

IMPLEMENTACIJA ELEKTRONSKOG STOMATOLOŠKOG KARTONA U MEDICINSKOM INFORMACIONOM SISTEMU

AN IMPLEMENTATION OF ELECTRONIC DENTAL CHART IN A MEDICAL INFORMATION SYSTEM

Ivica Marković, Dragan Janković, Stevica Cvetković, *Elektronski fakultet u Nišu*

Sadržaj – *Elektronski stomatološki karton je važan deo medicinskih informacionih sistema zdravstvenih ustanova koje u svom sastavu imaju stomatološku službu. U radu je predstavljena implementacija stomatološkog kartona i njena pozicija u okviru medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET koji se razvija na Elektronskom fakultetu u Nišu u okviru projekta TR13015. Pored implementacionih i tehnoloških detalja sagledane su pogodnosti kao i izvesna ograničenja koje medicinskom osoblju donosi upotreba elektronskog stomatološkog kartona u odnosu na rad sa klasičnim papirnim dokumentima.*

Abstract – *Electronic dental chart is an important part of medical information systems for health care institutions which provide dental services. In this paper we present an implementation of dental chart and its position within medical information system MEDIS.NET which is being developed at The Faculty of Electronic Engineering in Niš as a part of project TR13015. Beside details related to implementation and used technologies, we give an overview of benefits and certain limitations brought to medical personnel by usage of electronic dental chart comparing to usage of documents printed on paper.*

1. UVOD

Stomatološki karton, u papirnom ili elektronskom formatu, objedinjuje sve podatke vezane za pružene stomatološke usluge jednom pacijentu. Između ostalog stomatološki karton pruža grafički opis stanja u ustima pacijenta uključujući karijes (t.j. oštećenja zuba), popravke zuba, poremećaje u rastu zuba, poremećaje u korenu zuba, paradontoze i druge bolesti i anomalije zuba. Stanja koja takođe mogu biti predstavljena obuhvataju korišćenje proteza, zubnih implantata, mostova, nadogradnje krunica i drugih procedura za restauraciju zuba [1].

Kroz grafički prikaz kako nalaza do kojih se dolazi stomatološkim pregledom (uzimanje statusa) tako i nalaza iz radiografskih snimaka, stomatološki karton pruža stomatolozima mogućnost objedinjavanja informacija neophodnih prilikom procene zdravstvenog stanja pacijentovih zuba i potpornih struktura zuba. Grafički prikaz bi trebalo ažurirati prilikom svake posete pacijenta stomatologu da bi se adekvatno propratili razvoj zuba, njihove bolesti i anomalije i izvršeni stomatološki zahvati tj. pružene stomatološke usluge.

U ovom radu je opisana implementacija elektronskog stomatološkog kartona u softverskom modulu Medis.Net.Dental. Medis.Net.Dental je jedan od modula medicinskog informacionog sistema (MIS) MEDIS.NET koji se razvija na Elektronskom fakultetu u Nišu (<http://medisnet.elfak.ni.ac.rs>) u saradnji sa Domom zdravlja u Nišu. Razvoj ovog medicinskog informacionog sistema je najvažniji deo projekta (TR13015) koji je podržan i finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj

Republike Srbije. Više detalja o ovom medicinskom informacionom sistemu moguće je naći u [2].

Medis.Net.Dental je kompletno softversko rešenje kako za stomatološke klinike tako i za privatne stomatološke ordinacije. Medis.Net.Dental omogućava svojim korisnicima rad sa podacima o trenutnom stanju zuba njihovih pacijenata, istorijski pregled stanja zuba pacijenata, vođenje evidencije o primenjenim terapijama i utrošenom materijalu, fakturisanje pruženih usluga, podešavanje radnog vremena medicinskog osoblja, zakazivanje pregleda pacijenata itd. Ipak, centralni deo ovog softverskog modula zauzima stomatološki karton sa grafičkim prikazom statusa zuba.

2. FUNKCIONALNI OPIS APLIKACIJE

Elektronski stomatološki karton u okviru Medis.Net.Dental modula je realizovan tako da funkcionalno i vizuelno što je moguće manje odstupa od klasičnog, štampanog stomatološkog kartona. Ovo ima za cilj da medicinskom osoblju omogući što jednostavniji prelaz sa dosadašnjeg načina rada na upotrebu elektronskog stomatološkog kartona, uz minimalne izmene postojećeg procesa rada. Tako je i grafički korisnički interfejs implementiran po ugledu na štampani stomatološki karton. On se sastoji iz dva jezička (*tab* kontrole).

Prvi jezičak (Sl. 1), vidljiv odmah po otvaranju kartona, sadrži lične podatke pacijenta, znake upozorenja, broj zdravstvene knjižice, lični broj osiguranika (LBO), podatke o njegovom zdravstvenom osiguranju i podatke o zaposlenju. Ovaj jezičak odgovara prvoj strani štampanog kartona.

Стоматолошки картон - MILOŠ MARKOVIĆ (28)

Општи подаци | Стоматолошки подаци

МБГ 0911981753718 Знак упозорења Број картона 4/2009

СТОМАТОЛОШКИ КАРТОН

Број здрав. књижице 10105825632
ЛБО 20300073407

Лични подаци

MARKOVIĆ MILAN MILOŠ
презиме (име једног од родитеља) и име **М** ПОЛ **Ж**

презиме и име лица од кога се изводи право на здравствену заштиту

09.11.1981
дан, месец и година рођења

Niš-Mediana
место становања и општина

Bulevar Nemanjića 35 /
улица и број

Телефон: _____ стан _____ посао _____

Категорија здравствене заштите	Од	До
1610 Лица која обављају привремене и повремене послове	28.04.2009	

Подаци о запослењу и занимању

Предузеће	Место рада	Регистарски број	Шифра делатности	Посао који обавља	Фонд здр. заштите

Sl. 1. Prva strana elektronskog stomatološkog kartona pacijenta – opšti podaci

Стоматолошки картон - MILOŠ MARKOVIĆ (28)

Општи подаци | Стоматолошки подаци

Dijagnoza

- Karijes
- Sekundarni karijes
- Gangrena
- Periodontitis
- Paradontotis
- Kamenac
- Impaktiran
- Ekstrahiran
- Frakturiran
- Koren

Dijagnoza

Terapija

Protetika

Mostovi

Zdrava Stanja

Broj Korenova

Istorija zubnog kartona

Istorija zuba 11

Usluge | Dijagnoze | Utrošen Materijal

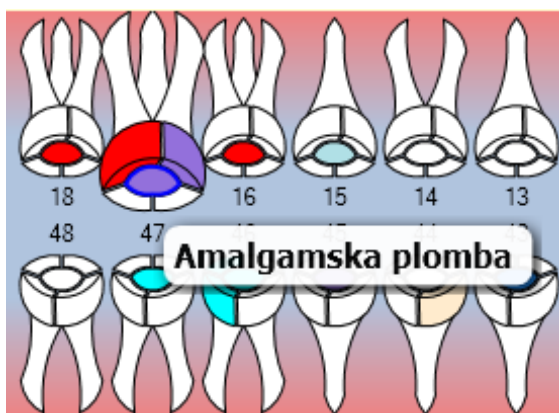
Datum	Naziv	Lekar	Zub	Cena
8.7.2009	Amalgamski ispun na 1 površini	Dr Milan Igić	1	460,80
8.7.2009	Komplikovano vađenje zuba	Dr Milan Igić	8	504,00
8.7.2009	Cilijani pregled	Dr Milan Igić	4	276,50
9.7.2009	Cilijani pregled	Dr Milan Igić	1	276,50
14.9.2009	Cilijani pregled	Dr Milan Igić	26	276,50
4.2.2010	Cilijani pregled	Dr Milan Igić	17	284,20
16.2.2010	Kompozitni ispun na bočnim zubima kod dece	Dr Milan Igić	16	1278,70

Snimi Poništi

Dodaj uslugu
Izmeni uslugu
Obrisi uslugu

Sl. 2. Druga strana elektronskog stomatološkog kartona pacijenta – zdravstveni podaci

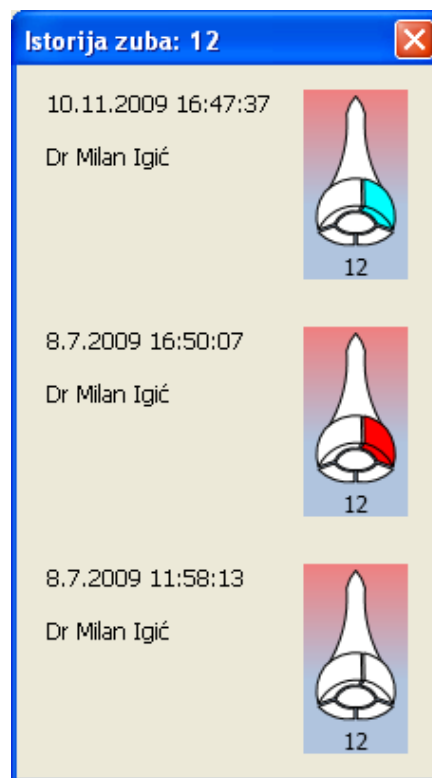
Drugi jezičak (Sl. 2) sadrži zdravstvene podatke pacijenta i on odgovara unutrašnjim stranama štampanog kartona. Najveći deo ovog jezička zauzimaju dve kontrole za grafički prikaz stanja zuba i okolnih tkiva. Dve kontrole omogućavaju prikaz primarne (mlečne) i sekundarne (stalne denticije) u isto vreme. Zavisno od godina starosti pacijenta popunjene su samo primarna denticija, obe denticije ili samo stalna denticija. Svaki zub u prikazu je predstavljen preko 5 površina krunice koje postoje i u štampanom kartonu i preko odgovarajućeg broja korenova (od 1 do 3). Zubi su grupisani u 4 kvadranta (gore desno, gore levo, dole levo, dole desno) od po 8 zuba. Svaki zub je numerisan u standardnom dvocifrenom formatu gde prva cifra predstavlja redni broj kvadranta, a druga predstavlja redni broj zuba u okviru kvadranta. Prelazak kursora miša preko zuba dovodi do uvećanja prikaza tog zuba (Sl. 3.) da bi se osoblju olakšao rad sa njim, a stanje (dijagnoza ili terapija) tog zuba ili nekog njegovog dela se ispisuje kao tekst pored zuba (*tooltip*).



Sl. 3. Deo prikaza zuba sa jednim zubom u fokusu

U donjem desnom delu jezička sa zdravstvenim podacima nalazi se kontrola za izbor stanja zuba (*outlook bar*) koja sadrži najčešće korišćene dijagnoze, terapije, protetske nadoknade, zdrava stanja zuba i mogućnost za zadavanje broja korenova za neki zub koji odstupa od standardnog. Izabrano stanje se primenjuje na zub ili deo zuba levim klikom miša na izabranu površinu. Eventualne greške se lako ispravljaju ponovnim klikom na istu površinu. Izbor svih dijagnoza i terapija koje postoje u bazi ustanove dostupan je u tabeli (*list view* kontrola) u donjem desnom delu forme. Važno je napomenuti da baza podataka sadrži katalog dijagnoza koji je u skladu sa međunarodnim standardom MKB-10 – Međunarodna klasifikacija bolesti (*International Classification of Illnesses – ICD-10*). Ista kontrola se koristi i za zadavanje i fakturisanje pruženih usluga.

U donjem levom uglu forme se nalaze dva dugmeta za otvaranje istorijskog pregleda stanja zuba. Jedno dugme otvara pregled stanja svih zuba na izabrani datum. Drugo dugme otvara pregled svih stanja izabranog zuba od trenutka nicanja zuba do trenutnog stanja (Sl. 4.). Ovakav pregled nije bio jednostavno dostupan korišćenjem štampanog stomatološkog kartona, a on može značajno da pomogne stomatologu pri donošenju odluke tako što mu trenutno pruža uvid u razvoj, bolesti i primenjene terapije za zub koji stomatolog tada analizira.



Sl. 4. Istorijski pregled dijagnoza i terapija jednog zuba (bela boja označava zdravu površinu, crvena karijes, a plava kompozitnu ispunu)

3. ARHITEKTURA APLIKACIJE

Modul Medis.Net.Dental, kao i MEDIS.NET u celini, ima klasičnu troslojnu arhitekturu softvera i sastoji se iz sloja za pristup podacima, sloja poslovne logike i prezentacionog sloja. Za implementaciju je korišćen *Microsoft .NET Framework 3.5* i razvojno okruženje *Microsoft Visual Studio 2008 SP1*. Kao server baze podataka korišćen je *Microsoft SQL Server 2005*.

Sloj za pristup podacima

Kroz ovaj sloj se ostvaruje komunikacija između sloja poslovne logike i baze podataka, tj. čitanje podataka iz baze i njihovo prosljeđivanje sloju poslovne logike kao i prihvatanje podataka sa sloja poslovne logike i njihovo snimanje u bazu. Za realizaciju ovog sloja korišćen je *ADO.NET Entity Framework*, rešenje za objektno-relaciono mapiranje u okviru *.NET Framework-a*. *Microsoft Visual Studio 2008 SP1* sadrži pomoćni alat koji automatski generiše *.NET* klase koje čine objektni model za konkretnu bazu podataka. Veza između baze podataka i automatski generisanog objektnog modela ostvaruje se preko modela entiteta (*Entity Data Model – EDM*) koji koristi XML sintaksu. Pored objektnog modela i modela entiteta, važan sloj *Entity Framework-a* čini i deo za postavljanje upita nad bazom korišćenjem sintakse *.NET* programskih jezika (*LINQ* i *EntitySQL*).

Rad sa *Entity Framework-om* donosi niz prednosti u odnosu na rad sa nešto starijim rešenjima za objektno-relaciono mapiranje, a neke od njih su sledeće [3]:

- Mogućnost detekcije grešaka u upitima u toku kompilacije programa. Ovo je veoma važno u većim

razvojnim timovima gde promene u strukturi baze koje nisu praćene odgovarajućim promenama u aplikaciji, veoma često prouzrokuju greške u aplikaciji usled neslaganja sa bazom.

- Automatski generisani standardni upiti nad bazom (insert, update, delete) znatno skraćuju vreme razvoja aplikacije.
- Postojanje ugrađenih naprednih rešenja za manipulisanje bazom kao što su konkurentni pristup, keširanje podataka, itd.
- Mogućnost premeštanja baze podataka na drugu platformu bez kompleksne izmene cele aplikacije.

Slaj poslovne logike

Slaj poslovne logike čini skup klasa implementiranih u programskom jeziku C# koje sadrže logiku specifičnu za namenu aplikacije. U konkretnom slučaju ovaj slaj čine klase koje:

- proveravaju korisničke privilegije,
- kreiraju odgovarajući zubni karton na osnovu starosti pacijenta (primarna ili stalna denticija),
- kreiraju odgovarajući model zuba po broju korenova i broju delova krunice na osnovu pozicije zuba u vilici,
- proveravaju dodelu stanja (dijagnoze ili terapije) nekom delu zuba ili celom zubu,
- omogućavaju istorijski pregled stanja zuba itd.

Prezentacioni slaj

Prezentacioni slaj definiše izgled aplikacije vidljiv krajnjem korisniku. Zbog značaja i složenosti grafičkog prikaza stanja zuba ovaj slaj je posebno zahtevan za implementaciju. Takođe, ovom sloju je posvećena velika pažnja prilikom implementacije kako bi se postigla uniformnost i jednostavnost korišćenja, s obzirom da je aplikacija namenjena osoblju koje u opštem slučaju poseduje minimalno informatičko znanje. Iz navedenih razloga je u implementaciji ovog sloja korišćena kombinacija standardnog mehanizma *Windows* formi i novih biblioteka iz *Windows Presentation Foundation* (WPF) [4].

WPF je grafički podsistem za prikaz korisničkog interfejsa u *.NET Framework*-u (počevši od verzije 3.0). Za razliku od standardnog mehanizma *Windows* formi, WPF ne koristi GDI/GDI+ aplikacioni programski interfejs (API) ni *User32 Windows* biblioteku već se pozivi prosleđuju *DirectX* aplikacionom programskom interfejsu. Na taj način se centralni procesor računara (CPU) oslobađa od iscrtavanja korisničkog interfejsa i taj posao se u najvećoj mogućoj meri prosleđuje grafičkom procesoru računara (GPU). Takođe, neki vizuelni efekti kao što su transparentnost objekata, postepeni prelazi boja (gradijenti) i transformacije grafičkih objekata, koji su ranije tipično bili namenjeni za korišćenje u okvirima trodimenzionalnih aplikacija (računarskih igara) korišćenjem WPF-a postaju lako dostupni i u razvoju standardnog korisničkog interfejsa.

Druga važna osobina WPF-a je lako razdvajanje dizajna od logike funkcionisanja korisničkih kontrola. To se ostvaruje tako što se dizajn WPF kontrole zadaje u odvojenom *Extensible Application Markup Language* (XAML) fajlu, a logika u nekom od standardnih programskih fajlova, zavisno od korišćenog programskog jezika iz *.NET*

Framework-a. Ovo omogućava da se grafički dizajneri bave izgledom aplikacije, a softverski inženjeri logikom funkcionisanja korisničkog interfejsa i to tako da u svom radu minimalno zavise jedni od drugih.

Korišćenjem WPF-a u implementaciji prezentacionog sloja postigli smo sledeća poboljšanja u odnosu na korišćenje standardnih *.NET* kontrola za *Windows* forme:

- Prikaz zuba je odrađen tako da verno odslikava prikaz zuba u klasičnom, štampanom stomatološkom kartonu.
- U prikazu zuba su korišćene animacije koje se, kao odgovor na korisničke akcije, izvršavaju brzo i bez značajnog zauzimanja CPU resursa.
- Napisan programski kôd je kompaktan i lako čitljiv.
- Implementirane WPF kontrole je moguće iskoristiti i u okviru *WEB* aplikacije, u slučaju potrebe da se pređe na ovakvu arhitekturu.

Više detalja o upotrebi WPF-a za izradu korisničkog interfejsa u elektronskom stomatološkom kartonu moguće je naći u [5].

4. PREDNOSTI KORIŠĆENJA ELEKTRONSKOG STOMATOLOŠKOG KARTONA

Prednosti korišćenja elektronskog stomatološkog kartona u odnosu na rad sa štampanim kartonom, posebno za veće stomatološke klinike, su višestruke. Navodimo samo neke od njih: poboljšana kontrola kartona, jednostavnije čuvanje i pristup podacima, mogućnost obrade velike količine podataka u cilju obavljanja naučnih istraživanja i poboljšanja brige o pacijentima, bolji pristup podacima značajnim za upravljanje klinikom/ordinacijom itd. [6]

Pored mogućnosti koje stomatolozi već imaju i sa korišćenjem štampanog stomatološkog kartona, elektronski stomatološki karton nudi neke potpuno nove mogućnosti:

- Istorijski pregled stanja svih zuba ili nekog pojedinačnog zuba korišćenjem elektronskog stomatološkog kartona je lako dostupan, od trenutka otvaranja kartona ili trenutka nicanja zuba pa do tekućeg trenutka. Ova funkcionalnost može u određenoj meri da olakša stomatologu donošenje odluke u vezi daljeg tretmana.
- Kroz elektronski stomatološki karton je moguće konfigurisanjem odgovarajućih prava pristupa stomatolozima omogućiti uvid u neke značajne medicinske podatke njihovih pacijenata, kao što su alergije, osetljivosti na lekove, hronične bolesti.
- Indikatori kvaliteta stomatoloških usluga se mogu dobiti komparativnom analizom usluga koje različitim pacijentima pružaju različiti lekari.
- Statistički podaci o učestalosti pojedinih bolesti i o primenjenim terapijama su nezaobilazni u naučno-istraživačkom radu, a mogu i da pomognu stomatolozima u donošenju odluka prilikom svakodnevnih aktivnosti u kliničkoj praksi. Takođe, ispravno popunjena baza stomatoloških podataka za pacijente koji se leče u nekoj zdravstvenoj ustanovi je značajan izvor podataka za procenu stanja zuba stanovnika neke oblasti.
- Informacije od značaja za donošenje odluka u administrativnom upravljanju klinikom/ordinacijom se mogu jednostavno dobiti iz baze podataka koju zaposleni redovno popunjavaju korišćenjem elektronskog stomatološkog kartona u svakodnevnom radu.

- Elektronska razmena podataka između udaljenih stomatoloških klinika/ordinacija, koja je omogućena korišćenjem elektronskog stomatološkog kartona može značajno da doprinese ukupnom povećanju znanja iz ove oblasti.
- Elektronska razmena podataka između isturenih ordinacija koje organizaciono pripadaju istoj zdravstvenoj instituciji bitno olakšava i ubrzava svakodnevni rad ovakvih ordinacija. Konkretni primer je stomatološka služba Doma zdravlja u Nišu koja pored ordinacija u centralnom objektu obuhvata i isturene stomatološke ordinacije u školama. Bolja komunikacija između školskih ordinacija i centralne službe poboljšava kvalitet preventivne zaštite.
- Stomatološki karton istovremeno ima i status zvaničnog sudskog dokumenta jer može da se koristi prilikom identifikacije osoba. I za ovu namenu elektronski format je u prednosti nad papirnim jer pruža viši nivo zaštite podataka od neovlašćenog čitanja ili upisa. Zaštita kod elektronskog stomatološkog kartona se ostvaruje kroz korisničke naloge koji su jedinstveni za svakog zaposlenog. Prava pristupa stomatološkim podacima pacijenata je moguće zadati za pojedinačne korisnike ili grupe korisnika, a uz svaku promenu u bazi podataka se pamti i ko je tu promenu izvršio pa je mogućnost zloupotrebe svedena na minimum.

Ovde, svakako, treba navesti i neke objektivne poteškoće prilikom uvođenja elektronskog stomatološkog kartona u svakodnevnu praksu u nekoj instituciji. Najveći problem predstavlja cena ovog procesa koja se inicijalno plaća kroz cenu računarske opreme, cenu softvera, obuku osoblja i eventualne promene poslovnih procesa. Međutim, u ustanovama gde su ovakvi informacioni sistemi uvedeni u upotrebu pokazalo se da se to inicijalno ulaganje isplati kroz smanjenje nekih drugih troškova i povećanje kvaliteta usluga zahvaljujući upotrebi informacionog sistema.

Ono što prilikom svakodnevnog rada stomatolozima može predstavljati problem su neka polja u kartonu koja su kod klasičnih kartona slobodno popunjavali, a sada popunjavaju vrednošću iz nekog unapred definisanog skupa (npr. dijagnoze). Ograničenja postoje i kod zadavanja stanja zuba na grafičkom prikazu jer su ta stanja kod klasičnog kartona slobodno iscrivavana, a kod elektronskog se biraju iz nekog unapred definisanog skupa. Međutim, istraživanja [7] pokazuju da upravo ta ograničenja poboljšavaju kvalitet rada stomatologa koji koriste elektronski karton pacijenta u odnosu na one koji koriste stomatološki karton u papirnom obliku. Konkretno, oni potpunije dokumentuju stanja svojih pacijenata i prikladnije dokumentuju odluke koje donose jer im je pružena mogućnost i obaveza da prate istoriju bolesti pacijenta.

5. ZAKLJUČAK

Predstavljeno rešenje za elektronski stomatološki karton je deo šireg medicinskog informacionog sistema (MEDIS.NET) namenjenog za upotrebu u primarnoj zdravstvenoj zaštiti i kao takvo zadovoljava potrebe kako stomatoloških klinika tako i manjih stomatoloških ordinacija. Prilikom izrade ovog modula posebna pažnja je posvećena izgledu korisničkog interfejsa tako da on sada verno

odslikava izgled standardnog, štampanog stomatološkog kartona sa ciljem da se medicinskom osoblju što više olakša proces prelaska sa korišćenja klasičnih kartona na korišćenje elektronskog kartona. Takođe, elektronski karton uvodi nove funkcionalnosti koje sa dokumentom na papiru nisu bile moguće (detaljan istorijski pregled stanja zuba, pojednostavljeno fakturisanje pruženih usluga, zaštita podataka od neovlašćenog pristupa itd.).

Kvalitet rešenja je obezbeđen primenom najnovijih tehnologija kao što su *ADO.NET Entity Framework* za pristup bazi podataka i *Windows Presentation Foundation* za implementaciju pojedinih delova korisničkog interfejsa. Dodatnu robusnost pruža već provereni server baze podataka *Microsoft SQL Server 2005*.

Poređenje procesa rada stomatologa sa štampanim stomatološkim kartonom i njihovog procesa rada sa elektronskim stomatološkim kartonom pokazuje niz prednosti elektronskog rešenja. To u potpunosti opravdava inicijalnu cenu uvođenja informacionog sistema koja se sastoji od cene računarske opreme, softvera i obuke medicinskog osoblja za novi proces rada.

Zahvalnica: Rad na ovom projektu finansiran je sredstvima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (Projekat broj TR13015).

LITERATURA

- [1] I. R. Woodall, *Comprehensive dental hygiene care*, St Louis: CV Mosby 1993.
- [2] P. Rajković, D. Janković, V. Tošić, "A Software Solution for Ambulatory Healthcare Facilities in the Republic of Serbia", *Healthcom2009-Sydney*, pp. 161-168, December 2009
- [3] S. Cvetković, D. Janković, T. Stanković, "Objektno modeliranje relacionih baza podataka", *INFOTEH-Jahorina* Vol. 8, Ref. E-V-5, pp. 710-713, Mart 2009.
- [4] M. MacDonald, *Pro WPF in C# 2008: Windows Presentation Foundation with .NET 3.5, Second Edition*, Berkeley: Apress 2008.
- [5] I. Marković, S. Pešić, D. Janković, "Using XAML in Representation of Dental Charts in Electronic Health Record", *ICT Innovations 2009*, pp. 247-256, January 2010.
- [6] J. C. Atkinson, G. G. Zeller, C. Shah, "Electronic Patient Records for Dental School Clinics: More Than Paperless Systems", *American Dental Education Association Journal of Dental Education*, Volume 66, Issue 5, pp 634-642, 2002.
- [7] T. Schleyer, H. Spallek, P. Hernández, "A Qualitative Investigation of the Content of Dental Paper-based and Computer-based Patient Record Formats", *Journal of the American Medical Informatics Association*, Volume 14, Number 4, pp 515-526, July-August 2007.