem prenovo informacijskega sistema na radiološkem oddelku z vpeljavo PACS sistema.

Na področju digitalne radiologije so se v zadnjih letih naredili veliki premiki, ki so lahko za bolnišnice in ostale zdravstvene ustanove zelo učinkoviti s strani finančnega in strokovnega vidika.

V diplomskem delu bom poskušal razložiti, kako lahko z uporabo novih tehnologij, ki so nam na voljo, znižujemo materialne stroške poslovanja ter povečujemo kvaliteto strokovnega dela. S PACS sistemom izdelujemo digitalne arhive, ki bodo ostali »večno« shranjeni in bodo naslednjim generacija v veliko korist, saj se družba in svet vedno bolj digitalizirata.

V nalogi predstavljam primerjavo med delom na radiološkem oddelku pred in po uvedbi PACS sistema, zgodovino nastanka in trenutno stanje. S SPIN analizo sem preveril prednosti, slabosti, izzive in nevarnosti sistema ter jih tudi dodatno obrazložil.

V končnem delu naloge so analizirani stroški in prihranki, ki jih je uvedba sistema prinesla v poslovanje SBI.

2 OPREDELITEV OSNOVNIH POJMOV

2.1 Informacijski sistem

Definicija informacijskega sistema je: »Informacijski sistem je sistem, v kateremu se ustvarjajo, shranjujejo in pretakajo informacije.«

Informacijski sistem v podjetju oziroma organizaciji zagotavlja izvajanje procesov ter pridobivanje uporabnih informacij uporabnikom v tej organizaciji oziroma podjetju. Uporabnikom zagotavlja pomoč pri poslovnih analizah v danem okolju ter pomaga pri doseganju zastavljenih ciljev neke organizacije oziroma podjetja. Cilji so lahko povezani z dobičkonostnostjo podjetja, dolgoročnim preživetjem podjetja, rastjo podjetja, doseganjem večjega tržnega deleža ter v končni fazi z zadovoljstvom strank. Z ustreznim informacijskim sistemom lahko podjetje izboljša učinkovitost procesov ter uspešnost. Slednje lahko zagotovimo s pomočjo ustreznega oziroma boljšega vodenja podjetja, katerega zagotovimo s pomočjo kvalitetnih informacij, ki nam jih sodobni informacijski sistem nudi. Velikokrat smatramo informacijski sistem kot konkurenčno prednost. Po drugi strani lahko rečemo, da poslovanje brez dobrega informacijskega sistema vodi v nekonkurenčnost ter s tem v večjo neučinkovitost in neuspeh. (Avison in Fidgeon 2003, 3-4).

2.2 Razvoj novega informacijskega sistema

Pri razvijanju informacijskih sistemov sodelujejo poklicni informatiki, bodoči uporabniki in managerji. Managerji določijo okvirno vsebino bodočega sistema, ki mora biti usklajena s strateškimi in taktičnimi načrti organizacije. Poleg tega spremljajo razvoj in pomagajo pri reševanju nepredvidljivih težav. Bodoči uporabniki pri razvoju sodelujejo tako, da do najmanjših podrobnosti določijo svoje zahteve in s tem natančno opredelijo vsebino informacijskega sistema. Določijo vhodne podatke, izhodne podatke in pravila preoblikovanja vhoda v izhod na način, ki bo omogočal učinkovito in uspešno uporabo sistema v praksi ter s tem povečal konkurenčnost organizacije. Naloga informatikov pa je, da izberejo ustrezno računalniško in komunikacijsko tehnologijo, zasnujejo bazo podatkov in izdelajo računalniške programe tako, da bo delovanje informacijskega sistema čim bolj hitro, zanesljivo in poceni. (Gradišar 2001, 5)

2.3 Stabilnost delovanja informacijskega sistema

Stabilnost informacijskega sistema v zdravstvu je zelo pomembna. Podatek, da je možen ogled rentgenskih slik samo preko računalniškega ekrana pove, da sistem mora delovati 24 ur na dan in 365 dni v letu. Zato imamo v SBI predvidene ukrepe, kateri nam omogočajo stabilnost sistema. Poskrbljeno je za neprekinjeno napajanje sistemov, tako na strani strežnikov, kot delovnih mestih. V primeru izpada električne energije to zagotavljamo z agregatom. V letu 2005 smo začeli razmišlati o podvojitvi (replikaciji) strežnikov, katera bi nam zagotovila stabilno delovanje. S pomočjo replikacije bi zagotovili varnost podatkov in delovanje informacijske infrastrukture ob katastrofalnih izpadih primarne lokacije. Projekt še ni realiziran.

2.4 Varovanje osebnih podatkov

Varovanje osebnih podatkov ureja Zakon o varstvu osebnih podatkov (Ur.l. RS, št. 59/99). V bolnišnici se zavedamo problema varstva osebnih podatkov, zato smo leta 2005 pripravili predavanje za zaposlene na temo varovanje osebnih podatkov. Zavedamo se, da je človeški faktor pri varovanju podatkov zelo pomemben in zato je potrebno opozarjati na omenjeni zakon ter na etično držo zaposlenih, da se informacije o pacientih in njihovem zdravstvenem stanju ne prenašajo po bolnišnici in izven bolnišnice.

V bolnišnici skrbimo za varovanje podatkov na več načinov. Prostore fizično zaklepamo in tako onemogočamo dostop nepooblaščenim osebam. Dostop do strežnikov (strežniške sobe) imajo samo pooblaščen delavci. Prijava v računalniško omrežje bolnišnice je mogoča z uporabniškim imenom in geslom. Vse delovne postaje se po petnajstih minutah neaktivnega delovanja avtomatično zaklenejo. Za ponovno prijavo v sistem je potrebno še enkrat vnesti uporabniško ime in geslo. Uporabniki so razvrščeni v skupine, katere imajo določene pravice delovanja znotraj omrežja. Uporabniška imena spadajo v določene skupine uporabnikov, katerim je dodeljena pravica vpogleda v globino datotek z osebnimi podatki pacientov. Pravice nastavljamo na podlagi politike varovanja podatkov v bolnišnici.

Podatkovne arhivske kasete z osebnimi podatki hranimo na sekundarni lokaciji, katera je fizično ločena od prostora, kjer nastajajo arhivske datoteke.

3 DICOM STANDARD

3.1 Nastanek Dicom Standarda

DICOM – Digital Imaging and Communication in Medicine: standard za digitalne slikovne metode in komunikacije v medicini

Z vpeljavo računalniške tomografije (CT-ja) leta 1970, kateremu so sledile ostale digitalne diagnostične naprave in povečevanju števila računalnikov v zdravstvenih procesih, je ameriško združenje za radiologijo (American College of Radiology – ACR) in nacionalno združenje proizvajalcev elektronskih naprav (National Electrical Manufacturers Associations – NEMA) ugotovilo nujno potrebo po standardu za prenos digitalnega slikovnega materiala med napravami različnih proizvajalcev. ACR in NEMA so zato ustanovili delovno skupino, katera je imela nalogo, da razvije DICOM standard. Leta 1985 objavijo prvi standard imenovan Standard ACE-NEMA verzija 1. V ta standard so vključili standard, katerega so že leta 1982 razvili fiziki (Amerikan Association of Physicists in Medicine – AAPM) in je omogočal snemanje slikovnega materiala na magnetni trak. Slikovne datoteke, ki jih je razvil AAPM, so že tedaj bile “dvodelno” sestavljene iz t.i. zaglavja (headerja), ki je vseboval podatke o pacientu v obliki t.i. ključev (*TAG*-ov), in drugega dela, ki je predstavljal digitalni zapis slikovne informacije. Ta način zapisa je osnova tudi za sedanji DICOM zapis. Čez tri leta (1988) je objavljena nova verzija - standard ACR-NEMA verzija 2.0. Pri verziji standarda 2.0 je ostala večja težava pri komunikaciji med uporabniki v omrežju. Le-ti so namreč zahtevali, da se DICOM komunikacija odvija na računalniških omrežjih, ki uporabljajo tudi po svetu razširjene protokole – eden najbolj razširjenih je bil in še vedno je TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol). Po treh letih dela so razvili nov standard, ki je še vedno v veljavi: ACR-NEMA DICOM standard, imenovan tudi DICOM 3.0 standard. Dokončno je bil standard potrjen leta 1992. DICOM 3 je postal standard za prenos medicinskih slik in dodatnih informacij.

Tabela 3.1 Pomembni mejniki v razvoju DICOM standarda

Leto	Ime standarda	Dogodek	Opis
1982	AAPM standard	Temelj za razvoj	Ameriški fiziki postavijo svoj standard
1983	ACR-NEMA	Ustanovitev	Ustanovitev delovne skupine
1985	Prvi standard	ACR-NEMA verzija 1.0	Predstavitev prve verzije DICOM standarda imenovane tudi DICOM 1
1988	Drugi standard	ACR-NEMA verzija 2.0	Predstavitev druge verzije DICOM standarda imenovane tudi DICOM 2
1991	Tretji standard	ACR-NEMA DICOM standard	Predstavitev tretje verzije DICOM standarda imenovane tudi DICOM 3
1992	DICOM 3	DICOM 3	Dokončna potrditev standarda

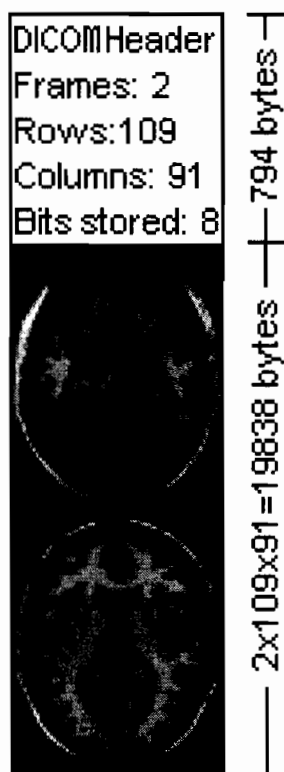
3.2 Predstavitev Standarda

DICOM standard opredeljuje digitalni format in protokole prenosa za biomedicinske slike in z njim povezane informacije. Specifikacija je uporabna na vsaki vrsti strojne opreme in tudi za prenos preko interneta. DICOM vmesniki so uporabni in razviti za vse vrste naprav, ki imajo za rezultat medicinsko slikovno informacijo, ne glede na proizvajalca strojne in programske opreme. V zadnjem času se DICOM standard uporablja tudi izven radiologije, npr. v interni medicini (EKG, endoskopije), patologiji, veterinarski medicini, stomatologiji, idr.

Na sliki 3.1 je shematsko prikazan DICOM zapis. V zaglavju so podatki o pacientu, vrsti preiskave, aparaturi, na kateri je opravljena preiskava, bolnišnici in ostali podatki. Drugi del slike je slikovna informacija, ki pa ni statična, saj jo je tudi po nastanku možno postprocesirati (potemniti, posvetliti, povečati, pomanjšati, spreminjati kontrastnost, meriti različne vrednosti, dimenzije ter drugo...).

Zaradi točnosti podatkov v samem zaglavju (*headerju*) je nujno potreben tudi točen vnos podatkov v DICOM / PACS sistem.

Slika 3.1 Izgled – shema DICOM slike



Vir: <http://www.sph.sc.edu/comd/rorden/dicom.html>

4 PACS SISTEM

4.1 Predstavitev PACS sistema

PACS - Picture Archiving and Communication System: sistem za komunikacijo in arhiviranje slik

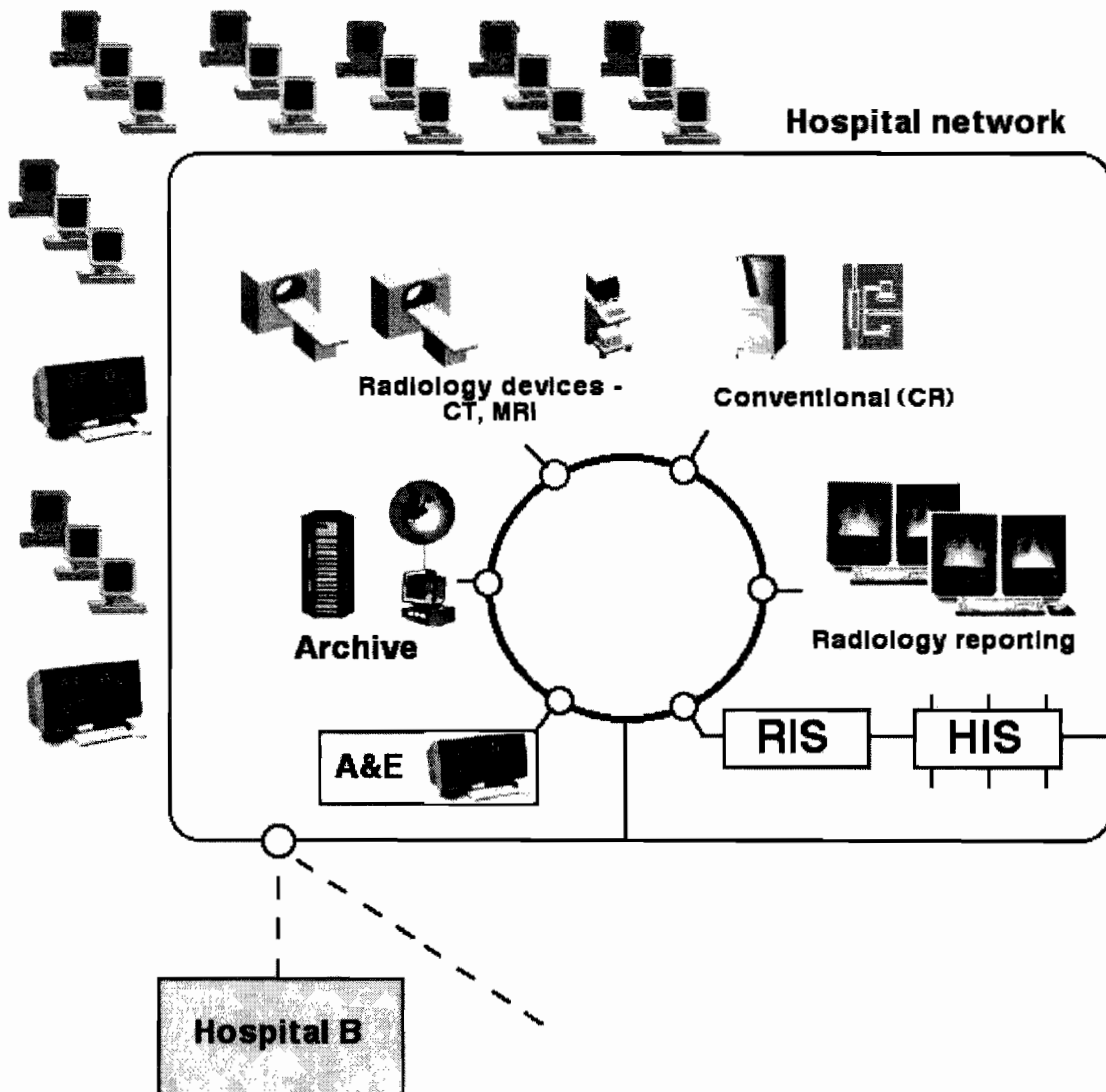
PACS sistem je sistem v mikrorračunalniško omrežje povezanih modalitet in drugih diagnostičnih aparatov (endoskopskih aparatov, videokamer, videorekorderjev, digitalnih fotoaparatorov,...) ter digitalnega arhiva. Nekje vmes so diagnostične delovne postaje (računalniki) z ustrežno programsko opremo, na katerih se pregledujejo (odčitavajo) in obdelujejo produkti diagnostičnih preiskav (slike, video zapisi,..). Pod pojmom modalitete imenujemo vse aparate (CT, MRI, UZ, CR), kateri so priključeni v PACS sistem. V vsakem PACS sistemu so slike zajete v elektronski obliki in iz vsake modalite se slike pošiljajo digitalnemu arhivu in uporabnikom na njihove delovne postaje. Tako radiološki tehnik, ki opravi slikanje, pošilja skupini ali določenemu zdravniku slike in tako omogoči hitrejše odčitovanje slik. Tak sistem omogoča, da zdravnik pregleda sliko še preden pride pacient nazaj v ambulanto. (ob nastanku slik je zdravnik takoj opozorjen, da je preiskava končana) Tako ni nepotrebnega čakanja, ko pacient pride nazaj v ambulanto, da zdravnik šele takrat pregleda sliko. Na tak način lahko istočasno slike pregleduje več zdravnikov. Npr. radiolog na svojem oddelku in kirurgi v operacijski dvorani, ki se pripravljajo na operativni poseg. Tak način dela vodi k timskemu delu, kar pripomore k večji kakovosti in višji učinkovitosti dela. V PACS sistem lahko povežemo še zunanji »svet«. Tako lahko slike pregledajo tudi zdravniki, ki niso trenutno v bolnišnici in imajo izkušnje s takšnimi poškodbami (npr. specialisti za kolena - OB Valdoltra). Enostavno se povežejo v omrežje (preko interneta in varnostnega VPN kanala), pregledajo slike na svojem ekranu (na delovnem mestu, doma ali iz poljubne lokacije, kjer je dostop do interneta) in podajo svoje mnenje o poškodbi.

V Slovenije trenutno uporabljajo PACS sistem še tri bolnišnice. Ortopedska bolnišnica Valdoltra, KOPA Golnik in Splošna bolnišnica Jesenice. Z vsem tremi smo elektronsko povezani, tako da si izmenjujemo slike pacientov po varnem VPN kanalu.

4.2 Gibanje slikovnega materiala po PACS sistemu

Slike, katere so narejene na modalitetah, preko omrežja pošiljamo na strežnik in delovne postaje radiologov. To poteka preko LAN omrežja z uporabo TCP/IP protokola. V PACS sistem je vključen še digitalni arhiv, na katerega se shranjujejo podatki. Digitalni arhiv skrbi za proces shranjevanja podatkov na DVD plošče. V sistem je vključen še spletni strežnik, kateri omogoča, delovnim postajam, katere nimajo ustreznih DICOM programov, da pogledajo željene slike.

Slika 4.1 PACS sistem



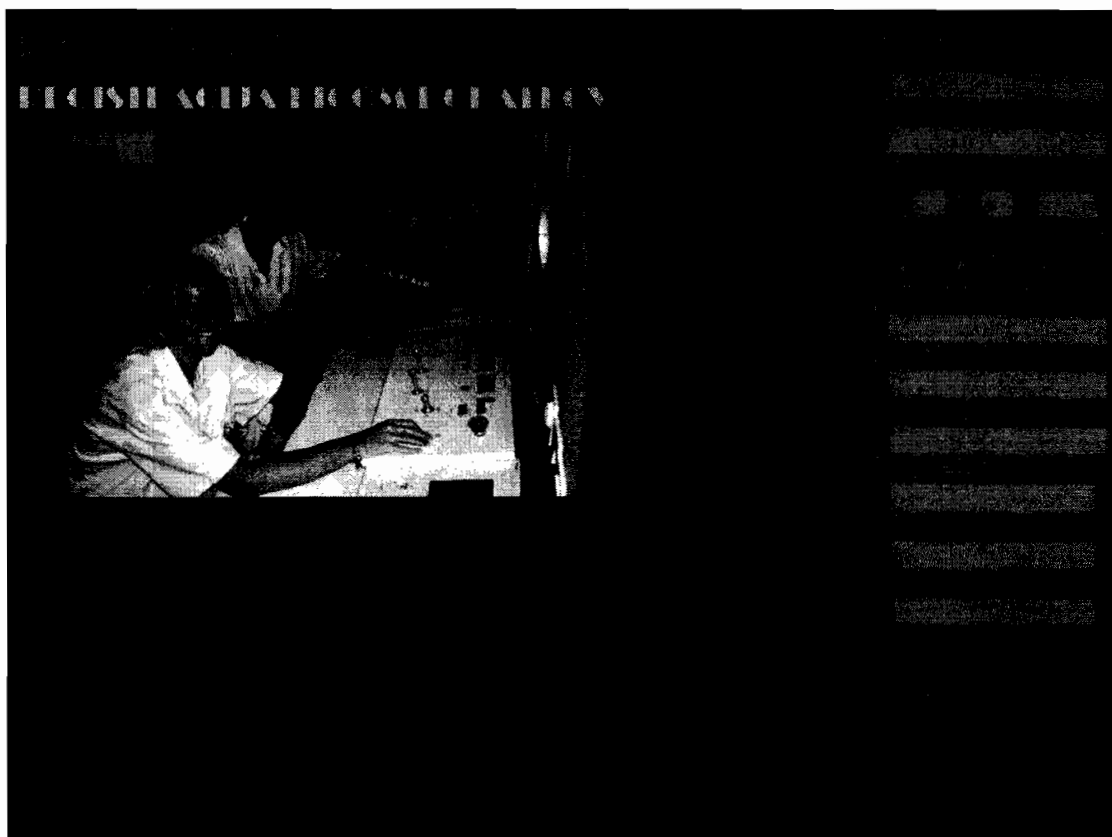
Vir: <http://renux.dmed.ed.ac.uk/EdREN/PACSpres/PACS%20pics/PACSfig.jpeg>

4.3 Predstavitev PACS sistema v SBI

4.3.1 Zgodovina PACS sistema v SBI

Ob nakupu novega teledirigiranega RTG aparata z digitalno TV verigo (1999) in ob nameravani zamenjavi zastarelega CT aparata (2001) smo že predvideli porast stroškov dela predvsem iz naslova porabe »CT filma«. Jasno je namreč bilo, da bo ob nakupu spiralnega CT-ja bistveno več slik, predvsem iz raznih rekonstrukcij serij spiral (ocenjen je bil porast stroškov filmov za 30 do 40 %). Zato smo že leta 1999 ob nakupu RTG aparata zahtevali potrebne DICOM licence in delovno postajo s programsko opremo Siemens MagicView 300. DICOM podatki so se vnašali v aparat na konzoli aparata z vpisom v posebno masko, kot je to razvidno iz slike 4.2, kjer je levo prikazana konzola, desno pa maska vnosa. Tako vnešeni podatki se nato pojavijo v zaglavju DICOM slik.

Slika 4.2 Vnos DICOM podatkov na RTG aparatu



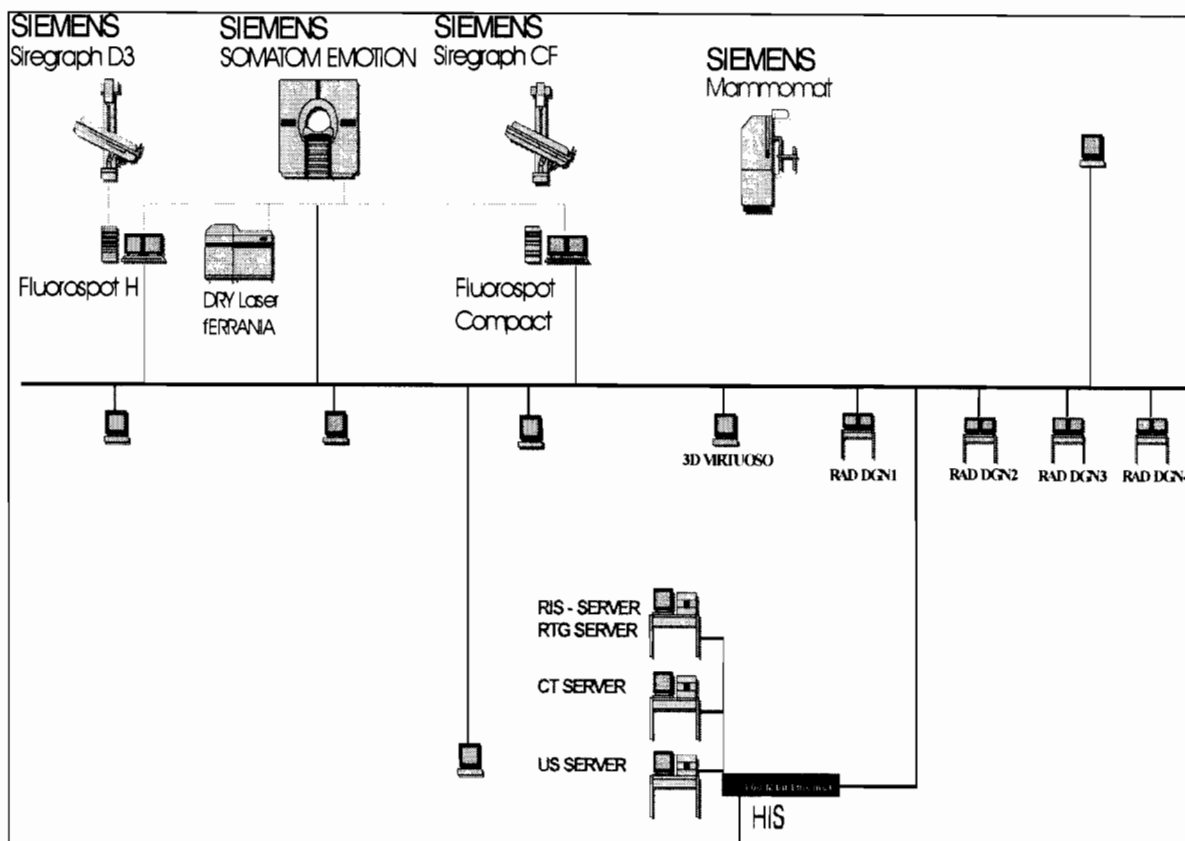
V ta čas sodijo začetki PACS sistema v SBI in začetki tako imenovanega »softcopy« odčitovanja na RTG aparatih opravljenih preiskav. Softcopy odčitavanje v radiologiji pomeni, da specialist radiolog pregleduje, analizira in v končni fazi odčituje CR, CT, MRI, UZ in druge slike iz računalniškega ekrana s pomočjo programskih orodij, katera podpirajo DICOM standard. V dobrih dveh letih smo se srečevali s kopico drobnih težav, ki smo jih sprti odpravljali in ob tem pridobivali dragocene izkušnje s PACS-om in DICOM-om. Istočasno smo razvijali lastni RIS (radiološki informacijski sistem), ki je nujno potreben v kolikor želimo, da bo tudi PACS normalno deloval.

Ob nabavi CT aparata smo posodobili tudi strojno in programsko opremo na delovnih postajah specialistov radiologov. Kupili smo tudi štiri licence za programsko opremo E-film workstation, ki je tudi danes osnovna programska oprema za softcopy odčitavanje vseh digitalno opravljenih preiskav v SBI. Zaradi dvoletnih izkušenj z DICOM-om prehod na PACS ob nakupu CT ni predstavljal večjih težav. Takoj po konfiguraciji je sistem zaživel in po dveh dneh nismo imeli nobenih težav. V začetku smo za arhiviranje podatkov uporabljali programsko opremo E-film. Leta 2001 smo proučili programski paket Conquest DICOM server, ki je namensko napisan in opravlja funkcijo DICOM strežnika – sistema za arhiviranje preiskav. Po nekajmesečnem testiranju smo ugotovili, da je program dovolj stabilen in kompatibilen z našim sistemom, da ga lahko začnemo resno uporabljati. Problem je nastal le pri programskem modulu za arhiviranje iz RIS-a , kateri je bil razvit za sistem shranjevanja slik, ki ga uporablja E-Film. Conquest ima popolnoma drugačen sistem hranjenja slik, tako da smo morali preprogramirati aplikacijo (RIS). Leta 2003 smo nabavili novi CT aparat proizvajalca Siemens. Aparat smo takoj, ko je bil nameščen, povezali v PACS sistem in začeli z pošiljanjem slik po sistemu. Tako smo imeli v sistemu povezane naslednje modalitete: CT, dva RTG aparata in UZ aparat. Radiologi so večino odčitavanj opravljali s pomočjo računalniških ekranov na svojih delovnih mestih. Ker se je z novim CT-jem povečalo število slikovnega materiala, smo nabavili tudi tri strežnike na katere se bo shranjeval celoten slikovni material. Zaradi dragih arhivskih rešitev smo se odločili za nabavo treh strežnikov na katerih so se shranjevali podatki. Na vseh treh strežnikih je bila nameščena programska oprema DICOM Conquest server, katera je brezplačna in je snemljiva na internetu (<http://www.xs4all.nl/~ingenium/dicom.html>). Na radiološkem oddelku smo imeli štiri delovne postaje, katere so povezane v PACS sistem in so imele nameščeno programsko opremo E-film workstation 1.9. Tri postaje so bile postavljene na radiološkem oddelku, ena delovna postaja pa je bila na UZ, kjer radiologi po končani preiskavi pregledajo in arhivirajo slike ter napišejo izvid.

V mreži imamo tudi zmogljivo delovno postajo za »post procesiranje« opravljenih preiskav in 3D prikaz slik Siemens 3D Virtuoso. Post procesiranje je postopek, ko računalniško združimo več slik in oblikujemo 3D model slik. Npr. post procesiranje se

uporablja pri rekonstrukciji poškodb glave, ožilja,... S takim postopkom dobimo na ekranu sliko glave v 3D prikazu.

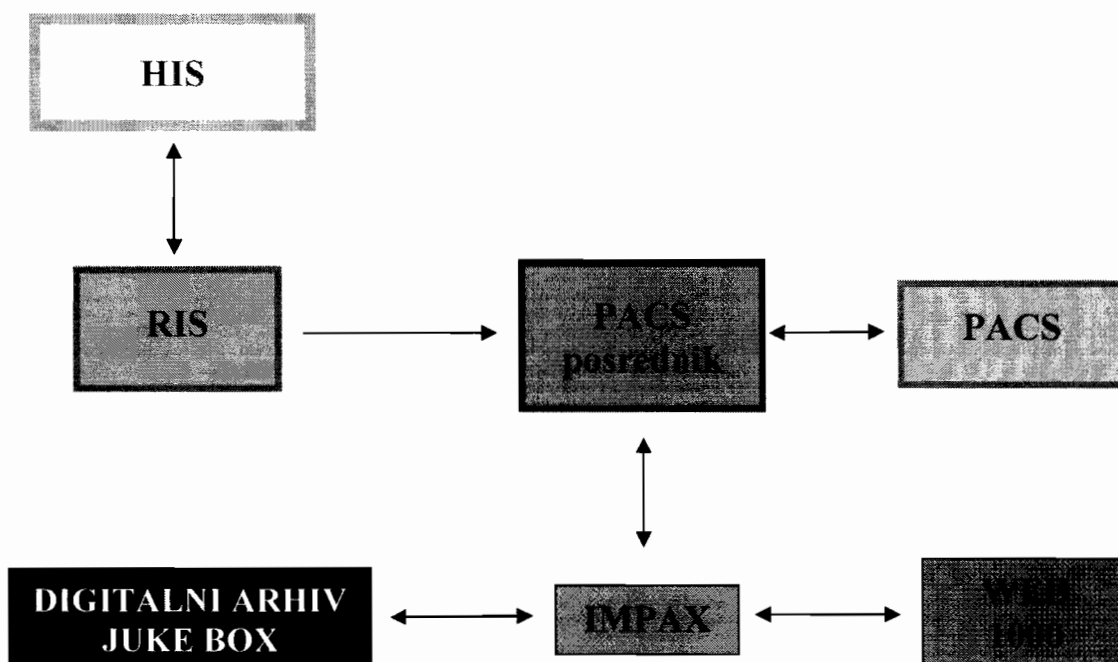
Slika 4.3 PACS sistem na radiološkem oddelku leta 2003



4.3.2 Današnje stanje PACS sistema v SB Izola

Na sliki 4.4 je shematsko prikazan proces pretoka informacij/naročil iz bolnišničnega informacijskega sistema (HIS) v radiološki informacijski sistem (RIS). V HIS se ustvari naročilo, katerega se pošlje naprej na RIS, kateri ga obdela. Po obdelanem naročilu (preverjanju podatkov v čakalni listi, delovni listi,...) RIS komunicira s PACS posrednikom, kateri zbere iz RIS-a vse potrebne informacije za nastanek DICOM zapisa. Zbrane informacije ki so temelj za nastanek DICOM zapisa posreduje aparatom (modalitetam). Ko modaliteta konča s preiskavo in je potrjena s strani radiološkega tehnika, ki je opravil slikanje, se podatek vrne nazaj k PACS posredniku, kateri posreduje slikovni material Impax strežniku.. Z Impax strežnikom so povezani radiološke diagnostične postaje in ostali uporabniki, kateri imajo na svojih delovni postajah naloženo programsko opremo za gledanje slikovnega materiala v DICOM formatu. Tako delujejo delovne postaje kot terminali. Na radioloških diagnostičnih postajah dobijo radiologi seznam opravljenih preiskav v DICOM formatu ali pa lahko poiščejo preko grafičnega vmesnika podatke iz digitalnega arhiva. Tako lahko primerjajo slike med seboj in npr. ocenjujejo stanje (napredovanje ali nazadovanje) bolezni oz. poškodbe. Prednost DICOM zapisa se opazi na diagnostičnih

Slika 4.4 Današnje stanje PACS sistema

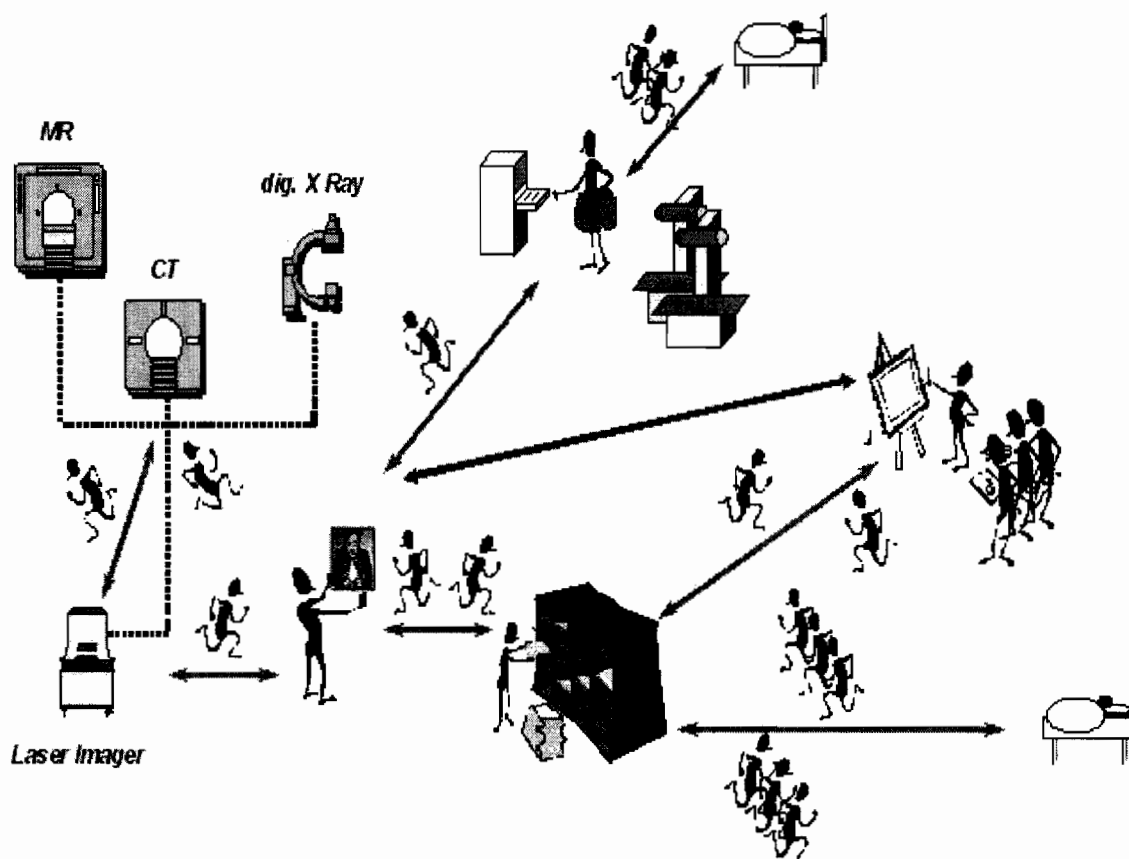


postajah, kjer lahko zdravnik na hiter način pride do podatkov o opravljenih preiskavah. Označi zelene preiskave in si jih naloži na računalnik. Ko ima slike naložene jih lahko še dodatno obdela (popravi kontrast, potemni, posvetli, poveča, pomanjša). Impax strežnik skrbi tudi za arhiviranje slikovnega materiala na DVD robota imenovanega JUKE BOX. Ime JUKE BOX ima robot zaradi svojega načina delovanja, kateri spominja na klasične predvajalnike glasbe iz 50-ih let. Omenjeni DVD robot je opremljen s 600 DVD ploščami. Tako ima robot kapaciteto arhiva 2,8 TB podatkov, na katere se zapisujejo vsi DICOM podatki, kateri so nastali v PACS sistemu. Arhiv zadošča za shranjevanje slikovnega materiala katerega bomo ustvarili v naslednjih petih letih. Ko se DVD plošče napolnijo jih enostavno zamenjamo z novimi - praznimi. Impax skrbi za zapisovanje na DVD plošče in za prenašanje podatkov iz DVD plošč na zahtevo strank. V sistemu imamo tudi strežnik z imenom WEB 1000, kateri skrbi za pošiljanje slik preko spletnega vmesnika. Tako imajo možnost pogledat slike tudi ostali zdravstveni delavci s predpogojem, da ima njihova delovna postaja naložen kakšen spletni brskalnik.

4.3.3 Predstavitev dela na radiološkem oddelku brez PACS sistema

Ko je pacient prišel v bolnišnico na ambulantni pregled ali na bolnišnično zdravljenje so ga zdravniki v večini primerov poslali na radiološko slikanje. Zdravnik je napisal naročilnico z podatki o mestu slikanja, diagnozi in jo izročil pacientu ali kateremu od sodelujočih zdravstvenih sodelavcev, da jo je odnesel na radiološki oddelek. Ko je napotnica prišla na radiološki oddelek so, jo v administraciji vnesli v program za obračun storitev. Po administrativnem postopku je šel pacient na slikanje. Tehnik je opravil slikanje in sliko takoj razvil v prostoru za razvijanje. Počakal je, da se je slika razvila, jo pregledal, če je dovolj kvalitetna, ter jo opremil z nalepkami. Če je bilo slikanje opravljeno za potrebe ambulantnega dela, potem jo je tehnik, po končanem postopku izročil pacientu, kateri jo je odnese nazaj v ambulanto. Če pa je bila slika narejena za hospitaliziranega bolnika jo je odložil v prostor radiologov za nadaljno odčitavanje in izdelavo mnenja. Radiolog si je slike odnesel v svojo delovno sobo, jih analiziral in napisal izvid, pospravil nazaj v kartone in jih spet odnese v vložišče, da so jih pospravili v arhiv. Če pa je pacient prišel na kontrolni pregled, je moral imeti zdravnik poleg novih slik še slike prejšnjega obiska, ko so mu prav tako opravili slikanje. Omenjene slike je morala sestra poiskati v arhivu. Nemalokrat pa so bile slike slabo vložene ali pa vložene pod napačno ime in jih ni bilo mogoče najti. Na sliki 4.5 opazimo veliko narisanih »črnih možičkov« (kurirjev), kateri prenašajo slike iz enega konca na drugi konec bolnišnice. Na koncu procesa je še arhivar, kateri vse te slike pospravi v arhiv.

Slika 4.5 Potek dela na radiološkem oddelku brez PACS sistema



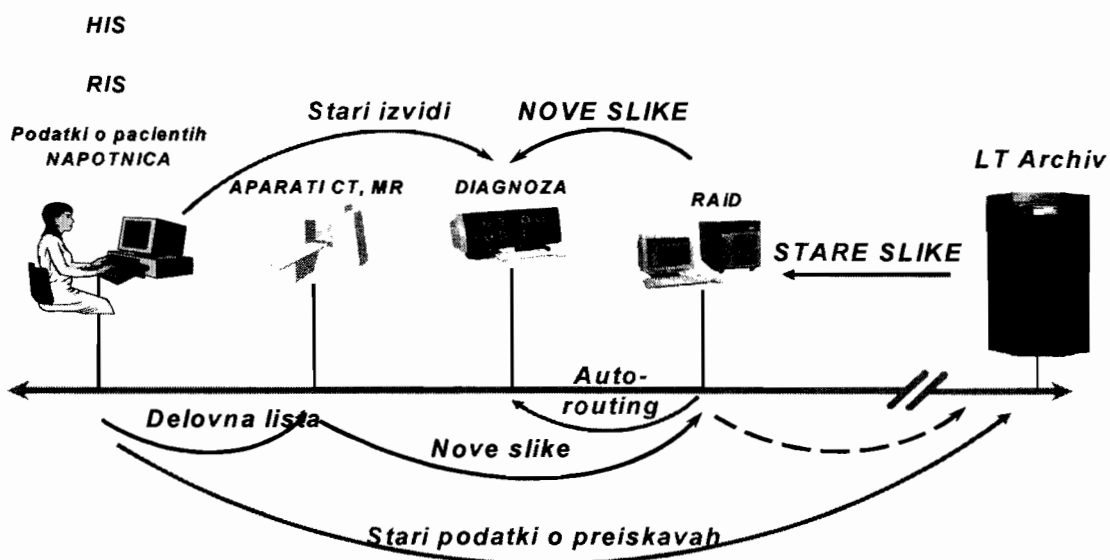
4.3.4 Predstavitev dela s PACS sistema v bolnišnici

Po uvedenem PACS sistemu pa poteka delo avtomatično in iz slike 4.6 izginejo »črni možički«, kateri sedaj potekajo po bolnišničnem omrežju.

Naročilnica je vpisana v bolnišnični informacijski sistem (HIS), kateri posreduje podatke naprej radiološkemu informacijskemu sistemu (RIS). RIS pacienta takoj vnese na delovno listi aparata, za katerega je bilo naročilo napisano (CT, CR, UZ, MRI,...). Ko je slikanje končano, tehnik takoj preveri ustreznost slik, jih po potrebi posvetli, doda ali odvzame kontrast, jih poveča in pošlje v PACS sistem. Takoj ko so v PACS sistemu, so na voljo vsem, uporabnikom omenjenega sistema. Na delovnih postajah lahko zdravniki pregledajo prispеле slike preden pride pacient nazaj iz radiološkega oddelka in ni potrebno čakati, da jih nekdo prenese. Tudi v primeru kontrolnega pregleda si lahko zdravnik prikaže stare slike, na ekranu jih pregleda in primerja.

Z novim načinom dela se je zmanjšal čas čakanja in število kurirjev za prenos slik iz enega konca na drugi konec bolnišnice.

Slika 4.6 Potek dela na radiološkem oddelku s PACS sistemom



V nadaljevanju bom s pomočjo SPIN analize analiziral prednosti, pomanjkljivosti, izzive in nevarnosti novega načina dela in še bolj podrobno opisal prednosti.

5 SPIN ANALIZA

Da bi ugotovil vse pomankljivosti pa tudi prednosti obstoječega sistema na osnovi ugotovitev pa podal predloge za izboljšanje, sem moral PACS sistem temeljito analizirati in preučiti.

Analizo sem izvedel z metodo SWOT oz. SPIN (slabosti, prednosti, izzivi, nevarnosti). SPIN analiza je metoda, s katero lahko analiziramo organizacijo kot celoto, lahko pa analiziramo le del organizacije ali pa posamezno področje. V štiri polja koordinatnega sistema vpišemo prednosti in slabosti obravnavanega področja ter poglobitne izzive in nevarnosti, ki so za to področje prisotni v okolju. V vsako polje zapisujemo ugotovitve, ki jih kasneje uredimo in jih uporabimo za podrobnejšo analizo.

Tabela 5.1 SPIN analiza PACS sistema v SB Izola

SLABOSTI	PREDNOSTI
<ul style="list-style-type: none"> - počasnost nabave oz. zamenjave opreme (modalitet) z vgrajenim DICOM standardom po celi državi, - slab odziv zdravnikov na PACS, - draga programska oprema PACS-a, 	<ul style="list-style-type: none"> - zmanjšanje stroškov izdelave filmov in arhiviranja, - možnost pregleda slik od doma oz. iz drugih ustanov, - hiter dostop do slik na intranetu in delovnih postajah, - neomejeno širjenje PACS sistema po vsej bolnišnici, - on-line dosegljivost arhiva slik, - boljša izraba delovnega časa radioloških tehnikov in radiologov, - zmanjšanje stroškov dela – ni potrebno tiskanje slik, - zmanjševanje stroškov za osebje, ki upravlja s klasičnimi arhivi, - zmanjševanje stroškov poštne ali kurirjev, - prednosti na strani napotnih zdravnikov: le ti lahko preko delovne postaje dostopajo takoj do vseh slik in študij shranjenih v digitalnem arhivih - bistveno povečanje učinkovitosti, - bistveno povečana učinkovitost pri delu radiologa, saj odpade manipulacija s slikami, ki je včasih ob evaluaciji vzela tudi do 60% odstotkov časa, - boljša interpretacija slik zaradi možnosti postprocesiranja, - odpade prostorski problem za arhiviranje slik, - hiter dostop do digitalnega arhiva za več uporabnikov hkrati, - bistveno večja racionalizacija oz. izkoristek delovnega časa vseh zaposlenih na radiološkem oddelku, - odpade uporaba kemikalij, ki so okolju škodljive.
IZZIVI	NEVARNOSTI
<ul style="list-style-type: none"> - biti prvi v Sloveniji, -postaviti center za arhiviranje medicinskih slik shranjenih v elektronski obliki z DICOM standardom, - ponujanje KNOW- HOW znanja pri postavitvi PACS sistemov v ostalih bolnišnicah v Sloveniji in izven, - povezovanje sistema v Sloveniji in izven. 	<ul style="list-style-type: none"> - zaradi slabega vnosa podatkov možna izguba digitalnih slik.

Že ob bežnem pogledu na opravljeno analizo lahko opazimo, da se večina ugotovitev nanaša na prednosti in na z njim povezane izzive, kar nam pove da smo na pravi poti , da kot pionirji PACS-a v Sloveniji delamo v pravi smeri.

5.1 Prednosti

- Zmanjšanje stroškov izdelave filmov in arhiviranja

Pri postavitvi PACS sistema in nabavi novih modalitet, ki imajo DICOM izhod, lahko zmanjšujemo stroške porabljenih filmov, arhiviranja slik, kemikalij za njihovo izdelavo in odvoz kemikalij. Ko preidemo na softcopy odčitavanje slik, ne potrebujemo več izdelave filmov, ker zdravnik dobi sliko na ekranu in jo lahko direktno odčita (analizira) ter napiše izvid. Kliniki v SBI dobijo v roke izvid, slike pa si lahko ogledajo na delovnih postajah na oddelku, v ambulanti ali v njihovi dežurni sobi. V nujnih primerih lahko slike pogledajo na ekranu še preden je izvid napisan. Takoj ko je preiskava narejena, so slike na voljo za pregledovanje vsem uporabnikom v bolnišnici in izven nje.

Pri postavitvi PACS sistema odpade tudi klasičen arhiv. Pri našem obsegu dela smo izračunali, da letno potrebujemo 9 m² arhiva za shranjevanje slik, katere opravimo v enem letu. Slike, ki so shranjene v PACS sistemu, so na voljo 24 ur na dan in 365 dni na leto, praktično v vsakem trenutku.

V nadaljevanju natančneje podajam oceno prihranka s postavitvijo omenjenega sistema.

- Boljša izraba delovnega časa radiologov

Delo radiologov je bilo pred uvedbo PACS sistema počasnejše. Pred odčitavanjem (analiziranjem) slik določenega pacienta so morali najprej poiskati slike v začasnem odložišču ter si postaviti slike iz za to namenjenih kartonov na negatoskop. Tako so tudi radiologi opravljali veliko »pešačenja«, katero je zmanjševalo njihovo učinkovitost in posledično povečeval čakalno vrsto. S prihodom novejših aparatov se je skrajšal čas izvedbe preiskav, posledično pa so se začele povečevati količine preiskav na kar je vplivala tudi počasnost odčitavanja slik in izdelava mnenj. Tako so morali vsak dan iz kartonov povleči vedno več slik in jih po končanem analiziranju spet pospraviti. Če so hoteli pogledati še stare slike, pa se je postopek odčitavanja oz. izdelava mnenja zavlekel.

Danes radiologi zaradi novega sistema učinkoviteje izvajajo svoje delo. Nič več ni fizičnega dela z slikami, ker so vse dosegljive na delovni postaji. Če je bila slika slabše narejena, jo lahko s pomočjo programskih orodij popravijo, tako da ni potrebno ponovno slikanje.

- Možnost pregleda slik izven bolnišnice oz. drugih ustanov

Ko slike digitaliziramo oz. jih prevedemo v elektronsko obliko, jih lahko prenašamo preko raznih digitalnih medijev (CD, DVD, USB ključi,...) in seveda preko interneta ter elektronske pošte. Tako lahko radiolog izven matične ustanove pregleda slike in poda svoje mnenje oz. napiše izvid. Seveda mora biti priključen preko VPN povezave oziroma preko varnega omrežja. S takšnim načinom dela lahko bistveno pripomoremo k hitrejšemu odčitovanju slik in s tem k hitrejšemu zdravljenju poškodovancev.

V naši bolnišnici so rentgenologi v pripravljenosti. To pomeni, da so doma in po potrebi pridejo v bolnišnico. Če gre za hujšo poškodbo, je čas začetka zdravljenja lahko usoden. Za poškodovanca, ki si je poškodoval glavo, je potrebno opraviti slikanje glave (CT glave). Pri takšni poškodbi je čas pomemben. S PACS sistemom je lahko pregled slik hiter in učinkovit. Po pozivu rentgenolog naloži slike preko interneta na osebni računalnik, jih pregleda in po telefonu sporoči izvid ali ga posname preko digitalnega diktafona. Istočasno lahko iste slike poškodovanca gledajo v Ljubljani, Valdoltri in se skupno odločijo za nadaljni postopek zdravljenja. Takšen sistem je uporaben tudi takrat, ko pacienta premeščajo v Ljubljano na nujno operacijo. Ker je pri poškodbah glave odzivni čas pomemben, lahko kliniki v Ljubljani opravijo analizo poškodbe, ko pacienta v naši bolnišnici šele pripravljajo na prevoz. Ko pacient prispe v Klinični center, je vse pripravljeno za njegovo zdravljenje in ni potrebno še enkrat izvajati istih diagnostičnih preiskav.

- Hiter dostop do slik na intranetu in delovnih postajah

Ena od pglavitnih prednosti PACS sistema je tudi ta, da so slike takoj, ko je končana preiskava (slikanje), dosegljive na delovnih postajah in na omrežju bolnišnice - intranetu pa tudi izven nje - internetu. Tako se ne izgublja čas z razvijanjem in transportom slik iz radiološkega oddelka do operacijske dvorane.

- Neomejeno širjenje PACS sistema po bolnišnici

Tako kot lahko uporabniki pregledujejo arhiv slik za radiološke preiskave lahko uporabniki tudi dodajajo slike v arhiv. Program E-film nam omogoča vnašanje digitalnih fotografij iz drugih oddelkov, katere avtomatsko pretvori v DICOM format. To nam pove, da je PACS sistem odprt in se lahko neomejeno širi po bolnišnici. V oddelku za patologijo dokumentirajo preko digitalnega fotoaparata tudi mikroskopske

slike rakastih ali zdravih celic. To pomeni, da se pacientovo odvzeto tkivo citopatološko pregleda, zdravnik pa lahko shrani sliko citološkega vzorca in jo shrani v PACS sistem.

Pred temu pa je potrebno zabeležiti v DICOM program osnovne podatke o pacientu :

- ime in priimek,
- datum rojstva,
- številko KZZ pacienta (Kartica Zdravstvenega Zavarovanja),
- matični indeks (zaporedna bolnišnična številka pacienta),
- napotnega zdravnika,
- idr.

Tako se tvori klasičen DICOM zapis, ki ima v glavi zapisane podatke o pacientu, v drugem delu so slike ali drugi zapisi oz. slikovne informacije. Tako si počasi tvorimo digitalni arhiv, kateri bi bil lahko na razpolago vsem ki bi potrebovali podatke o pacientu in bodo v prihodnosti temelj elektronskega zdravstvenega kartona (EZK).

Enako velja za laboratorij in za vse oddelke bolnišnice.

- Boljša izraba časa radioloških tehnikov

Delovni čas v zdravstvenih zavodih in pri delodajalcih s področja zdravstva in socialnega varstva traja 40 ur tedensko. Delovni čas delavcev, ki so razporejeni na delovna mesta, kjer delo stalno poteka v kontroliranemu območju ionizirajočega sevanja, delavcev v prosekturi, delavcev v specialnih laboratorijih, za katere so predpisani posebni zaščitni ukrepi pred mutagenimi, teratogenimi, karcinogenimi agensi in materiali, organskimi topili, formalinskimi spojinami, znaša 36 ur tedensko. Delavcem, ki imajo po zakonu pravico do skrajšanega delovnega časa zaradi posebnih pogojev dela, se ta delovni čas šteje kot polni delovni čas.

Zaradi dolgih dopustov rentgenologov in radioloških tehnikov je delo na tem oddelku lahko tudi zaradi kadrovske zasedbe upočasnjeno. Pred uvedbo PACS sistema so pri vsakem slikanju tehniki potrebovali cca. 5 minut, da se je razvila slika, če ni bila dobra so morali ponovit slikanje. Ko je v poletnih mesecih minimalno število tehnikov, se lahko čakalne vrste zaradi tega povečajo in prihaja do negodovanja pacientov ter do stresnih situacij oz. napetosti pri tehnikih. Z uvedbo PACS sistema lahko tehniki, takoj po slikanju pacienta preverijo ustreznost slike. Če je slika v redu, je preiskava končana in čez nekaj minut lahko pričnejo z novo preiskavo.

- Dosegljivost arhiva 24 ur dnevno

Slike, katere so narejene na aparatih z DICOM izhodom se s pomočjo PACS-a shranjujejo v digitalnem arhivu. Dosegljive vsem uporabnikom v omrežju (intranetu in internetu) 24 ur dnevno in 365 dni na leto. Ko imamo postavljen digitalni arhiv se slike ne iščejo več po zaprašenih arhivih. Zdravnik enostavno vpiše priimek in ime ali matični indeks pacienta ali datum rojstva v zato namenjen grafični vmesnik in program poišče po arhivu vse slike, katere ima ta pacient. Zdravnik izbere željene slike, npr. tiste, ki so bile narejene pred enim letom (npr. CT glave) in si jih naloži na računalnik. Istočasno si na ekran naloži današnje slike. S primerjanjem slik zdravnik enostavno pregleda napredovanje ali nazadovanje bolezni, Potrebno je omeniti tudi prihranjen čas sester (višjih in srednjih) in administratorok katerega so porabile za iskanje slik v klasičnem arhivu. Ta čas se pri raznih izračunih velikokrat zanemari, saj predvidevamo, da porabljen čas na »administraciji« ni pomemben. Če bi izračunali koliko časa porabimo z iskanjem razno raznih podatkov iz starih arhivov, bi bila številka zelo visoka. Prihranjen čas lahko pretvorimo v druge aktivnosti npr. usposabljanje kadrov ali tečaje komunikacije, s katerimi bi dvignili produktivnost na delovnem mestu.

5.2 Izzivi

V Sloveniji smo z uvajanjem in delovanjem PASC sistema med pionirji v slovenskem zdravstvu. Konec leta 2005 je Ministrstvo za zdravje objavilo Strategijo informatizacije slovenskega zdravstvenega sistema za obdobje do leta 2010, kjer na 16. strani omenjajo SBI, kot prvo ustanovo, kjer je bil izveden projekt popolne digitalizacije radiologije z namestitvijo prvega PACS sistema v Sloveniji. (http://www.mz.gov.si/fileadmin/mz.gov.si/pageuploads/mz_dokumenti/delovna_podrocja/zdravstveno_varstvo/kodele/eZdravje116slo.doc). Ministrstvo predvideva, da se bo radiologija popolnoma digitalizirala v nekaj letih. Tukaj ima SBI možnost posredovanja lastnih izkušenj in znanja ostalim zdravstvenim ustanovam.

Eden od naslednjih izzivov je postaviti center za arhiviranje medicinskih slik shranjenih v elektronski obliki z DICOM standardom. Povezali bi vse zdravstvene ustanove v enotno zdravstveno omrežje, preko katerega bi lahko upravičeni zdravstveni delavci pregledovali slikovni material za svojo delovno mizo v ambulanti ali dežurni sobi.

5.3 Slabosti

- Počasnost nabave oz. zamenjave opreme (modalitet), katere imajo vgrajen DICOM izhod

V slovenskem zdravstvu imamo v celi Sloveniji na področju slikovne diagnostike po večini zastarele aparate. To dokazuje tudi veliko število okvar na omenjenih aparatih, kar pa povzroča nelagodje med bolniki v naši bolnišnici in po celi Sloveniji. Velikokrat je v medijih (TV, radio, časopisih, internet,..) opaziti, da se začneja dobrodelna akcija za nakup UZ za srce, gastroskopa,....., s katerimi si bolnišnice in ostale zdravstvene ustanove pomagajo do nakupa novih aparatov. Pomembno je priti do spoznanja, da se z nabavo novih aparatov, katere uporabljajo nove tehnologije zmanjšuje tudi čas izvedbe preiskav. S tem pa se zmanjšujejo čakalne vrste. To vpliva na boljše počutje pacientov na njihovo večje zaupanje v zdravstvo in na drugi strani za bolnišnice pomeni zmanjšanje stroškov preiskav in boljši izkoristek delovnega časa zaposlenih.

- Slab odziv zdravnikov za PACS sistem

Ob začetku dela z digitalnimi slikami smo v bolnišnici pričeli s predstavljanjem dela s pomočjo digitalnih slik in »softcopy« odčitavanjem. V ta namen smo organizirali delavnice in predstavili prednosti novega sistema. Z izjemo redkih zdravnikov je bilo zanimanje za delavnico in delo z »softcopy« odčitovanjem slabo. Zdravniki so izpostavljali predvsem, da jim bo iskanje slik po računalniku vzelo preveč časa in da jim je gledanje klasično razvitih slik bolj enostavno in bolj priročno.

5.4 Nevarnosti

- Zaradi slabega vnosa možna izguba digitalnih slik

Največja nevarnost PACS sistemov je izguba slikovnega materiala. Tukaj mislim predvsem na slab vnos vhodnih podatkov. Na aparatih, kjer še nimajo DICOM zajema slik, si pomagajo s t.i. »digitajzerjem«. Omenjen aparat pretvori sliko iz fosfornih plošč v digitalno obliko. Tehniki ročno preko grafičnega vmesnika v program vnesejo podatke o preiskavi in označijo mesto slikanja, (slikanje noge, gležnja, glave,...) V tem delu delovnega procesa lahko pride do napak, ki jih pogojuje človeški faktor.



6 STROŠKI IN PRIHRANKI Z POSTAVITVIJO PACS SISTEMA

6.1 Prihranki s PACS sistemom iz naslova CT preiskav

V tabeli 6.1 prikazujem stroške, katere smo od leta 1999 pa do konca leta 2005 imeli s CT filmi. Po nabavi novega CT aparata smo prešli na t.i. softcopy odčitovanje slik za katerega je bil pogoj nov aparat. CT smo nabavili leta 2002, in pričeli z delom septembra istega leta. Ker so bile CT priskave zaradi demontaže starega in montaže novega CT ustavljene za en mesec in so se filmi delali kot vzporedni varnostni sistem, podatki za to leto niso realni in jih bom izpustil iz tabele. Lekarna je nabavila tudi večje količino filmov, katerih na RTG niso bili uporabljeni. Neuporabljene filme pa ni bilo možno vrniti dobavitelju oz. jih zamenjati za druge, zato smo jih podarili novemu lastniku starega CT aparata. Točnih podatkov o tem ni, zato bi bil izračun za to leto nerealen in zato jih nisem podal v tabeli. Z novim načinom se je zmanjšal tudi strošek kemikalij, ker smo prešli na t.i. suh način razvijanja filmov. S prejšnjim CT-jem je bilo potrebno film kemično obdelati, da smo dobili sliko. Z novim CT-jem smo dobili tudi nov laserski tiskalnik FERRANIA, ki s pomočjo laserja naredi potrebne filme. Tako razvite filme smo potrebovali predvsem za zdravnike, kateri niso bili večji dela z računalnikov. Filme smo izdelovali tudi za zunanje zdravnike, kateri so napotili pacienta na določeno diagnostično preiskavo in so zahtevali slike.

Tabela 6.1 Izračun porabe filmov za CT preiskave od leta 1999 do konca leta 2005

Leto	Število opravljenih CT preiskav	Poraba filmov za CT	Vrednost filmov	Povprečna cena enega filma	Brez PACS-a bi porabili	Prihranek s PACS sistemom
1999	1.466	6.300 kos	3.539.725 sit	561 sit/ film	-	-
2000	1.399	7.400 kos	4.864.594 sit	655 sit/film	-	
2001	2.257	2.100 kos	1.740.974 sit	829 sit/film	6.928 filmov	5.743.312 sit
2002						
2003	2383	700 kos	588.096 sit	840 sit/film	9.532 filmov	7.418.880 sit
2004	2717	1700 kos	1.707.648 sit	1004,5 sit/film	9.168 filmov	9.209.256 sit
2005	3826	1200 kos	1.205.398 sit	1004,5 sit/film	14.104 filmov	14.167.468 sit
					Skupaj prihranek:	36.538.916 sit

Poudariti velja, da novi CT izvaja spiralna slikanja predvsem pri CT preiskavah prsnih in trebušnih organov. To pomeni, da lahko ob enem slikanju naredi tudi do 100 slik in več, kar služi za razne 3D rekonstrukcije. Ker vse te slike radiolog pregleda na svojem ekranu, jih ni potrebno izdelati. Pri izračunu sem upošteval, da vsaka CT preiskava naredi 60 slik, kar se lahko natisne na 4 filme. Z novim spiralnim CT, ki je bil nabavljen leta 2005, se je možnost dodatnih preiskav povečala. Nove preiskave potrebujejo veliko število slik zaradi 3D rekonstrukcij in zahtevnosti preiskav.

V zgornji tabeli nisem upošteval spiralnih slikanj, ker takih podatkov v naši bolnišnici še ne spremljajo. Če bi bili na voljo tudi ti podatki, bi bil prihranek seveda večji.

6.2 Prihranki s kompletno digitalizacijo radiološkega oddelka

Ker se tehnologija na področju CT preiskav in aparatov hitro spreminja in ponuja iz dneva v dan večje možnosti dodatnih preiskav, je bolnišnica kot prioriteto postavila nabavo novega CT aparata, ki smo ga uspešno vključili v delovni proces leta 2005.

V vseh teh letih smo na urgentnem delu radiološkega oddelku izdelovali tudi klasične slike s pomočjo razvijalne komore in z uporabo kemikalij (razvijalca in fiksirja). Ker obstoječi aparati nimajo možnosti izdelave digitalne slike v DICOM zapisu, smo se odločili, da bomo slikali še naprej s klasičnimi aparati vendar bomo s pomočjo naprave, katera se imenuje digitaizer slike pretvarjali v digitalno obliko. V aparate po novem namesto filmov vstavljamo fosforne plošče, na katere se shrani slika. Fosforne plošče vstavimo v digitajzer, preko katerega se slika prekopira v digitalno obliko. Tehniki preko programskih orodij opremijo sliko z potrebnimi DICOM podatki. Po končanem postopku fosforno ploščo enostavno zberemo in je ponovno pripravljena za novo slikanje.

V letu 2006 smo popolnoma digitalizirali radiološki oddelek, tako da se filmi ne razvijajo več. V tabeli 6.2 sem prikazal stroške vseh filmov in kemikalij, katere smo imeli od leta 2003 do konca leta 2005.

Tabela 6.2 Stroški izdelave ostalih filmov od leta 2003 do 2005

	Strošek filmov	Strošek kemikalij	Skupaj :
Leto2003	14.869.149,60 SIT	1.612.918,70 SIT	16.482.068,30 SIT
Leto2004	16.194.121,16 SIT	1.741.942,20 SIT	17.936.063,36 SIT
Leto2005	16.627.521,19 SIT	1.975.400,54 SIT	18.602.921,73 SIT
		Skupaj :	53.021.053,39 SIT

Iz tabele 6.2 je razvidno, da se strošek izdelave in nabave filmov iz leta v leto povečuje. Z popolno digitalizacijo radiološkega oddelka, pa bomo zmanjšali strošek iz naslova nabavljenih filmov za cca. 20 milijonov tolarjev letno.

6.3 Stroški postavitve PACS sistema

Za postavitev celotne digitalizacije radiološkega oddelka in vzpostavitev PACS sistema na nivoju bolnišnice smo izvedli javno naročilo v letu 2005. V javnem naročilu smo zapisali, da iščemo sistem za digitalizacijo s tehnologijo fosfornih plošč z možnostjo digitalne mamografije in podprt s PACS sistemom - za odčitovanje, shranjevanje, distribucijo in arhiviranje s tem sistemom zajetih digitalnih slik. Ocenjena vrednost javnega naročila je znašala 95.000.000,00 SIT brez davka na dodano vrednost. Na javni razpis se je prijavilo podjetje Interexport, ki zastopa blagovno znamko AGFA. Interexport ima v naši bolnišnici referenčno točko za ostale bolnišnice v Sloveniji in izven, kar je vplivalo na ceno dobavljene opreme.

Z podjetjem AGFA smo se dogovorili za kreditno pogodbo, v kateri je zapisano, da bomo znesek odplačali v petih letih. Mesečnih obrok tako znaša 1,9 milijona tolarjev. V ceni ni všteta izdelave omrežja, nabava stikal, nabava in postavitve opreme po celotni bolnišnici, katero smo z leti nadgrajevali in postavljali zaradi razširitve PACS sistema.

Med stroške velja omeniti še stroške vzdrževanja PACS sistema, ki ga nam nudi podjetje Interexport iz Ljubljane. Konkretno pogodbe o vzdrževanju še nismo podpisali, ker se vodstvo SBI ne strinja s pavšalnim mesečnim izračunom za vzdrževanje sistema. V tujini je strošek letnega vzdrževanja od 5 do 10 % celotne investicije. Vzdrževalne pogodbe pokrivajo celoten sistem od programske opreme (brezplačne nadgradnje programov) do zamenjave pokvarjene strojne opreme (strežniki, delovne postaje, komunikacijska oprema, digitajzerji). Ker pogodba še ni podpisana, nimam konkretnih podatkov, zato tega stroška ne morem finančno ovrednotiti.

Ker je bolnišnica že vrsto let v izgubi, je zaradi sanacije ustavljeno zaposlovanje in izobraževanje zaposlenih. Zaradi pomembnosti sistema za samo poslovanje bolnišnice bi bilo potrebno dodatno zaposliti systemskega inženirja, ki bi skrbel za delovanje sistema. Omenjena zaposlitev bi ugodno vplivala tudi na višino mesečne vzdrževalne pogodbe. Tudi omenjene zaposlitve in potrebnega dodatnega izobraževanja ne morem finančno ovrednotiti.

6.4 Razlika med prihranki in stroški postavitve PACS sistema

Iz zgornjih tabel je razvidno, da so prihranki veliki. Če vzamemo podatke za leto 2003, 2004 in 2005 dobimo, da bi s kompletno digitalizacijo slikovnega materiala na radiološkem oddelku od leta 2003 prihranili **83.816.657 tolarjev**. Tukaj velja še enkrat poudariti, da so prihranki pri CT filmih težko točno izračunljivi. Kadar se delajo preiskave in je potrebna rekonstrukcija slik ali pa izdelava 3D modela, Aparat naredi tudi do 200 slik na eno preiskavo. Za 200 slik bi porabili oz. morali izdelati 15 filmov. V izračunih upošteval, da ena CT preiskava naredi 60 slik, kar predstavlja štiri filme.

Stroški postavitve sistema so v programski in strojni opremi, katero smo nabavili s pomočjo javnega razpisa. Žal pa stroškov, kot so vzdrževanje sistema, dodatna kadrovska okrepitev in izobraževanje zaposlenih, ne morem izračunati, ker zato nimam ustreznih podatkov. Na podlagi hipotetičnega izračuna stroškov dejanske potrebne opreme, kadra in izobraževanja se investicija povrne v petih letih.

Med prihranke je potrebno všteti boljši izkoristek delovnega časa radiološkega oddelka, arhivarjev, kurirjev, kateri so veliko časa porabili s prenosom klasičnih slik ter njihovim shranjevanjem. Storitve kot so ON-LINE arhiv, dosegljivost 24 ur na dan 356 dni na leto, gledanje slik na daljavo, pošiljanje le-teh drugim zdravnikom v zdravstvenem procesu se težko finančno ovrednotijo.

Iz vsega navedenega sledi, da je natančen izračun stroškov nemogoč, ker so nekateri stroški še vedno finančno neopredeljeni.

7 SKLEP

V diplomski nalogi sem predstavil vpeljavo PACS sistema na radiološkem oddelku Splošne bolnišnice Izola. V letu 1999 smo imeli samo eno postajo, na kateri smo lahko pregledovali digitalne slike. Počasi, z nabavo nove opreme, smo začeli graditi prvi mini PACS sistem v Sloveniji.

Prednost PACS sistema je hitro in učinkovito prenašanje slik po računalniškem omrežju znotraj in izven bolnišnice. S tem je večja tudi učinkovitost zaposlenih zaradi boljšega izkoristka delovnega časa. Veliko zaposlenih je bilo do vpeljave PACS sistema vpetih v fizični prenos slik. Sestre, kurirji ali sami zdravniki so hodili po slike na radiološki oddelek ter jih po končanem procesu zopet dostavili na radiološki oddelek. Nazadnje so jih morali še pospraviti v arhiv. Zaradi prenašanja slik po različnih oddelkih se je veliko slik založilo oz. izgubilo. S PACS sistemom vse te aktivnosti odpadejo, ker so slike dosegljive 24 ur na dan v digitalnem arhivu in jih ni potrebno iskati v klasičnih arhivih.

Eden izmed velikih dosežkov za Splošno bolnišnico Izola je tudi finančni prihranek, ki ga prinaša uvedba PACS sistema. Za bolnišnico, ki je v finančnih težavah je vsak prihranek dobrodošel. Zmanjševanje stroškov izdelave filmov je na letni ravni 32 milijonov tolarjev, kar je velik letni prihranek za bolnišnico.

To je opazilo tudi Ministrstvo za zdravje, katero je v Strategijo informatizacije slovenskega zdravstvenega sistema za obdobje do leta 2010 zapisalo, da bi morale vse bolnišnice popolnoma digitalizirati radiološko dejavnost do leta 2010.

Prihodnost PACS sistema v SBI vidim v nadgradnji oz. nabavi novih modalitet na radiološkem oddelku. V letu 2006 potekajo pogovori za nakup aparata za magnetno resonanco, ki bi povečal diagnostične zmogljivosti radiološkega oddelka. PACS sistem bomo v prihodnje razširili tudi na ostale diagnostične službe. V ta namen bomo nabavili aparate z DICOM zapisom, kot so mikroskopi, digitalni fotoaparati, bronhoskopi, EKG aparati, aparati za monitoring stanja pacienta. V naslednjih letih bomo pričeli tudi z izvajanjem intenzivnejšega izobraževanja zaposlenih, predvsem zdravnikov. Potrebno jim je predstaviti nove pridobitve ter prikazati sistem kot prednost pri njihovem vsakdanjem delu. Ko bo celotno slovensko zdravstvo povezano v enoten zdravstveni portal, se bodo lahko začele slikovne informacije gibati po omenjenem portalu in bodo dostopne vsem, ki bodo za to upravičeni.



LITERATURA IN VIRI

- Avison, David in Gay Fitzgerald. 2003. *Information systems development methodologies, Techniques and tools*. New York: McGraw-Hill.
- Gradišar, Miro. 2001. *Informatika v poslovnem okolju*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
- Kovač, Rožana. 2005. *Letno poročilo o opravljenem delu SBI 2005*. Interno gradivo SBI
- Kodele, Drago, Franc Košir, Dorjan Marušič, Marjan Sušelj in projekt RUSZV. 2005. *Strategija razvoja e-zdravja do leta 2010*.
[Http://www.mz.gov.si/index.php?id=9204](http://www.mz.gov.si/index.php?id=9204) (10. 8.2006).
- Clunie, David. 2004. *DICOM implementations for digital radiography*.
[Http://www.dclunie.com/papers/rsna2003dr_refcoursetext.pdf](http://www.dclunie.com/papers/rsna2003dr_refcoursetext.pdf) (10. 8.2006)
- Clunie, David. 2004. *DICOM, workstations and PACS*.
[Http://www.dclunie.com/papers/SPIE_20040217_Workstation.pdf](http://www.dclunie.com/papers/SPIE_20040217_Workstation.pdf) (10. 8.2006).
- Clunie, David 2004 *What's new in DICOM in 2001*.
[Http://www.dclunie.com/papers/spie_mi_2001_Workshop.pdf](http://www.dclunie.com/papers/spie_mi_2001_Workshop.pdf) (10. 8.2006).
- <http://medical.nema.org/> (17. 8.2006).
- <http://renux.dmed.ed.ac.uk/EdREN/PACSpres/PACS%20pics/PACSfig.jpeg>
(7. 8.2006)

