

## PRIMENA MEDICINSKIH INFORMACIONIH SISTEMA U EDUKACIJI I ISTRAŽIVANJIMA U MEDICINI

*Dragan Janković, Petar Rajković, Tatjana Stanković, Aleksandar Milenković i Ivana Kocić*

Ovaj rad razmatra medicinske informacione sisteme sa aspekta njihove primenljivosti u edukaciji i istraživanjima u medicini. Razmatrani su mogući slučajevi upotrebe i potencijal medicinskih informacionih sistema u kontekstu edukacije medicinskog osoblja. Rad takođe donosi i osvrt na mnoge značajne prednosti koje medicinski informacioni sistemi mogu doneti naučno-istraživačkom radu. Dat je pregled najvažnijih funkcionalnosti koje su bitne za edukaciju i istraživanja. Diskutovane su funkcionalnosti koje bi trebalo da budu realizovane u jednom savremenom medicinskom informacionom sistemu kako bi on mogao da se efikasno primenjuje u edukaciji i istraživanjima. Pojedine razmatrane funkcionalnosti ilustrovane su na primeru medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET, razvijenog u Laboratoriji za medicinsku informatiku Elektronskog fakulteta u Nišu. *Acta Medica Medianae* 2012; 51(1):73-80.

**Ključne reči:** medicinski informacioni sistemi, istraživanje, edukacija

Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet, Niš, Srbija

*Kontakt:* Dragan Janković  
Elektronski fakultet  
Aleksandra Medvedeva 14  
18000 Niš, Srbija  
E-mail: dragan.jankovic@elfak.ni.ac.rs

### Uvod

Nivo primene informacionih tehnologija u savremenim zdravstvenim sistemima kontinuirano raste u celom svetu. Iako medicinski informacioni sistemi nisu novost, sa tehnološke tačke gledišta, trend njihove efektivne i masovne upotrebe traje tek poslednjih deset do petnaest godina. Medicinski informacioni sistemi (MIS) značajno unapređuju rad zdravstvenih ustanova kroz povećanje efikasnosti, manji obim rada sa papirnatom dokumentacijom, vođenje evidencije o svim segmentima zdravstvene nege itd. Međutim, pored osnovne uloge u zdravstvu, pravilno projektovan i implementiran MIS treba da doprinese i značajnom unapređenju edukacije i istraživanja. Ovaj aspekt MIS je mnogo manje eksploatisan, a podjednako je značajan kao i aspekti upravljanja resursima u okviru zdravstvene institucije i podrške u pružanju zdravstvene nege. Upravo zbog toga, ovaj rad razmatra mesto i ulogu MIS u edukaciji i istraživanjima i daje neka rešenja realizovana u okviru projekata TR 1.047 i TR13015 finansiranih od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Edukacija studenata medicine, kao i kontinuirana edukacija lekara, odlikuju se velikom složenošću, ogromnom količinom podataka i

stalnim novinama. Oslanjanje na klasične načine edukacije, gde se preferira samo „eks-katedra“ predavanja sa praktičnim vežbama sa bolesnicima, sve teže zadovoljava pojačane zahteve i obim medicinske edukacije. Stoga su svi dodatni oblici edukacije u medicini postali izuzetno značajni. U tom procesu važnu ulogu mogu da odigraju i medicinski informacioni sistemi ako su projektovani i realizovani na adekvatan način i ako pružaju potrebne funkcionalnosti koje proširuju tradicionalni skup opcija koje medicinski informacioni sistemi nude, a koji su ranije većinom bili usmereni ka administrativnim podacima vezanim za bolesnike i zdravstvene usluge koje im se pružaju.

Savremena istraživanja u oblasti medicine veoma se često oslanjaju na obilje podataka koji se mogu prikupljati ciljano za potrebe nekog istraživanja ili, pak, mogu se koristiti podaci koji se nalaze u okviru medicinskih informacionih sistema. Prednost korišćenja MIS je u tome da ciljano prikupljanje podataka veoma često ne može da se meri po obimu i kvalitetu sa podacima koji se prikupljaju u MIS više godina. Sve su ovo činjenice koje idu u prilog tvrdnji da MIS koji je instaliran u nekoj zdravstvenoj ustanovi, koji se aktivno koristi, predstavlja odličnu nastavnu i istraživačku bazu podataka i preduslov za efikasnu edukaciju i uspešno istraživanje.

### MIS

U osnovi, medicinski informacioni sistemi (1) sa realizovanim Elektronskim kartonom bolesnika (The Electronic Patient Record (EPR) (1) ili

elektronskim zdravstvenim kartonom (The Electronic Health Record (EHR)) omogućavaju sledeće funkcionalnosti:

- elektronski unos i ažuriranje podataka vezanih za pružene zdravstvene usluge,
- rad sa medicinskom, finansijskom i tehničkom dokumentacijom,
- povezivanje sa specijalizovanim informacionim sistemima, kao što su na primer laboratorijski ili radiološki informacioni sistem,
- povezivanje sa elektromedicinskim uređajima, poput Rentgen aparata, EKG-a, laboratorijskih analizatora i sl,
- pregled svih prikupljenih medicinskih podataka i mogućnost praćenja istorija bolesti,
- podršku medicinskom osoblju u donošenju odluka i to u realnom vremenu.

Po pravilu, medicinski informacioni sistemi sadrže detaljne informacije o gotovo svim dnevnim aktivnostima, te kao takvi imaju i veliku vrednost u medicinskom, finansijskom i administrativnom smislu. Ljudstvo koje je upošljeno u zdravstvu u novije vreme uviđa prednosti i mogućnosti koje pružaju ovakvi sistemi i stoga počinje da se interesuje za analizu ogromne količine podataka koja prati svakodnevne aktivnosti kako bi došli do odgovora na brojna pitanja sa kojima se susreću u svakodnevnim situacijama i do efikasnih rešenja. Upravo ova činjenica, kao i situacija gde su zdravstveni fondovi značajno podržani informacionim sistemima, zaslužna je za širu upotrebu medicinskih informacionih sistema u protekloj deceniji.

### Standardne funkcionalnosti MIS

U opštem slučaju, medicinski informacioni sistemi, kao jedno kompletno softversko rešenje, treba da realizuju podršku za (2):

- osnovnu (medicinsku) delatnost,
- prateće poslovne procese (administrativne i računovodstvene u prvom redu),
- planiranje i upravljanje,
- unapređenje tržišne pozicije ciljne medicinske ustanove,
- efikasniju edukaciju i
- naučno-istraživački rad.

Effekti koji se ostvaruju primenom jednog adekvatno projektovanog, realizovanog i eksploatisanog medicinskog informacionog sistema su višestruki, od kojih se mogu istaći:

- Povećanje efikasnosti lečenja smanjenjem prosečnog trajanja lečenja, tj. skraćanjem vremena pružanja usluge i, to pre svega, smanjenjem vremena potrebnog za administrativni deo pružanja usluge (ova efikasnost dobija na punoj snazi onog trenutka kada se zakonski dozvoli da postoji samo elektronska verzija većine dokumenata a ne paralelno postojanje i papirne dokumentacije koje je karakteristično za prelazne režime, kakav je trenutno slučaj u Republici Srbiji).

- Veći stepen iskorišćenosti resursa (kapaciteti, oprema, kadrovi) po osnovu planiranja i zakazivanja.

- Poslovanje po troškovnom principu na bazi normativa medicinskih usluga i cena dobijenih na osnovu toga.

- Potpunije evidentiranje pruženih medicinskih usluga.

- Efikasnija kontrola zaliha (lekova i drugog sanitetskog materijala).

- Sistematsko i jednostavno planiranje rada.
- Povećanje kvaliteta medicinskog i nemedicinskog rada.

- Efikasnije i svestranije sprovođenje programa zdravstvene zaštite.

- Trenutne informacije o stanju radnih procesa.

- Stvaranje osnove za kvalitetnije obrazovanje i to kako medicinskih radnika svih nivoa tako i korisnika zdravstvenih usluga.

- Kvalitetniji i sveobuhvatniji elementi za naučno-istraživački rad.

### Integracija i kolaboracija MIS

Ako se pogleda šira slika, vidi se da u sferi zdravstva učestvuju različite zdravstvene ustanove, fondovi osiguranja, kao i farmaceutske kuće i proizvođači medicinskih uređaja. Svi ti učesnici imaju potrebu da razmenjuju podatke kako bi se bolesniku, u kritičnom momentu, ukazala najbolja moguća nega. Sve to uz značajno povećanu mobilnost stanovništva dovodi do zaključka da medicinski informacioni sistemi zatvorenog tipa (izolovani od drugih sistema) gube na svom značaju jer nisu u stanju da obezbede razmenu informacija sa drugim sličnim sistemima. Postojanje nezavisnih informacionih sistema u okviru pojedinih zdravstvenih ustanova ili samo u okviru nekih njihovih delova ne zadovoljava stalno rastuće potrebe za razmenom informacija. Stoga se kao imperativ nameću dva procesa: proces integracije i proces kolaboracije (9). Ovi procesi nisu jednostavni, naročito kada su pojedinačni MIS heterogeni. Neophodan preduslov da bi se omogućila integracija, odnosno kolaboracija je da svi MIS moraju da zadovoljavaju odgovarajuće standarde kako u domenu definisanja i skladištenja, tako i sfere razmene informacija (npr. MKB10 (11), openEHR, HL7 (12), DICOM, itd).

Načini za integraciju i kolaboraciju informacionih sistema medicinskih ustanova zasigurno će još dugo biti otvoren problem kako zbog stalnog napretka u oblasti informacionih tehnologija tako i zbog složene i nejedinstvene strukture i organizacije samih medicinskih ustanova. Ovaj korak se unutar jedne države ne može adekvatno izvesti bez jake podrške nadležnih ministarstava i ustanova, naročito kada su u pitanju standardi za razmenu podataka između sistema unutar jednog nivoa zdravstva, ili između samih nivoa. Na širem, međudržavnom nivou je to još teže, jer bi za efikasnu razmenu veliki broj zemalja morao da podržava iste standarde, što nažalost, danas to nije slučaj.

Ovaj rad demonstrira osnovne elemente medicinskih informacionih sistema kroz sistem MEDIS.NET (razvijen u okviru laboratorije za medicinsku informatiku Elektronskog fakulteta u Nišu) baziran na elektronskom kartonu bolesnika koji se odnosi na njegov lični zdravstveni karton u digitalnom obliku. Realizovani zdravstveni karton

sledi neke od prethodno navedenih standarda, prvenstveno openEHR za unutrašnju organizaciju sistema i HL7 za razmenu podataka. HL7 se javlja u kontekstu integracije i kolaboracije informacionih sistema zdravstvenih ustanova, jer sve zdravstvene ustanove u zemlji predstavljaju delove sistema u kome neminovno dolazi do veće ili manje saradnje između pojedinih zdravstvenih ustanova.

### **Izveštavanje i analitika u MIS kao osnova za istraživanje**

Medicinski informacioni sistemi, nakon određenog perioda funkcionisanja i korišćenja u realnom okruženju, prikupe u svojim bazama podataka izuzetno veliku količinu podataka. Kada govorimo o velikoj količini podataka, u smislu informacionih tehnologija, to se odnosi na broj zapisa unutar objekata same baze podataka MIS-a, i znači da ih može biti više desetina-stotina hiljada, odnosno miliona slogova, u zavisnosti od veličine zdravstvene ustanove. Sa medicinske tačke gledišta, to znači da je broj poseta bolesnika lekaru, odnosno broj propisanih medikamenata, utrošenog medicinskog materijala i sl, nekoliko stotina hiljada (ili više miliona) na godišnjem nivou.

Ilustracije radi, data je Tabela 1, koja prikazuje broj poseta lekaru na godišnjem nivou, samo na službi opšte medicine u Domu zdravlja u Nišu (3). Dom zdravlja Niš je centralna ambulatna ustanova za grad Niš (250000 stanovnika) u koju se na posebne preglede upućuju i stanovnici iz celog regiona južne Srbije (ukupno oko 1.3 miliona ljudi). U tabeli se može videti da je broj poseta lekaru godišnje blizu milion, i to samo u službi opšte medicine, koja je zadužena za primarnu zdravstvenu zaštitu punoletne populacije. Pri svakoj prvoj poseti bolesnika lekaru obično dođe do propisivanja terapija ili uputa, kao i dijagnoza ili preporučena mišljenja lekara specijalista, tako da se na svaki upis u bazu podataka o poseti doda još nekoliko slogova o pruženim zdravstvenim uslugama, receptima, uputima, utrošku materijala, dijagnozama ili, pak, rezultatima vezanim za laboratorijsku dijagnostiku.

To sve, zajedno sa ostalim službama, može iznositi desetak i više miliona zapisa godišnje vezanih za elektronski karton bolesnika u bazi podataka. Osim izveštaja koje zahteva RZZO (Republički zavod za zdravstveno osiguranje) Srbije, postavlja se pitanje: na koji način se ovolika količina medicinskih podataka može iskoristiti, a u korist bolesnika, osoblja koje ih leči, uprave zdravstvenih ustanova, i na kraju, što je i predmet ovog rada, u korist edukacije i istraživanja u različitim granama medicine?

Akteri koji figurišu u jednom informacionom sistemu, bio on poslovni, finansijski ili medicinski, posmatrano sa IT stanovišta, jesu entiteti za koje se vezuju određene akcije iskazane u vidu interakcije sa drugim entitetima, odnosno relacija u elektronskim bazama podataka. Konkretnije, u medicinskim informacionim sistemima to su pružaoci zdravstvenih usluga, organizacione jedinice

(službe) unutar kojih se pružaju zdravstvene usluge, medikamenti, medicinski materijali, same zdravstvene usluge i mnogi drugi.

Izveštaji nad medicinskim podacima imaju za cilj da prikažu određene mere (kao što su brojevi, cene, pojedini datumi i sl.) kroz entitete i njihove međusobne relacije na način blizak krajnjim korisnicima MIS-a, a grupisane u neke logičke celine. Da pojasnimo: Tabela 1 data u ovom poglavlju predstavlja izveštaj koji prikazuje broj (mera) poseta (entitet) na godišnjem nivou (grupacija po godini), prema vrsti posete (entitet) po lekaru (entitet), a za službu opšte medicine (entitet). Relacije među ovde iskorišćenim entitetima bile bi lekar-služba (lekar je zaposlen u službi), poseta-godina (poseta bolesnika lekaru desila se u godini), poseta-vrsta posete (poseta je kućna, poseta je u ordinaciji). Svi se ovi entiteti i veze drugim rečima mogu nazvati parametrima jednog izveštaja.

Prva vrsta izveštaja u okviru MIS-a odnosi se na izveštaje potrebne u svakodnevnom funkcionisanju zdravstvenih ustanova (4). I u primarnom i u sekundarnom zdravstvu u našoj državi postoji izražena potreba za periodičnim izveštajima, kao što su oni propisani od RZZO-a. Neki od tih izveštaja (5) jesu:

- Mesečni izveštaji izabranih lekara na nivou zdravstvenih ustanova i službi
- Mesečni izveštaji o pruženim zdravstvenim uslugama
- Sistematski pregledi školske dece u javnom zdravstvu
- Pružene usluge hitne službe i mnogi drugi.

Savremeni MIS podrazumeva postojanje ove vrste izveštavanja. Glavna karakteristika klasičnih izveštaja jeste da su njihovi parametri unapred definisani, odnosno zadati kroz MIS od strane krajnjeg korisnika. Takođe je i njihov izgled unapred definisan i korisnik ne može na njega uticati kroz funkcionalnosti MIS-a. Jedan takav izveštaj, preuzet iz Medis.NET MIS-a, prikazan je na Slici 1. On prikazuje pružene zdravstvene usluge u periodu zadatom od strane korisnika Medis.NET-a, po službi i lekaru zaposlenom u datoj službi.

Korisnici statističkih izveštaja u zdravstvu u najčešćem broju su rukovodioci službi, odnosno uprava zdravstvenih ustanova. Korisnici ovih izveštaja mogu biti i sami bolesnici, odnosno zdravstveno osoblje, kao što je slučaj u Domu zdravlja Niš sa izveštajima koji prikazuju zakazivanje poseta lekaru iz sistema Medis.NET. Izveštaje o zakazanim posetama po službi, lekaru i bolesniku, koriste medicinske sestre da unapred pripreme kartone bolesnika zakazanih pregleda za dan, odnosno da bolesnici imaju uvid u sopstvene zakazane termine. Ovakvi izveštaji mogu se koristiti u edukaciji medicinskog osoblja zdravstvenih ustanova u zemlji, a u cilju poboljšanja efikasnosti rada pojedinih službi, pa i osoblja zaposlenog u tim službama. Za njihovo korišćenje korisnici ne moraju da budu dodatno informatički obrazovani, dovoljno je da prođu obuku za rad sa MIS-om. Takva jedna činjenica ovu vrstu izveštaja čini upotrebljivom u širokim zdravstvenim krugovima.

Tabela 1. Isečak iz tabele 19.7. Služba opšte medicine – Statistički godišnja grada Niša za 2007.godinu

Godina	Posete ordinaciji		Total posete	Broj poseta po jednom lekaru godišnje	Kućne posete
	Prva poseta	Ponovna poseta			
1998	220 551	385 475	606 026	7 390	17 715
1999	214 549	392 159	606 708	7 399	17 987
2000	261 378	465 199	726 577	8 146	18 429
2001	278 694	507 511	786 205	8 276	19 613
2002	288 092	454 697	742 789	7 902	19 811
2003	262 603	513 943	776 546	8 261	20 268
2004	287 352	486 403	773 755	7 661	12 138
2005	275 923	532 314	808 237	8 164	5 069
2006	268 735	536 795	805 530	7 897	7 662
2007	227 938	515 049	742 987	6 694	17 915

Br. protokola	Org. jedinica	Datum	Osoba	Druga osoba	Zaposleni
123456	Poseta	08.08.2009 13:30	ZINC NADA	03004073025	1600071
123456	Poseta	13.07.2009 16:27	Cvetanović Aleksandar	1111	1000001
	Poseta	08.07.2009 16:50	ĐENIĆ ANĐELIJA	000000270003	A230
	Poseta	07.07.2009 16:50	ĐENIĆ ANĐELIJA	000000270003	A230
567890	Poseta	08.07.2009 17:10	AJDAREVIĆ NANA	020297870000	A231
	Poseta	08.07.2009 17:00	AJDAREVIĆ NANA	020297870000	A231
	Poseta	08.07.2009 16:56	AJDAREVIĆ NANA	020297870000	A231
101200	Poseta	07.07.2009 13:54	STANIČIĆ TATJANA	311007270000	R01

Slika 1. Statistički izveštaj iz Medis.NET MIS-a koji prikazuje pružene zdravstvene usluge po odeljenju i pružaocu

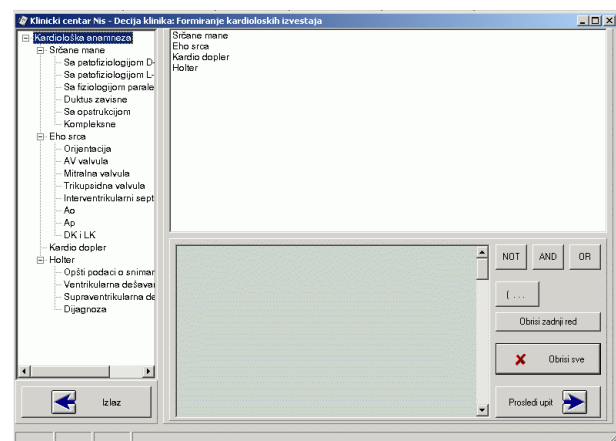
Druga vrsta izveštaja koja se može ekstrahovati iz velike količine podataka može se definisati kao generički izveštaj. To su izveštaji dobijeni uz pomoć softverskih alata projektovanih tako da korisniku pruže mogućnost interaktivnih upita nad podacima i kod kojih parametri i izgled izveštaja nisu unapred definisani ili su samo delom unapred definisani. Ovakvi izveštaji mogu imati posebnu primenu u naučnim istraživanjima.

Oni mogu biti od velike koristi lekarima kada žele da prate status bolesnika ili grupe bolesnika u određenom vremenskom periodu, ili kada žele da detektuju veze između stanja bolesnika i nekih figurirajućih parametara vezanih za bolesnika i lečenje. Generički izveštaji mogu se iskoristiti za edukaciju medicinskog osoblja iz istih razloga kao i statički. Za potrebe istraživanja, u nauci se mogu koristiti u nastojanju dokazivanja postavljenih hipoteza ili njihovog opovrgavanja. Pokazaćemo na primeru modula projektovanog u okviru Laboratorije za medicinsku informatiku Elektronskog fakulteta u Nišu kako ova vrsta izveštaja može biti od koristi u medicini (6).

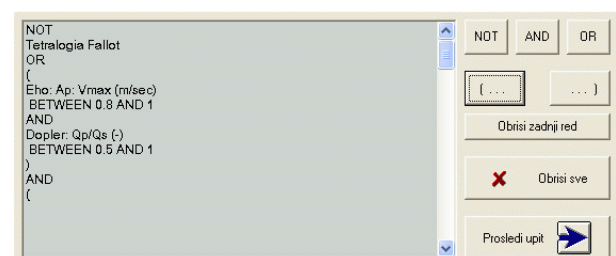
Modul za automatsko generisanje izveštaja (Report Generator ili REPORTER) MIS-a Medis.NET pruža mogućnost lekaru da sam definiše šta želi od podataka da vidi na izveštaju. Na Slici 2 prikazan je jedan profil ovog modula nazvan „Kardiološke anamneze“. Stavke pomenutog profila organizovane su u nekoliko nivoa, gde, kao što se može videti na slici sa leve strane, Srčane mane, Eho srca, Kardio dopler i Holter predstavljaju grupe

prvog nivoa. Njihovi pod čvorovi predstavljaju grupe koje direktno od njih zavise.

Kada korisnik odabere jedan čvor na levoj strani, lista pripadajućih stavki prikazuje se u podprozoru na desnoj strani. Na dnu profila sa desne strane nalazi se komponenta za postavljanje dinamičkih upita, koji predstavljaju osnovu za izveštaje ove vrste. Na Slici 3 može se videti kako izgleda jedan upit generisan od strane lekara. Korisnik, birajući ranije pomenute stavke, uz osnovno poznavanje logičkih operacija (AND, OR, NOT) i nekolicine potrebnih matematičkih funkcija, može definisati upit za dobijanje izveštaja čiji se rezultati mogu uvrstiti u statističke proračune, a radi dokazivanja, odnosno opovrgavanja raznih hipoteza u medicini.



Slika 2. Aplikacija za generisanje specijalizovanih izveštaja



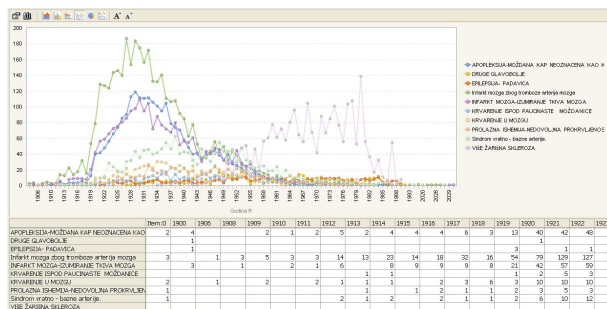
Slika 3. Generički upit za dobijanje izveštaja iz medicinskih podataka u svrhe istraživanja

Poslovna inteligencija (skraćena široko prihvaćena u svetu je BI) sve više se koristi u naprednim zemljama u svim oblastima poslovanja, kao i u nauci. Ovaj termin, između ostalog, podrazumeva korišćenje OLAP (Online Analytical Processing) analitike nad podacima. Kada je u pitanju ogromna količina podataka, kao što je to slučaj u državnom zdravstvu, nijedan drugi način izveštavanja i analitike nad podacima nije toliko efikasan kao OLAP. OLAP podrazumeva integraciju velike količine podataka koji mogu poticati iz više informacionih sistema, recimo iz primarnog i sekundarnog zdravstva istovremeno, zatim njihovo prečišćavanje i generisanje šema pogodnih za brzu i tačnu analitiku.

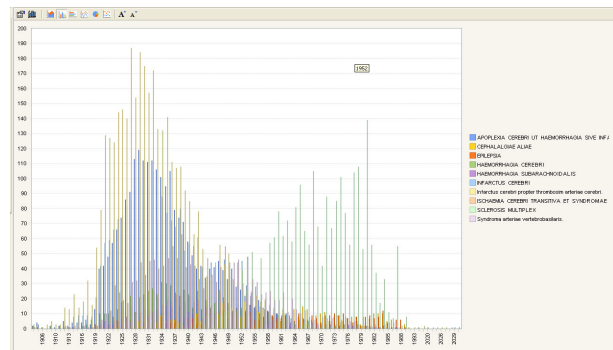
Kada bi, recimo, želeli da posmatramo učestalost raznih dijagnoza u odnosu na više parametara istovremeno (na primer pol bolesnika, poreklo, godine starosti, bračni status, razne faktore rizika, kao što su pušenje, alkohol, povišen krvni pritisak itd.), generisanje takvih izveštaja na klasičan način odnelo bi minute, pa i sate jednom MIS-u, a prema tome i njegovim korisnicima.

OLAP sistemi nam omogućavaju da se brzo i lako krećemo kroz analitike ovakve vrste, a generisanje izveštaja traje od 1000 pa do više desetina hiljada puta brže nego statičkih izveštaja, kao što su pokazala naša istraživanja nad konkretnim medicinskim podacima prikupljenim na Klinici za neurologiju Kliničkog centra Niš u periodu od 1997. do 2008. godine (7).

Posebne pogodnosti u projektovanju i razvoju ovih sistema pružaju softverski alati koji se sve više razvijaju na tržištu, a služe za integraciju i transformaciju podataka dobijenih iz heterogenih izvora (na primer iz primarnog zdravstva i službe za statističku obradu podataka istovremeno) i za projektovanje i implementaciju tzv. kubova (multi-dimenzionalnih izvora podataka) (SQL Server Business Intelligence Development Studio, Fast Cubes, Pentaho BI, ...). Pored alata za projektovanje OLAP sistema postoji i veliki broj dostupnih alata za analitiku ovih sistema. Neki od tih alata su dobro poznati širokom krugu korisnika u medicini, kao na primer MS Office Excel, ali je na žalost malom broju korisnika poznata činjenica da MS Office Excel, kroz tzv. pivot tabele, može poslužiti za veoma brzu analitiku nad kubovima uz mogućnost automatskog generisanja grafikona raznih oblika (slika 5).



Slika 4. Primer generisanog izveštaja



Slika 5. Drugi oblik izveštaja prikazanog na Slici 4

Ukoliko ukrstimo veliku količinu podataka, iz recimo Službe za statističku obradu podataka (na primer broj stanovnika na teritoriji južne Srbije, njihov pol i njihovu starost), sa velikom količinom podataka koji potiču iz elektronskih kartona bolesnika, možemo dobiti veoma značajne medicinske izveštaje, koji ukazuju na postojanje nekakvog uzorka obolevanja od određenih bolesti i sl. Jedan takav primer dat je na Slici 4, gde je na grafikonu dobijenim OLAP analitikom prikazan broj prijema na bolničko lečenje u vremenskom periodu 1997-2008. godina na Klinici za neurologiju Kliničkog centra u Nišu, a u odnosu na godinu rođenja bolesnika i to samo za „učestale dijagnoze“. Učestale dijagnoze su u ovom slučaju dijagnoze koje su se javljale na 400 prijema ili više u toku ovog perioda na pomenutoj klinici. Na grafikonu se vide neki očekivani rezultati, kao što je recimo da je broj bolesnika starijih godina u odnosu na ostale najveći, ali i neki neočekivani rezultati – da je recimo broj bolesnika rođenih 1981. godine obolelih od višezarišne skleroze mnogo veći od broja obolelih od ove bolesti koji su sličnih godina. Takva jedna analitika predstavlja odličnu osnovu za medicinska istraživanja i brzo postavljanje hipoteza u nauci.

## MIS i edukacija

Medicinski informacioni sistemi mogu da igraju značajnu ulogu i u edukaciji studenata na svim nivoima studija, od osnovnih preko specijalističkih i subspecijalističkih do doktorskih. Odakle ovakvo tvrđenje?

Ako se posmatra tradicionalni stil edukacije u medicini, edukacija se vrši na osnovu štampanih materijala i vežbi sa bolesnicima u unapred utvrđenim terminima. Vrlo često se dešava da se student uživo ne sretne sa većinom patologija koje uči ili zbog retkosti same patologije ili zbog činjenice da u trenutku realizacije vežbi takve patologije nije bilo u bolnici. Kako u ovakvim situacijama MIS može doprineti edukaciji?

Prikupljanje svih vrsta podataka o bolesnicima sa oboljenjima koja se ređe ili čak vrlo retko sreću (numerički, tekstualni, grafički, audio, video) mogu se obavljati svaki put kada se pojavi takav bolesnik. Prikupljeni heterogeni podaci mogu se smeštati u specijalizovane repozitorijume ili, pak, u klasične MIS, odakle se po potrebi mogu izdvajati

po raznim kriterijumima i pregledavati u toku edukacije.

Na ovaj način se dolazi do pojma "virtuelne bolesničke sobe", odnosno do pojma "virtuelnog bolesnika" (15). Jedina razlika koja može razlikovati "virtuelnog" bolesnika od pravog je činjenica da student ne može primeniti dijagnostičke metode, kada je potrebno dodirnuti bolesnika, ali zato može da vidi sve druge aspekte lečenja. Takođe, na osnovu promene kliničke slike može se lako uveriti u efikasnost određenih metoda lečenja u odgovarajućim okolnostima. Dodatna prednost koju nudi koncept virtuelnog bolesnika je činjenica da je moguće porediti različite varijacije, tj. pojavne oblike istog oboljenja u trenutku i moguće je pregledati sve virtuelne bolesnike koji postoje u bazi, što je sa realnim bolesnicima nemoguće. U realnosti imamo samo nekoliko aktivnih bolesnika u sobama, dok virtuelnih možemo imati koliko god nam treba. Prosečno bolničko odeljenje u KC Niš ima desetak soba sa ne više od 50 kreveta.

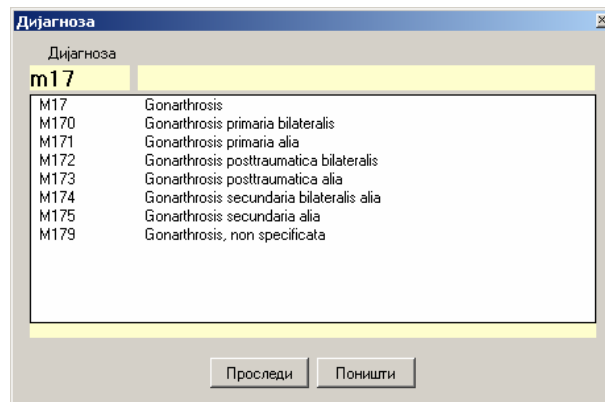
Formiranjem baze virtuelnih bolesnika sa njihovim istorijama bolesti u digitalnom obliku stvara se dobra osnova za kreiranje specijalizovanih softvera za edukaciju, takozvanih „tutoring“ sistema, koji zavisno od nivoa složenosti i ekspertskog znanja koje je ugrađeno u njih, mogu da ponude studentu različite mogućnosti, čak i do nivoa da omoguće i "virtuelno lečenje" gde bi student na osnovu svog znanja i simptoma koje ima bolesnik (a koje mu kreira softver) određivao terapiju i pratio kakav je odgovor na datu terapiju i to u više iteracija, tj. epizoda lečenja. Ako je u okviru MIS-a ugrađena i mogućnost telemedicine, tj. telekonsultacije, onda se mogućnost za kvalitetnu edukaciju studenata ne ograničava samo na jednu kliniku, već i na fizički udaljene klinike. Moguće je na primer prenositi uživo neke hirurške intervencije na veliki broj udaljenih mesta istovremeno.

Značajan vid takozvane edukacije u toku rada, odnosno pasivne edukacije, može se obavljati ako je MIS realizovan tako da korisniku omogućuje pregled više različitih izvora znanja. Primeri za ovo su različiti šifarnici. Npr MKB10 ima odgovarajuće šifre i nazive. Ako MIS omogućuje izbor oboljenja, onda dolazi tokom vremena do pasivnog učenja. Na Slici 6 je prikazana forma u okviru MEDIS.NETa za izbor dijagnoze. Slična situacija je kod izbora medikamentata, oblika, doza itd. Na Slici 7 je prikazana jedna od formi u MEDIS.NET-u kojoj se unosi medikament.

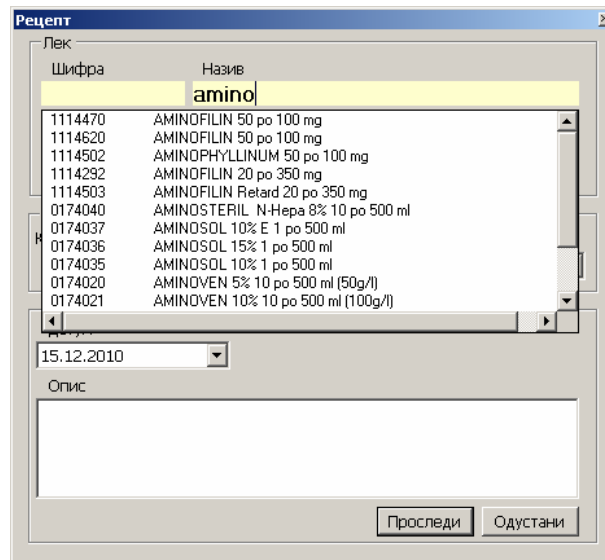
Poseban segment funkcionalnosti su takozvani alarmi. Primer za to je upozorenje na moguće negativne interakcije između lekova. Ova mogućnost ima efekta kako na proces učenja tako i na onemogućavanje eventualnih grešaka. Generalno, moguće je realizovati pojedine segmente MISa tako da "vođe" lekara u toku pregleda bolesnika nudeći preglede koje treba obaviti, odnosno parametre koje treba ispitati ili polja koja treba popuniti.

Na ovaj način je lekar "vođen", tj. standardni procesi i procedure su mu pripre-

ljene unapred, što u krajnjoj liniji ima značajan efekat na proces učenja. MIS jedino treba da izbegne "predlaganje", osim u posebnim modulima koji su namenjeni za te svrhe, odnosno u sistemima za podršku odlučivanju (decision support sistemi). Ovi sistemi su realizovani za veliki broj bolesti i pokazuju dosta dobre rezultate (11, 12). Ovakvi sistemi, osim što pomažu u odlučivanju, tj. u postavljanju dijagnoza indirektno utiču i na proces učenja lekara u toku svakodnevne prakse. U svetu su poznati i sistemi koji predstavljaju bazu "dobrih praksi", koje su izuzetno korisne, kako u samom lečenju tako i u edukaciji lekara.



Slika 6. Primer kontrole za izbor po šifri i nazivu - izbor dijagnoze



Slika 7. Primer forme sa kontrolom za izbor leka - forma za kreiranje receptata

## MIS i istraživanje

Značajan broj medicinskih istraživanja oslanja se na obradu i analizu velike količine medicinskih podataka koji su sakupljeni u toku pružanja zdravstvenih usluga bolesnicima, odnosno tokom procesa lečenja. Ako su MIS implementirani u zdravstvenim ustanovama, onda se proces prikupljanja, selekcije i izdvajanja podataka



obavlja na neuporedivo efikasniji način u poređenju sa klasičnim prikupljanjem podataka iz papirnatih verzija istorija bolesti.

Sa druge strane, automatizovanim postupkom prikupljanja podataka značajno se povećava i njihova tačnost, jer se proces izdvajanja i pristupa podacima odvija u enormno kratkom vremenskom intervalu i ne zahteva od istraživača sate i sate rada u nekoj kartonskoj arhivi istorija bolesti, uz mogućnost pogrešnog tumačenja podataka usled premora ili nečitkosti rukopisa.

Da bi istraživači mogli da koriste MIS potrebno je da pored standardnih i konfigurabilnih izveštaja MIS omogući i jednostavno pretraživanje podataka po svim poljima sa različitim kriterijumima u skladu sa potrebom istraživača. MEDIS.NET nudi mogućnost selektovanja informacija na osnovu kriterijuma koji se mogu predstaviti izrazom koji se dobija kombinacijom operatora NE, I i ILI i zagrada kao i odgovarajućih vrednosti razmatranih polja (slika 3). Npr. izdvajanje svih bolesnika starijih od 40 godina koji su muškog pola i u braku su a krvni pritisak im je veći od 160. U MEDIS.NETu je za ove namene ugrađen alat REPORTER (6) pomenut u trećem poglavlju ovog rada.

Ovde postoji i izuzetno značajna mogućnost koju pružaju MIS a to je istovremeni rad više istraživača sa istim podacima, što se u papirnatom načinu rada isključuje, jer fizički je moguće da jednu istoriju bolesti ima samo jedan istraživač.

Važna je i činjenica da istraživači nisu ograničeni samo na rad u okviru zdravstvene ustanove, već im je omogućen i udaljeni pristup podacima (npr. od kuće), ako je MIS realizovan tako da omogućuje razmenu podataka sa drugim srodnim sistemima (8).

Da bi se omogućila efikasna i kvalitetna analiza podataka, poređenje i brzo postavljanje hipoteza, potrebno je da postoji niz alata, kao deo MIS-a ili kao nezavisni alati koji će koristiti podatke skladištene u bazi MIS-a, koji će omogućiti efikasan rad sa podacima. Takve mogućnosti pružaju BI (business intelligence) alati, kao i različiti alati veštačke inteligencije (razne vrste klasifikatora, prediktora itd.), gde se koristi veliki broj različitih postupaka (statistički metodi, stabla odlučivanja, SVM (support vector mashine), HMM (Hidden Markov models), neuronske mreže itd.) (13, 14). U toku istraživanja koja obuhvataju analizu podataka iz različitih oblasti

medicine javlja se potreba za podacima iz više različitih zdravstvenih ustanova. MIS mogu uz adekvatnu realizaciju i sistem korisnika sa različitim privilegijama da obezbede istraživačima efikasan pristup i analizu podataka iz MIS različitih zdravstvenih ustanova (npr. klinika u okviru jednog Kliničkog centra).

Da bi se obavila kompleksna istraživanja i razmatrali svi relevantni podaci potrebno je obezbediti zajedničke baze podataka koje neće biti ograničene samo na podatke prikupljene iz jedne zdravstvene ustanove. Ove baze predstavljaju repozitorijume koji su u nekim slučajevima od izuzetnog značaja, kao što je to na primer centralni repozitorijum za retke bolesti (10).

Ako se ima sve napred navedeno, jasno je da se kao logična posledica javlja mnogo veća produktivnost istraživača merene brzinom dolaska do naučnih rezultata a takođe i izrade i publikovanja naučnih i stručnih radova.

### Zaključak

Pored svakodnevnog korišćenja u pružanju zdravstvenih usluga, MIS imaju značajnu primenu i u procesu edukacije studenata, medicinskog osoblja i bolesnika, kao i za potrebe istraživačkog rada. Da bi ove funkcije ispunio, MIS mora da bude projektovan i realizovan na poseban način sa skupom funkcionalnosti koje to omogućuju. U radu su dati neki aspekti primene MIS-a u edukaciji studenata medicine na svim nivoima kao i primene MIS-a u obavljanju naučno-istraživačkog rada. Kao takav rad trebalo bi da posluži realizatorima MIS-a da sveobuhvatnije posmatraju MIS pri projektvanju i implementaciji, odnosno da medicinskom osoblju i studentima ukaže na neke mogućnosti i potencijale koje sa sobom mogu da donesu adekvatno projektovani, realizovani i korišćeni MIS.

U radu su potrebni zahtevi opisani kroz funkcionalnosti koje su ugrađene u MIS razvijen u Laboratoriji za medicinsku informatiku Elektronskog fakulteta u Nišu, pod nazivom MEDIS.NET.

### Zahvalnica

Rad na ovom projektu finansiran je sredstvima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (Projekat broj TR.13015).

## References

1. Wager KA, Lee FW, Glaser JP. Managing Healthcare Information Systems - A Practical Approach for Health Care Executives. Jossey-Bass; 1<sup>st</sup> ed. May 5, 2005.
2. Janković D, Rajković P, Stanković T, Vučković D. Realization of IT support for Primary Health Care Centers. ISDOS: Belgrade; 2009.
3. City of Niš, Administration of Economy, Sustainable Development and Environment Protection, City of Niš Statistical Yearbook for 2007, pp. 199-217. Nov 2008.
4. Stanković T, Janković D, Rajković P. Comprehensive Data Reporting Approach in Health Care Information Systems. 3<sup>rd</sup> International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, International Conference on Health Informatics. HEALTHINF 2010, Valencia, Spain. 2010. p. 456-60.
5. Website of the Republican Institute for Health Insurance. Available from: <http://www.rzzo.rs/>
6. Rajković P, Janković D. Custom made medical data reporting tool. Telecommunication in Modern Satellite, Cable, and Broadcasting Services. 9<sup>th</sup> International Conference. 2009. p. 306-09.
7. Pešić S, Stanković T, Janković D. Benefits of Using OLAP Versus RDBMS for Data Analyse in Health Care Information Systems. Electronics 2009; 13(2): 56-60.
8. Janković D, Rajković P, Vučković D. Integration and collaboration of medical information systems. XII e-Government Conf. ISDOS 2008, Novi Sad, 2008.
9. Janković D, Vučković D, Rajković P. Overview of HL7 RIM standards. Conference "Man and working environment", Faculty of Occupational Safety Niš, Ref. 4.13, 389 – 396, XV, 2007.
10. Janković D, Stanković T, Todorović B. Collaborative IT platform for rare diseases. Proc. HEALTHINF, 26.-29. January, Rome, 2011, pp. 309-14.
11. Garg A, Adhikari N, McDonald H, Rosas-Arellano P, Devereaux PJ, Beyene J, et al. Effects of Computerized Clinical Decision Support Systems on Practitioner Performance and Patients Outcomes. JAMA 2005; 293(10):1223-38. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Musem M, Shahar Y, Shortliffe E. Clinical Decision-Support systems, in Biomedical Informatics – Computer Applications in Health Care and Biomedicine, Unit II. 2006: 698-736.
13. Tipping EM. Sparse Bayesian Learning and the Relevance Vector Machine. Journal of Machine Learning Research 2001: 211-44.
14. Vapnik VN. Statistical Learning Theory. Wiley: 1998.
15. Grace H, Robby R, Chris C. Virtual Patient Simulation at U.S. and Canadian Medical Schools. Academic Medicine 2007; 82(5): 446-51. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

## APPLICATION OF MEDICAL INFORMATION SYSTEMS IN EDUCATION AND RESEARCH IN MEDICINE

*Dragan Janković, Petar Rajković, Tatjana Stanković, Aleksandar Milenković and Ivana Kocić*

This paper presents medical information systems (MIS) as a powerful source for education and research in modern medicine. Paper gives an overview of functionalities of MIS system, emphasizing reporting and data analysis techniques as basic knowledge extracting methods. These two are considered as the most important functionalities for successful use of data from medical information systems in medical education and research processes. Also, general remarks on other possible usage of MIS in education and research in medicine are presented here and illustrated with examples from MEDIS. NET information system, developed in Laboratory for Medical Informatics of Faculty of Electronic Engineering in Niš. *Acta Medica Medianae* 2012; 51(1):73-80.

**Key words:** *medical information systems (MIS), research, education*