

# ARHIVIRANJE MEDICINSKIH SLIKA U DIGITALNOME OBLIKU

GILBERT HOFMANN, mag. physioth<sup>1</sup>, izv. prof. dr. sc. HRVOJE STANČIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lječilište Veli Lošinj, Podjavori 27, Veli Lošinj, gilbert@net.hr

<sup>2</sup> Odsjek za informacijske i komunikacijske znanosti, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Ivana Lučića 3. Zagreb,

## Sažetak

**UVOD:** Ubrzani razvoj računalne tehnologije i mrežne komunikacije udaljenih računala, utječe na metode očuvanja elektroničkih dokumenata. Javlja se opasnost da gradivo postane nepouzđano, da izgubi autentičnost u potpunosti ili na pojedinim svojim razinama.

**RAZRADA TEME.** Razvoj dijagnostičkih slikovnih pretraga (RTG, CT, MRI ili ultrazvuk) izrazito je unaprijedio dijagnostiku, što je pridonijelo uspješnijoj terapiji i značajno boljoj prognozi kod niza bolesti i patoloških stanja. Svaki od ovih dijagnostičkih modaliteta ima svoje mjesto u algoritmu slikovnih metoda, i to pri postavljanju dijagnoze, lokalizaciji te procjeni proširenosti patološkog procesa. Cilj ovog rada jest prikazati metodologiju dugotrajnog očuvanja medicinskih slika u zdravstvenim ustanovama uz suvremene DICOM standarde i PACS sustave za arhiviranje slikovnih dokumenata u zdravstvu.

**ZAKLJUČAK:** Uspostavljanje sustava za digitalno očuvanje medicinskih slika zahtijeva velike promjene unutar zdravstvenih ustanova: analizu poslovnih procesa, cjeloživotnu edukaciju kadrova te osiguranje financijskih sredstva za održavanje i poboljšanja sustava koja moraju pratiti razvoj informacijske tehnologije.

**KLJUČNE RIJEČI:** očuvanje medicinske dokumentacije, medicinske slike, DICOM standardi, radiološki informacijski sustavi

## ARCHIVING OF MEDICAL IMAGES IN THE DIGITAL FORMAT

1. Health Resort Veli Lošinj, Podjavori 27, Veli Lošinj, Croatia
2. Department of Information and Communication Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Zagreb, Ivana Lučića 3. Zagreb, Croatia

## Abstract

**INTRODUCTION:** The rapid development of computer technology and network communication of remote computers, affects the methods of preservation of electronic documents. There is a danger that the material becomes unreliable, losing authenticity completely or at some of its levels.

**SUBJECT TOPICS:** The development of diagnostic imaging (X-ray, CT, MRI or ultrasound) highly improved diagnostics, which led to more successful therapy and significantly improved prognoses in a number of diseases and pathological conditions. Each of these diagnostic modalities has its place in the algorithm of imaging, both in the diagnostics and localization as well as the assessment of the extent of a pathological process. The aim of this article is to describe the methodology of long-term preservation of medical images in medical facilities with modern DICOM standards and PACS systems for archiving image documents in health care institutions.

**CONCLUSION:** The establishment of systems for digital preservation of medical images requires major changes within medical institutions: analysis of business processes, continuous education of personnel, and securing the necessary financial resources for maintaining and improving the system, which ought to follow the development of information technology.

**KEY WORDS:** preservation of medical records, medical images, DICOM standards, radiology information system

## Uvod

Ubrzani razvoj informacijskih i komunikacijskih tehnologija, stalni razvoj računalne tehnologije i mrežne komunikacije udaljenih računala, utječe na metode očuvanja elektroničkih dokumenata. Ustanovama specijaliziranim za čuvanje dokumenata poput arhiva ili tvrtkama koje svoje poslovanje obavljaju i kroz elektroničku dokumentaciju, poseban problem predstavlja arhiviranje gradiva na dulji vremenski rok. „Naime, informacijska tehnologija korištena za stvaranje gradiva vrlo brzo zastarijeva, pa mogućnost pretraživanja i pregleda gradiva postaje upitna već nakon kratkog vremena čuvanja. Dapače, javlja se opasnost da gradivo postane nepouzdan, tj. da za korisnike postane nevjerođostojno, odnosno da izgubi autentičnost u potpunosti ili na pojedinim svojim razinama.“(1)

„Informacijski objekt predstavlja bilo koje gradivo koje pruža informaciju bez obzira nalazio se on u analognom ili digitalnom (elektroničkom) obliku, pri čemu su računala samo jedna od metoda i tehnika njegove obrade. Elektronički informacijski objekt, pak, predstavlja onaj objekt koji je nastao uz pomoć informacijske tehnologije, bez obzira je li to njegov izvorni oblik ili je riječ o gradivu u klasičnom obliku koje je preneseno u elektroničku okolinu postupkom digitalizacije.“(1)

Svaki elektronički informacijski objekt može se promatrati s njegove fizičke, logičke i konceptualne razine:

**Fizička razina** predstavlja razinu zapisa elektroničkog informacijskog objekta na neki medij na osnovi jedinstvenog binarnog sustava. Postoje različiti elektronički mediji i svaki ima svoj način bilježenja zapisa. „Na različiti će se način, primjerice, bilježiti zapisi na magnetske u odnosu na optičke medije. Isto tako se na istu magnetsku traku zapisi mogu bilježiti nekomprimirano i komprimirano, dakle, fizički gledano, zgusnutije. Upravo zbog toga postoje konvencije, odnosno standardi, kojima je jedinstveno određeno kako se na koji medij zapisi bilježe i kasnije čitaju. Ti standardi su ugrađeni u uređaje za zapis na medije i predstavljaju sučelje između binarnog sustava kao sustava znakova i fizičkog medija na koji se oni bilježe.“(1) Na ovoj razini pojavljuju se problemi trajnosti medija i zapisa na njima pri čemu se postavlja pitanje trajnosti određenog medija. „Na to pitanje nije nimalo lako odgovoriti, jer na trajnost utječe kako okolina u kojoj se medij nalazi, tako i organizacijska infrastruktura (računala i programi) i ritam njezine izmjene. Znači, kad se govori o trajnosti medija, to se može odnositi i na njegovu fizičku trajnost, ali isto tako i na njegovu trajnost u smislu (ne) zastarjelosti same tehnologije i uređaja potrebnih za čitanje sadržaja koji se na njemu nalaze.“(1)

**Logička razina** određuje način na koji će sadržaj biti fizički organiziran i zapisan na određenom mediju, čime je ova razina povezana s fizičkom razinom. Na logičkoj razini objekti mogu biti jednostavno ili složeno zapisani. Tako, primjerice, kod jednostavnog zapisa neki tekstualni dokument može u cijelosti biti zapisan u PDF formatu. Kod složenih zapisa takav tekst podijeljen je u više poglavlja, a svako poglavlje može se nalaziti u zasebnom PDF dokumentu. Kod takvih složenih zapisa mora postojati poveznica koja

ista ta poglavlja čini jedinstvenom cjelinom.(1)

**Konceptualna razina** predstavlja razinu elektroničkog informacijskog objekta na kojoj se taj objekt prepoznaje kao smisljena cjelina (npr. tekst ili slika). „Konceptualna razina može biti na različite načine organizirana na logičkoj razini o čemu i ovisi njezina interpretacija. Na primjer, isti tekst može biti zabilježen kao .doc ili .pdf dokument. Stoga očuvanje elektroničkih informacijskih objekata na konceptualnoj razini mora uvažiti mogućnost postojanja više logičkih zapisa iste konceptualne realizacije. To znači da bilo koji od njih može očuvati bitna svojstva te realizacije. Tako je, primjerice, sasvim prihvatljivo da izvorni tekst u .doc dokumentu može biti realiziran i kao .pdf dokument. No, za neku bazu podataka to nikako nije prihvatljivo, jer .pdf dokument nikako ne bi mogao očuvati njezina bitna svojstva poput mogućnosti sortiranja, filtriranja i drugih. Dakle, potrebno je dopustiti mogućnost zapisa u drugačijem obliku, ali svakako primjerenom konceptualnoj realizaciji i namijenjenom korištenju.“(1)

Zdravstvene ustanove dužne su voditi medicinsku dokumentaciju i evidencije o korisnicima zdravstvenih usluga. Medicinska dokumentacija je svaki dokument koji je nastao u zdravstvenoj ustanovi i potpisan od zdravstvenog djelatnika, a po sadržaju predstavlja skup svih dokumenata u tiskanom ili elektroničkom obliku u kojima su sadržani podaci o pacijentovom zdravstvenom stanju te upute o mogućem liječenju.(2) Medicinsku dokumentaciju sačinjavaju različiti dokumenti, kao što su: otpusna pisma, liječnička uvjerenja, medicinske slike, rezultati laboratorijskih pretraga, uputnice (drugim specijalistima, laboratorijima, ustanovama) i sl. Cilj ovog rada jest prikazati metodologiju dugotrajnog očuvanja medicinskih slika u zdravstvenim ustanovama uz suvremene DICOM standarde i PACS sustave za arhiviranje slikovnih dokumenata u zdravstvu.

## STANDARDI DIGITALNIH MEDICINSKIH SLIKA

Medicinske slike prikupljaju se u određenom formatu te se pojavljuju kao datoteke (eng. files). Formati moraju biti prepoznatljivi u komunikaciji između različitih računala, zbog čega su razvijeni međunarodni DICOM (eng. Digital Imaging and Communications in Medicine) standardi za obradu i pohranjivanje medicinskih slika.(3, 4)

Paralelno s razvojem digitalne dijagnostičke tehnologije razvijen je sustav arhiviranja i slikovne komunikacije u radiologiji PACS (eng. Picture Archiving and Communication Systems) čime je ubrzan prelazak s analogne tehnike u digitalno okružje. U tu svrhu javila se potreba sažimanja velikih formata slike. „Primjerice, DICOM slika najčešće se prevodi u JPEG (eng. Joint Photographic Experts Group) format ili, pak, u TIFF (eng. Tagged Image File Format) da bi se mogla razmjenjivati putem interneta. Relativno novi, fleksibilni format slike je PNG (eng. Portable Network Graphics) koji omogućava ponavljano otvaranje, izdavanje i pohranjivanje datoteke sažimanjem bez gubitka uz mogućnost korekcije boje i svjetline.“(5)

Medicinske slike dobivene na određenom radiološkom uređaju predstavljaju ogromnu količinu podataka koje treba sistematizirati. To se ostvaruje korištenjem softverskog programa kojeg razvijaju različite informatičke tvrtke i prilagođavaju postojećem radiološkom informacijskom sustavom za pohranu slika unutar pojedine bolnice. On omogućuje pohranu slika pojedinog bolesnika koje su kasnije dostupne za usporedbu, odnosno praćenje razvoja uočenih promjena.(5) DICOM omogućuje integraciju dijagnostičkog uređaja, servera, pisača i mrežnog sučelja više različitih proizvođača u jedinstveni sustav arhiviranja i komunikacije snimaka.(6)

DICOM se razlikuje od drugih formata podataka u tome što grupira informacije u podatkovne setove. To znači da, primjerice, snimak nečije kralježnice sadrži i pacijentove identifikacijske podatke unutar snimka, tako da snimke međusobno nikad ne mogu biti pomiješane ili zamijenjene. To je slično kao kod, primjerice, JPEG formata koji može uz podatke o slici imati povezane oznake (engl. tag) koje opisuju prikaz. DICOM podatkovni objekt sastoji se od više atributa od kojih su neki: ime i prezime, identifikacijski broj pacijenta, datum snimke te podaci o broju i razmaku piksela. Jedan DICOM prikaz može imati samo jedan atribut koji opisuje broj i razmak piksela, što je za većinu primjena dovoljno. No, DICOM format može u jednom podatkovnom paketu sadržavati više slojeva omogućujući spremanje više prikaza u jedan podatkovni objekt. Zip kompresijom moguće je sažeti cijeli DICOM podatkovni objekt no to se rijetko koristi. Isti bazični format koristi se u svim aplikacijama uključujući mrežno korištenje.(6)

Nakon što je format slike stvoren, bilo od uređaja koji podržava DICOM format ili od strane programskog konvertera, on se može pohraniti u mreži u tzv. oblak (engl. cloud). Prilikom potrebe za snimkama zbog distribucije, arhiviranja ili obrade, snimke se izvlače iz računalnog oblaka putem mreže.

## SUSTAV ZA ARHIVIRANJE I PRETRAŽIVANJE MEDICINSKIH SLIKA

Svakodnevno korištenje medicinskih slika zahtijeva sustavan i pravilan pristup upravljanju takvim sadržajima na institucionalnoj razini. Životni ciklus medicinskih slika – od njihova nastanka pa sve do odlaganja u digitalni arhiv – odvija se u određenim fazama kojim je potrebno upravljati kao procesima. „Koncept digitalnog arhiva, stoga, treba promatrati kao krajnju točku započetog procesa. To znači da digitalni arhiv ne egzistira sâm, već se uvijek nalazi u okviru neke institucije i uvijek je dio procesa dugoročnog ili trajnog čuvanja elektroničkih zapisa. Proces uspostave digitalnog arhiva uvijek prolazi kroz sve faze razvoja informacijskog sustava: planiranje, analizu, oblikovanje, izradu, uvođenje u rad i održavanje.“(7) Takav digitalni arhiv trebao bi medicinsku dokumentaciju čuvati kroz dulje vrijeme (npr. uredne dijagnostičke nalaze 3-5 godina) ili trajno (npr. dijagnostičke nalaze koji ukazuju na određenu patologiju). Ubrzanim razvojem informacijskih

tehnologija u današnjoj elektroničkoj okolini nije dovoljno sačuvati medij na kojem se nalazi medicinska dokumentacija već treba takav elektronički sadržaj migrirati na nove medije (zbog potencijalne zastarjelosti tehnologije) i u nove formate zapisa (zbog potencijalne zastarjelosti programskog okruženja). „Dakle, digitalni arhivi nisu neka mjesta na koja se može odložiti zapise i više na njih ne obraćati pažnju sve dok ponovno ne budu potrebni, već su to sustavi o kojima je potrebno proaktivno brinuti.“(7)

Sustav PACS razvijen je za potrebe čuvanja, razmjene i prikazivanja digitalnih medicinskih slika s različitim dijagnostičkih uređaja.(8) U kombinaciji s postojećim računalnim tehnologijama i telekomunikacijskim mrežama PACS osigurava pravovremen i učinkovit pristup medicinskim slikama, interpretaciju, obradu, arhiviranje i prikaz snimaka.(7) Arhiviranje slike je osnovni cilj PACS sustava. S obzirom na ogromnu količinu podataka koji se generiraju u svakodnevnom radu zdravstvenih ustanova, kako u pogledu broja medicinskih slika tako i u veličini pojedinačnih snimaka, potrebno je osigurati veliki memorijski kapacitet te brzi pristup podacima kako bi se omogućio učinkovit pristup podacima. Organizacija PACS arhiva je, uobičajeno, hijerarhijskog tipa i sadrži dvije osnovne grupe podataka: trenutno aktivni podaci pohranjeni u sustavima s brzom dostupnošću – *online* sustavi koji se nazivaju i kratkotrajnim ili radnim arhivom, i pasivni podaci namijenjeni (dugo)trajnoj pohrani (engl. long-term archive). Novi i aktualni snimci čuvaju se u kratkotrajnom arhivu, na disku lokalnog računala ili poslužitelja (engl. server), dok se stariji snimci pohranjuju u udaljeni dugotrajni arhiv.(9)

PACS se razvija prema potrebama i mogućnostima određene zdravstvene ustanove.(9) Osnovne komponente PACS sustava su:

- Baza podataka s programskim rješenjem
- Oprema za prikazivanje i analizu slika
- Sustav za pohranu podataka
- Radne stanice
- Računalna mreža koja povezuje sve komponente sustava

1. **Baza podataka** ovdje predstavlja zbirku medicinskih informacija pohranjenih u računalu na sustavan način. Moderni PACS sustavi najčešće koriste mogućnosti relacijskih baza podataka koje prikazuju ukupnu količinu informacija u obliku mnogostrukih, međusobno povezanih tablica. Ako se npr. unese upit vezan uz pojedinu dijagnostičku pretragu s određenim datumom zajednički podatak unutar dvije tablice vjerojatno će biti ime i prezime pacijenta kojeg se traži. Relacijske baze podataka omogućavaju brz pristup informacijama, lagano i jednostavno pretraživanje i grupiranje podataka, kao i izmjenu podataka ukoliko se ukaže potreba.

2. **Sustav za prikaz slike.** Monitori se mogu podijeliti na portretne kojima je duža stranica ona vertikalna i na standardne ili pejzažne kojima je duža stranica ona horizontalna. U konvencionalnoj radiologiji većina radiograma se prikazuje u portretnom formatu dok se kod CT, MR, UZV i drugih metoda slike mogu prikazivati u pejzažnom formatu. Najbolje rješenje

predstavljaju monitori koji podržavaju oba načina rada, te ih je moguće prema potrebi rotirati. Bitna osobina na koju se mora obratiti pažnja je maksimalna rezolucija monitora. Monitori dolaze sa standardnim rezolucijama poput 480x640, 600x800, 748x1024, 1280x1024, 1600x1280, 2048x1356 ili 2560x2048. Konvencionalna radiologija je i u ovome slučaju najzahtjevnija s optimalnim rezolucijama od 2048x1356 i 2560x2048, dok se kod CT, MR, UZV i drugih metoda mogu upotrebljavati i monitori manjih rezolucija.

3. **Sustav za pohranu podataka** je u stvari glavni arhiv u koji se spremaju svi podaci. Digitalna radiologija zahtijeva visoku rezoluciju slike kako bi se osigurali optimalni uvjeti za interpretaciju. Takve su slike obično veličine 2000x2000 piksela, a njihov dinamički opseg je od 8 do 16 bitova po pikselu. Iz toga proizlazi da će svaka slika u nekomprimiranome obliku biti veličine od 4 do 8 megabajta. Digitalni modaliteti poput CT-a, ili MR-a stvaraju manje slike (standardno 256x256 ili 512x512 s dinamičkim opsegom od 12 do 16 bitova po pikselu) no problem je u velikome broju slika po jednom pacijentu. Jednom pretragom može se generirati od nekoliko desetaka pa do preko stotinu slika. Iz toga proizlazi potreba za pohranom od 10 do 50 megabajta pa i više po pretrazi. Stoga sustav za pohranu podataka mora imati visoke performanse brzine dohвата, ali i velik kapacitet.
4. **Radna stanica** je snažno računalo i sastavnica PACS sustava. Glavni cilj pri odabiru radne stanice, kao i njezinoga programskog rješenja, je postizanje gotovo trenutnog pristupa podacima. Jednako je važno da radna stanica može prihvatiti i prikazati medicinske informacije te da je osigurana kompatibilnost s postojećim bolničkim informacijskim sustavom.
5. **Računalna mreža** je grupa više međusobno povezanih radnih stanica, poslužitelja i sustava za arhiviranje podataka, koja u sprezi sa sustavom za stvaranje slike čini jedinstvenu cjelinu. Kao takva predstavlja jedan od najvažnijih segmenata PACS sustava. Glavna funkcija mreže je distribucija traženih podataka autoriziranim korisnicima na bilo kojoj lokaciji i u bilo koje vrijeme. Standardno se upotrebljavaju visokopropusne mreže s kratkim vremenom odaziva kao što su npr. optičke mreže.

U Hrvatskoj ne postoji zakon koji regulira pohranu i čuvanje medicinske arhivske građe, već svaka zdravstvena ustanova unutar svojeg ustrojstva ima svoj pravilnik kojim se uređuje prikupljanje, načini i uvjeti čuvanja, obrada, rokovi izlučivanja, zaštita i korištenje arhivskoga gradiva koje je nastalo, zaprimljeno ili se koristi u poslovanju. Bolnice kao stvaratelji medicinskih slika dužne su:

- savjesno čuvati slike u sređenom stanju i osiguravati od oštećenja;
- trajno čuvati medicinske slike koje ukazuju na određenu patologiju;(10)
- redovito periodički izlučivati one snimke koje ne pokazuju određenu patologiju te kojima su istekli rokovi čuvanja;
- pohranjivati i čuvati medicinske slike u digitalnom arhivu na način koji ih osigurava od neovlaštenog

pristupa, brisanja, mijenjanja ili gubitka podataka, sukladno važećim standardima te dobroj praksi upravljanja i zaštite informacijskih sustava;

- za svaki računalni sustav, odnosno program koji se koristi za pohranu ili rad s medicinskim slikama i drugim elektroničkim zapisima, obvezno je odrediti osobu koja je odgovorna za zaštitu podataka;
- u slučaju promjene aplikacije za korištenje ili njezine verzije koja zahtijeva novi format zapisa, medicinske bi se slike trebale migrirati u novi format, tako da podaci uvijek budu dostupni na trenutno raspoloživom računalnom sustavu u kojem se obavlja arhiviranje i obrada zapisa pri čemu je obavezno voditi računa o tome da one ostanu autentične, pouzdane, iskoristive te da njihov integritet ostane neupitan.

## Zaključak

Razvoj slikovnih pretraga izrazito je unaprijedio dijagnostiku, što je pridonijelo uspješnijoj terapiji i značajno boljoj prognozi kod niza bolesti. Svaki od ovih dijagnostičkih modaliteta ima svoje mjesto u algoritmu slikovnih metoda, i to pri postavljanju dijagnoze, lokalizaciji te procjeni proširenosti patološkog procesa. Za pravilnu interpretaciju neophodan je timski pristup i uska suradnja radiologa, kliničara i kirurga.

DICOM predstavlja općeprihvaćeni standard za slikovnu i podatkovnu komunikaciju unutar zdravstvenih ustanova te na razini telemedicine. Razvojem ovakvog standarda omogućena je sigurna komunikacija neovisno o tipu dijagnostičkog uređaja i proizvođača. Posljednja verzija koja je važeća u trenutku pisanja ovoga rada je DICOM 3.0.

DICOM predstavlja jedinstveni standard koji pomaže u izbjegavanju problema koji se javljaju prilikom premještanja pacijenta iz jedne bolnice u drugu, tj. prijenosom medicinskih podataka vezanih za pacijenta. Velika prednost DICOM-a je u tome što on pokriva sve grane medicine te je samim time općeprihvaćeni standard. Značajna prednost DICOM-a se uočava i kod usporedbe arhiviranja analognih medicinskih slika i podataka s arhiviranjem digitalnih slika i podataka, jer digitalni podatak zahtijeva znatno manji prostor za arhiviranje te ga je mnogo lakše i brže razmjenjivati između zdravstvenih ustanova.

PACS sustav predstavlja samo jednu organizacijsku cjelinu bolničkog informacijskog sustava pojedine zdravstvene ustanove, a zbog takve integriranosti osigurana je brza komunikacija, olakšan pristup te osigurano učinkovito i brzo pretraživanje. Kao nedostatak PACS sustava može se pojaviti nekompatibilnost s određenim softverskim rješenjima koja može prouzrokovati probleme u funkcioniranju samog sustava ili nemogućnosti pristupa bazi podataka s medicinskim slikama. Uspostava PACS sustava nikako nije jednostavan zahvat, jer gotovo uvijek zahtijeva velike promjene unutar same institucije: analizu poslovnih procesa, cjeloživotnu edukaciju kadrova koji će se služiti sustavom te uspostavu sustava za koji je potrebno kontinuirano osiguravati potrebna financijska sredstva za održavanje i

poboljšanja koja moraju pratiti razvoj informacijske tehnologije, standarde te uvjete pod kojima se stječu određeni certifikati sustava koji su važni za dokazivanje autentičnosti i integriteta gradiva koje se u njemu čuva.

## Literatura

1. Stančić, Hrvoje. Arhivsko gradivo u elektroničkom obliku: Mogućnosti zaštite i očuvanja
2. na dulji vremenski rok. Arhivski vjesnik, 49 (2006) 107-121. Dostupno na: [http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=9508](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=9508)
3. Čizmić, Jozo. Pravo na pristup podacima u medicinskoj dokumentaciji. Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci. 30,1 (2009) 91-134. Dostupno na: [http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=80376](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=80376)
4. The DICOM Standard 2015. (pregledano 23.12.2015.). Dostupno na: <http://dicom.nema.org/standard.html>
5. Reljin, Irini, Gavrovska, Ana. Telemedicina. Akademska misao, Beograd 2013. 61-82
6. Miletić, Damir. Slikovne dijagnostičke pretrage. Medicinski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2009. (citirano 20.12. 2015.). Dostupno na: <https://www.yumpu.com/hr/document/view/14297322/1-miletic-d-digitalni-zapis-u-radiologiji-rijeka-2010-medicinski->
7. Vuković Obrovac, Jadranka, Obrovac Karlo. DICOM standard slikovnih medicinskih zapisa. // Telemedicina u Hrvatskoj. / ur. Ivica Klapan i Ivo Čikeš. Hrvatsko društvo za telemedicinu Hrvatskog liječničkog zbora, Zagreb (2001)83-92
8. Rajh, Arijan; Stančić, Hrvoje. Planiranje, izgradnja i uspostava digitalnog arhiva, Arh. vjesn, god. 53 (2010), str. 41-62, (citirano 20.12.2015.) Dostupno na: [http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=93557](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=93557)
9. Rouse, Margaret. PACS (picture archiving and communication system) definition. (pregledano 26. 12. 2015.). Dostupno na: <http://searchhealthit.techtarget.com/definition/picture-archiving-and-communication-system-PACS>
10. What is a PACS server? Why do I need one? (pregledano 26. 12. 2015.). Dostupno na: <http://www.actualmed.com/blog/en/2010/10/20/servidor-pacs-dicom-server/>
11. Rubčić, Darko. Orijentacijska lista medicinske dokumentacije za bolničke ustanove. Arh. vjesn. god. 39 (1996) str: 103-115. (citirano 28.07.2016.). Dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/file/97648>