

# Mogućnosti primene OLAP alata u medicinskim informacionim sistemima

Aleksandar Milenković, Dragan Janković, Aleksandar Veljanovski, Marija Stojković, Leonid Stoimenov, Petar Rajković

Katedra za računarstvo  
Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu  
Niš, Republika Srbija

aleksandar.milenkovic@elfak.ni.ac.rs, dragan.jankovic@elfak.ni.ac.rs, aleksandar.veljanovski@elfak.ni.ac.rs,  
marija.stojkovic@elfak.ni.ac.rs, leonid.stoimenov@elfak.ni.ac.rs, petar.rajkovic@elfak.ni.ac.rs

**Sadržaj** — U radu su razmatrane mogućnosti primene OLAP alata u medicinskim informacionim sistemima. Posebno je naglašena njihova upotreba pri kreiranju dinamičkih izveštaja, propisivanju terapija kao i za stručno usavršavanje i naučno istraživački rad. Praktični primeri primene ilustrovani su na korišćenju OLAP alata u okviru medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET koji se koristi u 20 domova zdravlja i jednoj studentskoj poliklinici u Srbiji a realizovan je u laboratoriji za medicinsku informatiku Elektronskog fakulteta u Nišu.

**Ključne reči** – OLAP; BI; medicinski informacioni sistem; MEDIS.NET; odlučivanje; izveštavanje; usavršavanje;

## I. UVOD

Savremeno poslovanje neke kompanije u mnogome zavisi od dobro donetih odluka koje se baziraju na prethodnom poslovanju kompanije. Analiziranjem ranijih odluka, unetih podataka, grešaka i uspeha kompanije potrebno je izvesti zaključke i doneti odluke koje će doprineti unapređenju poslovanja kompanije. Najbolja je praksa učiti na tuđim greškama i primerima. Međutim, svaka kompanija je specifična po nečemu tako da se pomenuti princip ne može uvek primeniti. Ako se primeni pomenuti princip onda je teško biti prvi na velikom, raznovrsnom i konkurentnom tržištu kao i ostvariti velike prihode. Poslovna inteligencija (*eng. Business Intelligence - BI*) je našla velike primene u donošenju odluka na osnovu podataka prikupljenih preko informacionog sistema koji koristi neka kompanija. Prikupljeni podaci nisu uvek pogodni za analiziranje u originalnom obliku pa je potrebno te podatke ekstrahovati iz više izvora podataka i staviti ih u dobro isprojektovana skladišta podataka (*eng. Datawarehouse*) [1] - [8]. Dobro isprojektovana skladišta podataka omogućavaju projektantima da kreiraju specijalne poglede koji će omogućiti rukovodstvu kompanija donošenje velikih i bitnih odluka na brz i efikasan način. Pošto su pogledi relacione baze podataka vrlo ograničeni, javlja se potreba za uvođenjem jedne nove tehnologije koja će omogućiti brzi pristup podacima iz skladišta podataka, njihovo prikazivanje u tabelama i na grafikonima tako da se lako može doći do željenih informacija i doneti dobra odluka u pravom trenutku. Da bi se to postiglo potrebno je omogućiti izuzetno brzo izvršavanje upita i efikasno dobijanje rezultata tražene pretrage uz mogućnost

postavljanja različitih kriterijuma i to i u slučajevima kada sistem radi sa velikom količinom različitih podataka. Da bi se donele neke odluke neophodno je sagledati podatke iz informacionog sistema sakupljenih, ne retko, na godišnjem, dvogodišnjem čak i višegodišnjem nivou. Ako se uzme u obzir da velike kompanije generišu ogromne količine podataka na mesečnom nivou koje se mere i stotinama miliona slogova u stotinak i više tabela u bazi, dolazi se do zaključka da je neophodno postojanje mehanizama i tehnologija koja će se lako snaći sa tom velikom količinom prikupljenih podataka. Ne smemo zaboraviti da je za odluke potrebno uzeti u obzir i neke realne stvari van informacionog sistema kompanije, što nagoveštava da alat - tehnologija treba da obezbedi prikupljanje podataka i iz heterogenih izvora podataka (to ne mora uvek biti relaciona baza podataka) i njihovu integraciju sa već spremnim podacima iz informacionog sistema u skladište podataka. Kao rešenje za ovaj problem nameće se posmatranje podataka ne samo u dvodimenzionalnom prostoru (tabele) već u više dimenzija preko hiperkubova. Tehnologija koja podržava rad sa hiperkubovima poznata je kao onlajn analitička obrada podatka ili skraćeno OLAP – (*eng. Online Analytical Processing*) [1], [2], [5], [8]. Predstavljanje podataka preko hiperkubova sa velikim brojem dimenzija (podaci su međusobno ukršteni po dimenzijama), gde su podaci već unapred pripremljeni, pruža osnovu za brzo dobijanje rezultata preko postavljenog upita u obliku tabela ili grafikona. Znači ovde se ne vrši trenutno ekstrahovanje podataka iz “žive” baze informacionog sistema već samo prikaz traženih podataka na osnovu već unapred pripremljenih hiperkubova od podataka koji se nalaze u skladištima podataka. Postavlja se pitanje kada je pogodno ažurirati te hiperkubove i koliko će to trajati. Na ovo pitanje može se dati odgovor samo ako se uzme u obzir činjenica za koju svrhu je isprojektovan hiperkub/hiperkubovi, pa i samo skladište podataka. Osvežavanje hiperkubova koji sadrže podatke sakupljene na osnovu rada IS-a u dužem periodu zahteva i duže vreme procesiranja. Međutim poslovanje kompanije zahteva analizu na dnevnom, nedeljnom, mesečnom nivou, itd. pa samim tim i količina podataka koja će ući u kubove automatski će biti proporcionalna vremenu potrebnom za ažuriranje podataka. Ova ideja i koncept BI-a i OLAP-a razvila se sa ciljem da podrži odlučivanje sa finansijskog aspekta kompanije – razvija se tehnologija tamo gde ima najviše para. Međutim, primena je proširena tako da se

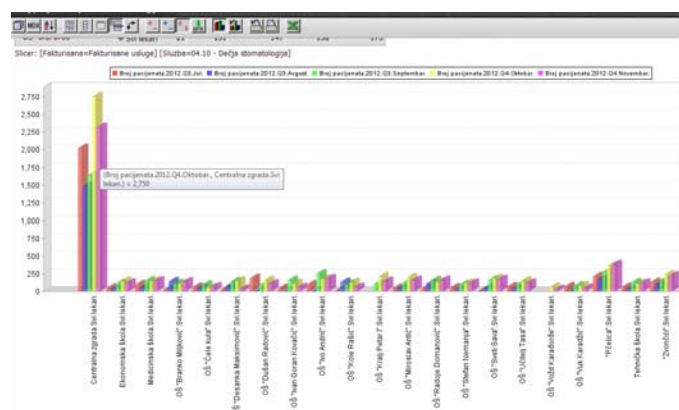
danas može koristiti i u ostalim sferama, gde god je potrebno donositi dobre odluke i ukrštati podatke prikupljene u radu nekog IS-a. Možemo reći da je i medicina jedna interesantna sfera primene ovih tehnologija te je u ovom radu razmatrana mogućnost praktične primene u radu zdravstvenih ustanova koje kao podršku svakodnevnom radu koriste medicinski informacioni sistem MIS-a [4], [8]. Na osnovu prikupljenih podataka iz medicinskog informacionog sistema moguće je vršiti različite analize npr. finansijske, kvalitativne, kvantitativne – pružene medicinske usluge, veza medikament-dijagnoza, koristiti podatke za pomoć prilikom određivanja dijagnoze i postavljanja terapije itd. kao i donošenja odluka na osnovu tih analiza. Takođe ti podaci oslobođeni demografskih podataka o lečenim pacijentima mogu da predstavljaju dobru osnovu za postavljanje hipoteza, pisanje naučnih radova kao i za usavršavanje studenata medicinskih nauka i zdravstvenih radnika u primarnom, sekundarnom i tercijalnom zdravstvu. Kao primer možemo pogledati Lexicomp [9] komercijalnu bazu podataka koja se može koristiti kao pomoć prilikom određivanja terapije, a od skora je dostupna i lokalizovana i za naše govorno područje. Izveštavanje je takođe podržano OLAP alatima i omogućava slanje elektronske pošte prijavljenim korisnicima na ovaj servis, sa izveštajima koje su oni tražili (npr. direktorima, načelnicima odeljenja, finansijskoj službi, kadrovskoj službi) tako da te izveštaje svako može da dobije pre nekog sastanka, na kraju radnog vremena itd. U ovom radu akcenat je dat na moguće primene poslovne inteligencija preko OLAP alata u zdravstvenim ustanovama koje koriste neki medicinski informacioni sistem. U radu su kao ilustracija dati primeri realizovani u MIS-u MEDIS.NET. MEDIS.NET [10] je MIS licenciran od strane Ministarstva zdravlja Republike Srbije za upotrebu u primarnom zdravstvu. Razvijen je u Laboratoriji za medicinsku informatiku pri Katedri za računarstvo na Elektronskom fakultetu u Nišu i trenutno se koristi u 21 zdravstvenoj ustanovi u Republici Srbiji. Na tržištu postoji veći broj OLAP rešenja među kojima prednjače: *Microsoft Analysis Service, Oracle OLAP, Pentaho BI Server* [11].

Nakon uvodnog izlaganja predstavljeni su primeri upotrebe OLAP alata za generisanje dinamičkih izveštaja i njihove prednosti u odnosu na fiksne izveštaje u MIS-u, a zatim su prikazane moguće primene OLAP-a pri propisivanju terapije u MIS-u MEDIS.NET. Kao sledeća mogućnost primene OLAP-a razmatrano je samo lečenje pacijenta kao i primena u domenu stručnog usavršavanja zdravstvenih radnika iza čega sledi zaključak.

## II. DINAMIČKI IZVEŠTAJI I OLAP

Nezaobilazni i veoma važan deo svih informacionih sistema, pa i medicinskih informacionih sistema, su različite vrste izveštaja koji se uobičajeno rade za različite periode i uključuju različite podatke iz različitih vremenskih perioda. Tokom životnog veka medicinskog informacionog sistem prikupi se ogromna količina podataka koja se može iskoristiti za analiziranje poslovnih procesa i aktivnosti, proveru troškova, opterećenje aparata i ljudskih resursa, ali i za planiranje budućih aktivnosti i predviđanje i planiranje troškova zdravstvene ustanove. Praksa je da sami medicinski informacioni sistemi sadrže unapred definisane izveštaje koji

su potrebni u svakodnevnom radu. To su fiksni izveštaji, kreirani tokom procesa implementacije samog medicinskog informacionog sistema i kao takvi ne pružaju veliku slobodu. Krajnjem korisniku sistema je omogućeno da odabere nekoliko parametara, na primer vremenski period za koji se želi izveštaj, lokaciju, organizacionu jedinicu itd, međutim podaci koji se dobijaju su već isprocesirani po unapred definisanim šablonima. Ukoliko se tokom vremena korišćenja medicinskog informacionog sistem ukaže potreba za izveštajem koji će prikazivati neke nove podatke, ili iste podatke ali na drugačiji način, neophodna je nadogradnja samog sistema tako da je krajnji korisnik zavistan od nove verzije instalacije sistema. Krajnji korisnik nema mogućnost da utiče na podatke koje izveštaj pribavlja iz baze uprkos činjenici da se sve češće javlja potreba za takvim dinamičkim izveštajima (Sl. 1). Zbog toga su razvijeni alati koji omogućavaju korisnicima sistema da sami generišu izveštaje kako njima u tom trenutku odgovara, da snime te izveštaje (šablone za njihov generisanje) kako bi ih kasnije ponovo koristili, a sve to bez potrebe za poznavanjem strukture same baze podataka.



Slika 1. Primer jednog dinamičkog izveštaja. Broj pruženih zdravstvenih usluga za maj mesec 2012. godine po lokacijama službe stomatologije.

OLAP alati se najčešće koriste za kreiranje dinamičkih izveštaja. Time se omogućava da krajnji korisnici sami definišu podatke koji će se prikazati u izveštajima birajući dimenzije i mere u unapred definisanim hiperkubovima. Dinamičkim izveštajima je omogućeno korisnicima da veoma brzo, proizvoljnim kombinovanjem mera i dimenzija, dobiju drugačije poglede na podatke o poslovanju zdravstvene ustanove, kako bi bolje i kvalitetnije isplanirali buduće aktivnosti. Korisnici mogu da dobijaju izveštaje u tabelarnom obliku (najčešće to su *pivot* tabele) kao i u obliku različitih interaktivnih grafikona, tako da mogu posmatrati podatke na način koji njima najviše odgovara. Na primer, mogući dinamički izveštaji u MIS-u mogu izdvojiti sledeće interesantne mere: broj pruženih zdravstvenih usluga, utrošak medikamena, utrošak sredstava, broj pacijenata, broj lekara, broj pojedinih dijagnoza, maksimalne ili minimalne vrednosti temperature, pritiska, pulsa, težine, visine pacijenata, i slično. Ove se mere mogu posmatrati kroz širok spektar dimenzija:

- Broj pruženih zdravstvenih usluga na nivou službe, lekara, ambulante, u vremenskom periodu, ili kombinacije svih navedenih dimenzija;

- Utrošak sredstava (svaka zdravstvena usluga u sistemu ima navedenu zavodsku i ekonomsku cenu) po službi, lekaru, ustanovi, pacijentu, u vremenskom periodu, ili kombinaciji bilo kojih navedenih dimenzija;
- Broj uputa po gore navedenim dimenzijama sa dijagnozama;
- Broj recepata po gore navedenim dimenzijama sa dijagnozama eventualno ukršten sa lekarom koji ih je propisao ili čak i sa pacijentom;
- Medikamenti po gore navedenim dimenzijama i sa dijagnozama, itd.

Kombinovanjem podataka o dijagnostifikovanim bolestima u određenom periodu, na određenoj lokaciji i za različite uzraste pacijenata, omogućava se određivanje ugroženih grupa pacijenata, određivanje žarišta nekih zaraznih bolesti što može pomoći u prevenciji istih. Što je još bitnije, kombinovanjem mera i dimenzija može se doći i do nekih neočekivanih podataka koji takođe mogu da budu jako bitni za prevenciju nekih bolesti za ugrožene grupe pacijenata kao i za podsticaj novim medicinskim istraživanjima u tom pravcu.

Na ovaj način može da se prati i opterećenje lekara za određeni period po broju pacijenata, broju propisanih recepata i uputa, itd. Poređenjem sa brojem pacijenata koji imaju izabranog baš tog lekara (RIL – registracija izabranog lekara) i njegovog učinka lako se dolazi do kapitacione formule. Dinamički izveštaji bi ovde pomogli samom lekaru da planira svoj rad kako ne bi izašao van granica propisanih zakonom i time sebi smanjio platu.

Dinamičkim izveštajima lako se može doći do uvida da li se u nekom delu grada, teritoriji prostire neka zarazna bolest i koja populacija je njom zahvaćena i koja bi mogla da poprimi oblik epidemije (pandemije) tako da se mogu preuzeti i neke preventivne mere od pozivanja potencijalno ugroženih pacijenata na preventivne pregled do delovanja i organizovanja samih lekarskih ekipa na terenu. Takvi izveštaji se lako mogu dobiti ukrštanjem dijagnoze sa nekom opštinom (adresama gde pacijenti imaju registrovano mesto stalnog boravišta) i starosnoj dobi. Sledeći nivo bi bio da se ti izveštaji sami generišu i da ih sistem sam šalje rukovodstvu ukoliko se primeti povećanje obolelih od neke iste bolesti u nekom delu grada (teritoriji) kroz odgovarajući alert sistem. Takođe, registrovanje epidemija ili širenja zaraznih bolesti u nekom delu grada može se registrovati i preko poziva *Call centra* od strane pacijenata prilikom zakazivanja pregleda.

Neki OLAP alati imaju i mogućnost generisanja i slanja određenih izveštaja (onih koje je sam korisnik izabrao) putem elektronske pošte da bi oni omogućili informisanost korisnika u određenom vremenskom trenutku. Na primer, pre nekog sastanka svim učesnicima je moguće automatsko slanje finansijskih izveštaja o poslovanju zdravstvene ustanove u prethodnom kvartalu, mesecu, kao i trenutnom stanju, opterećenju medicinskog osoblja u pojedinim službama, broju novo-dijagnostifikovanih pojava neke bolesti po starosti pacijenata itd.

Dinamički izveštaji su se pokazali kao mnogo praktičniji od statičkih izveštaja. Ako se zasnivaju na OLAP alatima vreme generisanja samih izveštaja je znatno kraće od vremena potrebno da se izgeneriše izveštaj zasnovan na transakcionoj bazi podataka, pri čemu je omogućeno i kombinovanje podataka iz više različitih izvora. Moguće je jednostavno podesiti i njihovo slanje na mail grupi prijavljenih korisnika na taj servis u određenom periodu. Dostupnost dinamičkih izveštaja preko web-a omogućava korisniku pribavljanje izveštaja bez potrebe da se nalazi u okviru mreže same zdravstvene ustanove.

Izveštaji se generišu u roku od nekoliko sekundi jer su podaci u skladištu podataka smešteni u posebnim šemama nazvanim zvezda (*eng. star*) i pahuljica (*eng. snowflake*) šeme, koje su pogodne za podizanje višedimenzionalnih struktura podataka tj. hiperkubova [1]. Šema zvezda se sastoji od tabele činjenica i pojedinačnih tabela za svaku dimenziju. Šema pahuljica predstavlja varijaciju šeme zvezda u kojoj su dimenzionalne tabele iz šeme zvezde organizovane u hijerarhiju i izvršena je njihova normalizacija. Nekad se normalizacija skladišta podataka vrši do treće normalne forme, što omogućava pristup najfinijem nivou detalja. Sazvežđe (konstalacija) činjenica je skup tabela činjenica koje dele neke tabele dimenzija. Sazvežđe činjenica ograničava moguće upite nad skladištem. Veliki broj komercijalnih alata na tržištu unapred procesira podatke iz pomenutih šema unutar fizičkih kubova, tako da je dobijanje podatka u izveštajima trenutno. Sa druge strane da bi se isprocesirali fizički kubovi u zavisnosti od količine podatka u skladištu podataka to može da traje vrlo dugo. Zato je potrebno napraviti više hiperkubova koji će se ažurirati u različitim vremenskim periodima i omogućiti dostupnost podataka za različite tipove izveštaja. Procesiranje fizičkog kuba koji će sadržati neke podatke o poslovanju zdravstvene ustanove na godišnjem nivou trajće mnogo duže od procesiranje onog koji će sadržati podatke samo na dnevnom nivou. Zato je potrebno na početku projektovanja skladišta podataka definisati ciljeve, isprojektovati *star* i *snowflake* šeme kao i razviti fizičke kubove na onaj način koji će omogućiti i njihovo brzo osvežavanje podacima. OLAP alati nude i programirane funkcionalnosti:

- *Roll up* – podaci se sumiraju sa povećanjem generalizacije (na primer, po nedeljama, kvartalima i godinama),
- *Drill down* – povećava se nivo detalja koji se prikazuju,
- *Pivot* – vrši se unakrsno tabeliranje,
- *Slice and dice* – projekcija operacija se izvodi nad dimenzijama,
- *Sorting* – sortiranje podataka po njihovim vrednostima,
- *Selection* – podaci su dostupni na osnovu njihove vrednosti ili opsega vrednosti,
- *Derived attributes* (izvedeni atributi) – atributi se izračunavaju izvršenjem operacija nad skladištima izvornih podataka.

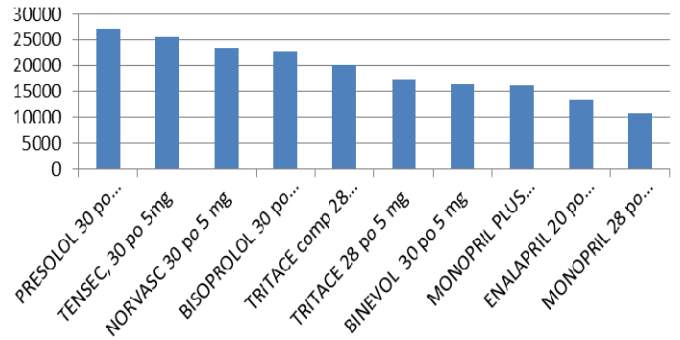
### III. MOGUĆNOSTI UPOTREBE OLAP ALATA PRILIKOM PROPISIVANJA TERAPIJA

Prilikom propisivanja receptata i pisanja naloga za davanje injekcija poželjno je da lekar ima mogućnost pregleda najčešće propisanih medikamenata za izabranu dijagnozu. Kod određenih dijagnoza poželjno je da lekar ima u vidu koji su lekovi propisani i u kojoj meri kako bi se povećala verovatnoća donošenja prave odluke za izbor pravog leka (ovo je naročito interesantno mladim lekarima). Jako je bitno da, ukoliko je potrebno da propiše antibiotik, lekar ima uvid u trenutno najpropisivanije antibiotike kako bi, ako je to moguće, propisao neki ređe propisivan lek i time smanjio rizik da populacija postane rezistentna na određene antibiotike ili pak ako je kriterijum cena leka propisivanje jeftinijeg sa istim dejstvom.

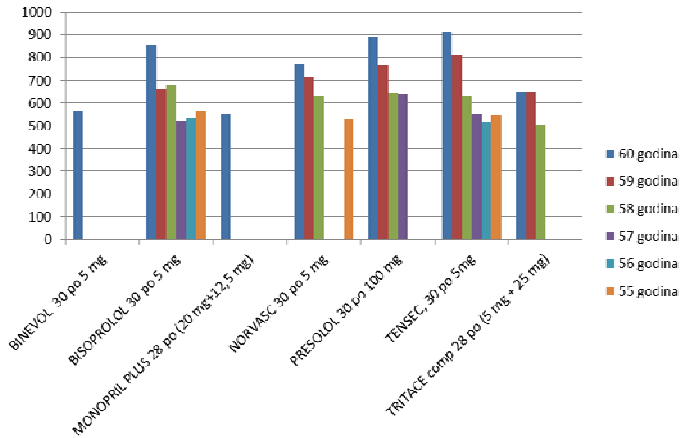
Slika 2. Izgled forme za propisivanje receptata pacijentu, sa linkom na stranicu OLAP alata *Pentaho* na kojoj lekar može videti različite izveštaje i dobiti pomoć pri propisivanju terapije (dugme *Najčešće propisivani lekovi*).

Forma za prikaz najčešće propisanih medikamenata se otvara pritiskom na dugme *Najčešće propisivani lekovi* sa forme za propisivanje receptata (Sl. 2). Forma za prikaz sadrži vizuelno okruženje koje omogućava korisniku da sam podešava izgled potrebnog izveštaja, prosleđuje zahtev *Pentaho BI Server*-u, hostuje rezultate i omogućava lekaru drilovanje i slajsovanje prikazanih rezultata. Ovde je kao OLAP alat upotrebljen besplatno dostupan *Pentaho BI Server* [11].

Lekaru je omogućeno da u okviru pregleda propisanih lekova za datu dijagnozu sam driluje rezultate kroz različite dimenzije i time dobije podatke o propisanim lekovima po starosnoj dobi ili polu pacijenta. Takođe, omogućeno je da lekar u okviru izveštaja uključi i neke druge dimenzije kao što su krvni pritisak, težina, visina, temperatura i slično, kao i da vrši slajsovanje po bilo kojoj od dimenzija u hiperkubu kako bi dobio željene izveštaje.



Slika 3. Broj propisanih receptata za dijagnozu I10 (hipertenzija).



Slika 4. Broj propisanih receptata za starost pacijenata od 55 do 60 godina za dijagnozu I10 (hipertenzija).

Na primer, lekar odabere prikaz propisanih lekova za odabranu dijagnozu (Sl. 3). Zatim ima mogućnost drilovanja po vremenskoj dimenziji, starosnoj dobi pacijenta ili polu pacijenata. Ako lekar odabere drilovanje po vremenskoj dimenziji prikazuju se propisani lekovi, zavisno od dubine drilovanja, grupisani po vremenskim intervalima godine, kvartalima, mesecima, nedeljama ili danima. Ako lekar odabere drilovanje po starosnoj dobi prikazuje se izveštaj propisanih lekova za datu dijagnozu grupisani po starosnoj dobi čime lekar dobija uvid koji se lekovi najčešće propisuju u kom uzrastu. Ako lekar odabere drilovanje po polu dobija izveštaj propisanih lekova grupisanih po polu pacijenata za već odabranu dijagnozu. Ako je lekar odabrao drilovanje po starosnoj dobi, i ako je pacijent stariji od pedeset pet godina i ima povišeni krvni pritisak dobija se dijagram kao na Sl. 4. Potrebno je da lekar doda dimenziju krvni pritisak. Korišćenje ovakvih izveštaja može pomoći lekarima da pronađu i neke nove lekove koji daju dobre rezultate u lečenju određene bolesti, a čija upotreba nije ustaljena. Na ovaj način se indirektno dobija sistem za pomoć pri odlučivanju (*eng. decision making system*) bez kreiranja specijalizovanih modula veštačke inteligencije. Posredni efekat ovakvog pristupa je i postepena izgradnja „kolektivnog znanja“ specifičnog za datu ustanovu.



#### IV. MOGUĆNOSTI UPOTREBE OLAP ALATA PRILIKOM ODREĐIVANJA DALJEG LEČENJA PACIJENTA

Pored mogućnosti pregleda najčešće propisanih lekova i ampulirane terapije za odabranu dijagnozu, značajno je prikazati lekaru i upute za dalje analize i preglede koji su propisivani pacijentima za odabranu dijagnozu, odabrane starosti, pol itd. Na primer, pri određivanju daljeg lečenja pacijenta lekaru može pomoći i izveštaj o uputima izdatim pacijentima sa određenom dijagnozom za specifične specijalističke službe, ali i izveštaji samih lekara specijalista za takvu grupu pacijenata. Koliko su dijagnoza lekari specijalisti potvrdili, koje su dodatne dijagnoze postavili, koju terapiju su najčešće propisivali pacijentima za dalje lečenje i gde su uputili pacijenta na dodatna ispitivanja. Naravno, svi ovi podaci su lekaru od značaja samo ako može da ih dobije u realnom vremenu, dok pregledava pacijenta i određuje terapiju, što se korišćenjem OLAP alata i omogućuje.

Lekaru je korišćenjem dinamičkih izveštaja omogućeno da na osnovu unete dijagnoze dobije izveštaj i o najčešćim laboratorijskim analizama koje su rađene za pacijente sa tom dijagnozom, pri čemu se lekaru ostavlja mogućnost da izveštaj filtrira po starosti, polu i drugim podacima pacijenata. Nije samo od značaja prikazati najčešće rađene analize za određenu dijagnozu već i njihove rezultate, kako bi lekar mogao da uporedi rezultate analiza konkretnog pacijenta sa vrednostima rezultata pacijenata sa istim ili sličnim dijagnozama. Upoređivanje rezultata određenih analiza za određenu populaciju može da dovede i do zaključka da je došlo do promena nekih očekivanih opsega vrednosti rezultata pa se to može iskoristiti kao hipoteza za neko istraživanje.

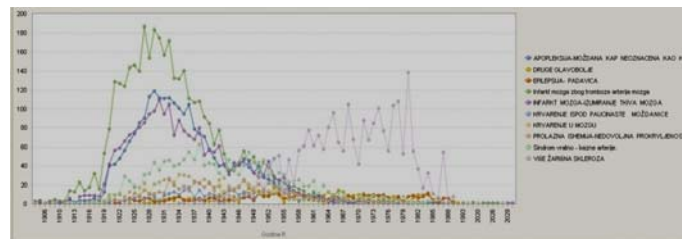
Ovo može biti itekako od koristi za mlade lekare koji se tek sreću sa realnim pacijentima u realnim okolnostima i sa različitim dijagnozama i situacijama gde ponekad lečenje ne mora biti strogo vođeno literaturom. Potrebno je sagledati i realne činjenice iz okruženja jer često i samo podneblje utiče na specifičnost nastalog oboljenja i zahteva njegovo specifično lečenje.

#### V. STRUČNO USAVRŠAVANJE

Primena OLAP alata može biti proširena i za istraživanje tj. pisanje stručnih i naučnih radova kao i za usavršavanje studenata medicinskih nauka i zaposlenih u zdravstvu [12] - [15]. Fokus je ovde dat samo na medicinske podatke. Često je potrebno u skladište podataka, osim podataka koji se slivaju iz žive baze podataka, ubaciti i podatke iz nekih drugih izvora podataka (MIS u sekundarnom i tercijarnom zdravstvu). Na taj način može da se dobije potpuna slika o lečenju nekog pacijenta od trenutka kada je on došao na pregled u dom zdravlja, vršio različite analize u biohemijskoj laboratoriji i bio podvrgnut pregledu na dijagnostičkim uređajima, do trenutka kada je dobio uput za stacionarno lečenje. Ako se ti podaci povežu sa podacima iz MIS-a u sekundarnom zdravstvu (npr. MIS Kliničkog centra) koji se odnosi na tok lečenja pacijenata na nekoj klinici lako se može doći do virtualnog pacijenta. Na osnovu takvih primera studenti ili zaposleni u zdravstvu mogu da odaberu dijagnoze. Izborom neke dijagnoze njima se prikazuju moguće terapije (upotrebljeni lekovi) tako da mogu da vide lekove koji su

najčešće korišćeni. Zatim mogu da vide najčešće pisane upute (koje specijalizacije, koje ustanove itd.). Takođe mogu da vide i koje su najčešće dijagnoze bile uspostavljene u sekundaru na osnovu uputa u primaru, da se upoznaju i sa najčešćim terapijama tokom lečenja u sekundarnoj zdravstvenoj ustanovi, tokovima bolesti i ishodima lečenja. Dešava se da izborom najčešće terapije pacijent ne mora uvek da bude izlečen tako da je možda bolja varijanta bila upotreba neke druge terapije koja bi dovela do izlečenja. Dobra praksa bi bila da se takvi primeri postave recimo preko *Moodle-a* [16] i da oni budu dostupni kroz kurseve na medicinskim fakultetima. U tom slučaju potrebno je učiniti dostupnom analitiku preko weba što većina OLAP lata na tržištu to i dozvoljava. Na ovaj način studenti mogu da se upoznaju sa podacima iz realnog okruženje (opština, grad, okrug), a ne da uče samo na nekim primerima iz knjiga.

Kao ilustraciju navodimo jedan realan slučaj. Prilikom ukrštanja različitih dimenzija podignutih kubova nad bazom Klinike za neurologiju, u kojoj su podaci sakupljeni za duži vremenski period, došlo se do iznenađujućeg rezultata (Sl. 5). Pri tome su ukrštene dimenzije pol i bračni status sa uspostavljenim dijagnozama. Zaključak je bio da su najugroženija populacija oženjeni muškarci, sa izrazitim pikom koje se odnosi na dijagnozu infarkt mozga. Pomenuti primer prikazuje kako se ukrštanjem različitih dimenzija može doći do neke pretpostavke na osnovu koje se mogu sprovesti istraživanja da bi se definisalo zašto je baš ta populacija najviše ugrožena. Dodavanje nove dimenzije npr. godine rođenja dovešće do neke druge hipoteze.



Slika 5. Dobijanje neočekivanih rezultata analizom OLAP-a za učestale dijagnoze kao i polazna osnova za donošenje hipoteza i dalja istraživanja.

Jedna interesantna mogućnost primene je upotreba pri izradi kolaborativne platforme za retke bolesti [17]. Lekari, a i sami pacijenti mogli bi da vide koji su to lekovi koji na najbolji i najefikasniji način ublažavaju posledice neke retke bolesti. Takođe moguće je videti i lekove koji su najčešće upotrebljavani za određene dijagnoze i da li su oni bili u upotrebi sa nekim drugim propisanim lekovima i da li imaju i koja su ta neželjna dejstva tih lekova. Često su to lekovi (lekovi siročići – *Orphan drugs*) čija je cena veoma visoka (cena nekih lekova koji se nalaze na pozitivnoj listi lekova RFZO-a je i nekoliko miliona dinara, dok postoje i oni koji su skuplji možda efikasniji ali se ne nalaze na takozvanoj pozitivnoj listi lekova, a često su i nedostupni u Srbiji). Ukrštanjem cene tih lekova može se doći i do drugačijih pogleda i doneti zaključci (npr. da li je najskuplji lek ujedno i najbolji za lečenje neke bolesti ili pak koja to alternativna sredstva u kombinaciji sa kojim zvaničnim lekovima daju odgovarajuće pozitivne efekte).

## VI. ZAKLJUČAK

Upotreba poslovne inteligencije i OLAP alata ima izuzetno veliki potencijal praktične primene i u zdravstvu. U ovom radu su prikazani neki primeri upotrebe pomenute tehnologije u okviru medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET pri svakodnevnom radu zdravstvene ustanove. Predložena rešenja i primeri mogu da budu od koristi i zaposlenima u samoj zdravstvenoj ustanovi, studentima medicinskih nauka kao i samim pacijentima. Povećanje zdravstvene kulture i svesti i zdravlja same populacije jedne zemlje treba da bude primarni cilj svakog samosvesnog i razvijenog društva, a ova tehnologija, i mogućnosti njene primene koje su predstavljene u ovom radu, tome i doprinose. Predložena rešenja delimično su u upotrebi u domovima zdravlja gde se koristi MIS MEDIS.NET. Dalja istraživanja i razvoj može biti usmeren ka izradi centralnog skladišta podataka na nivou cele države pa i šire, ili pak samo na nivou regiona, i da se ti podaci upotrebljavaju kao što je prikazano u ovom radu kroz nekoliko primera. Pri tome je potrebno ekstrahovati podatke iz različitih izvora podataka i učitati ih u skladište podataka, ne samo onih koji se koriste u zdravstvenim ustanova već i mnogo šire, jer je za donošenje dobrih odluka u zdravstvu često potrebno sagledati i celu sliku uključujući i ostale sfere iz života.

## ZAHVALNICA

Ovaj rad je delom finansiran sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije preko projekta "Infrastruktura za elektronski podržano učenje u Srbiji" pod šifrom III47003 (2011 - 2014).

## LITERATURA

- [1] Ramez Elmasri, Shamkant B. Navathe, "Fundamentals of Database Systems", six edition, Addison-Wesley, ISBN: 978-0-136-08620-8, str. 1035 – 1082.
- [2] Erik Thomsen, "OLAP Solutions – Building Multidimensional Information Systems", second edition, Wiley Computer Publishing, ISBN: 0-471-40030-0.
- [3] Karen A. Wager, Frances Wickham Less, John P. Glaser, "Health Care Information Systems – a Practical Approach for Health Care Management", second edition, John Wiley, ISBN: 978-0-470-387-80-1.
- [4] Celina M. Olszak, Kornelia Batko, "The Use of Business Intelligence Systems in Healthcare Organizations in Poland", FedCSIS, Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems, pp. 969 – 976, IEEE 2012, ISBN: 978-83-60810-51-4.
- [5] Dragana Čamilović, Dragana Bečejski-Vukajlija, Nataša Gospić, "A Call Detail Records Data Mart: Data Modeling and OLAP Analysis", ComSIS Vol. 6, No. 2, December 2009, UDC 004.622, DOI: 10.2298/csis0902087C.
- [6] Ralph Kimball, Margy Ross, "The Data Warehouse Toolkit – The Complete Guide to Dimensional Modeling", second edition, Wiley Computer Publishing, ISBN: 0-471-20024-7.
- [7] Ballard C., Farrell D.M., Gupta A., Mazuela C., Vohnik S., "Dimensional Modeling: In a Business Intelligence Environment", International Business Machines Corporation (2006), [Online] Available: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg247138.pdf> (current January 2009).
- [8] Srebrenko Pešić, Tatjana Stanković, Dragan Janković, "Prednosti korišćenja OLAP-a u analizi podataka u zdravstvenim informacionim

sistemima u odnosu na relacione baze podataka", INFOTEH-JAHORINA, Vol. 8, Ref E-VI-5, p.751-755, 18 - 20. Mart 2009, ISBN: 99938-624-2-8.

- [9] Lexicomp, <http://www.lexi.com>, datum zadnjeg pristupa sajtu 10.02.2013.
- [10] Dragan Janković, Aleksandar Milenković, Petar Rajković, Tatjana Stanković, Ivica Marković, Stevica Cvetković, Dušan Vučković, Srebrenko Pešić, "Medicinski informacioni sistem MEDIS.NET", realizator: Elektronski fakultet Niš - Laboratorija za medicinsku informatiku, 2010, korisnik softvera: Dom zdravlja Niš, [http://www.elfak.ni.ac.rs/phptest/new/html/nauka/tehnicka\\_resenja/resenja/0259.html](http://www.elfak.ni.ac.rs/phptest/new/html/nauka/tehnicka_resenja/resenja/0259.html).
- [11] Ronald Bouman, Jos van Dongen, "Pentaho Solutions – Business Intelligence and Data Warehousing with Pentaho and MySQL", Wiley Publishing, Inc, ISBN: 978-0-470-48432-6.
- [12] Petar J. Rajković, Dragan S. Janković, Aleksandar M. Milenković, "Knowledge Database and E-Learning Extensions for Medical Information Systems", XI International SAUM Conference, SAUM 2012, 14-16 Novembar 2012, Niš, Srbija, p. 240-243, ISBN: 978-86-6125-072-9 (FEE).
- [13] Aleksandar M. Milenković, Petar J. Rajković, Tatjana N. Stanković, Dragan S. Janković, "Upotreba medicinskog informacionog sistema MEDIS.NET za stručno usavršavanje", TELFOR 2011, Beograd 22-24, Novembar 2011, Srbija, 10.67, s. 1475-1477, CD-Proceedings, ISBN: 978-1-4577-1498-6, IEEE Catalog Number: CFP1198P-CDR.
- [14] Dragan Janković, Petar Rajković, Tatjana Stanković, Aleksandar Milenković, Ivana Kocić, "Application of Medical Information Systems in Education and Research in Medicine", Acta Medica Medianae, UDC: 614.2:659.2:004, doi: 10.5633/amm.2012.0113, str. 73 – 80, ISSN: 0365-4478 (printed version), ISSN: 1821-2794 (online version).
- [15] Tatjana Stanković, Aleksandar Milenković, Marija Stojković, Aleksandar Veljanovski, Srebrenko Pešić, Dragan Janković, Dušan Vučković, "Sistem za podršku odlučivanju baziran na podacima iz MEDIS.NET-a", realizator: Elektronski fakultet Niš - Laboratorija za medicinsku informatiku, 2013, <http://www.elfak.ni.ac.rs/rs/nauka/projekti/tehnicka-resenja/1298-sistem-za-podrsku-odlucivanju-baziran-na-podacima-iz-medis-net-a>.
- [16] Moodle, <http://moodle.com/>, datum zadnjeg pristupa sajtu 10.02.2013.
- [17] Dragan Janković, Tatjana Stanković, Petar Rajković, Aleksandar Milenković, "IT podrška ublažavanju problema retkih bolesti", INFOTEH 2011, Jahorina, 16 - 18. Mart 2011, Vol. 10, Ref. E-I-23, p. 500-504, ISBN: 978-99938-624-6-8. Thomas A. Runkler, "Data Analytics – Models and Algorithms for Intelligent Data Analysis", Springer Vieweg, ISBN: 978-3-8348-2588-9.

## ABSTRACT

This paper discusses a possible applications of OLAP tools in medical information systems. Especially is mentioned their usage in creating dynamic reports, prescribing medications and for professional development and writing scientific papers. Practical examples of application are illustrated in the use of OLAP tools within MEDIS.NET medical information system that is used in 20 health centers and a one student clinic in Serbia and that was implemented in the Laboratory of Medical Informatics at the Faculty of Electronics Engineering in Nis.

## POSSIBILITY APPLICATIONS OF OLAP TOOLS IN MEDICAL INFORMATION SYSTEMS

Aleksandar Milenković, Dragan Janković, Aleksandar Veljanovski, Marija Stojković, Leonid Stoimenov, Petar Rajković