

Vladimir Simić, Vladimir Ćirić, Oliver Vojinović, Ivan Milentijević, Igor Milovanović "Arhitektura serverske aplikacije inteligentnog kabineta za fizikalnu medicinu", Tehničko rešenje, Elektronski fakultet u Nišu, 2012.

Техничко решење

Архитектура серверске апликације интелигентног кабинета за физикалну медицину

М-85: Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генетска проба, микроорганизми

Аутори:

Владимир Симић, Владимир Ћирић, Оливер Војиновић, Иван Милентијевић,
Игор Миловановић

Електронски факултет, Универзитет у Нишу



Наставно-научно веће

Број: 07/10-008/13-003

Дана: 17.01.2013. год.

На основу члана 38. Статута Електронског факултета у Нишу, у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача («Службени гласник РС», бр. 38/2008), Наставно-научно веће Електронског факултета у Нишу донело је на седници одржаној 17.01.2013. године следећу

ОДЛУКУ

1. Прихвата се техничко решење под називом «АРХИТЕКТУРА СЕРВЕРСКЕ АПЛИКАЦИЈЕ ИНТЕЛИГЕНТНОГ КАБИНЕТА ЗА ФИЗИКАЛНУ МЕДИЦИНУ», чији су аутори Владимир Симић, Владимир Ћирић, Оливер Војиновић, Иван Милентијевић, Игор Миловановић.

2. Признато техничко решење спада у категорију: софтвер M85.

3. Одлуку доставити ауторима техничког решења и архиви Факултета.

Образложење

Комисија рецензента доставила је Наставно-научном већу Мишљење о испуњености услова за признање својства техничког решења резултату научноистраживачког рада под називом «Архитектура серверске апликације интелигентног кабинета за физикалну медицину» који је реализован у оквиру пројекта «Интелигентни кабинет за физикалну медицину» ТР 32012 за потребе Електромедицине д.о.о. Ниш и чији су аутори Владимир Симић, Владимир Ћирић, Оливер Војиновић, Иван Милентијевић, Игор Миловановић. Наиме, рецензенти проф. др Жељко Ђуровић (Електротехнички факултет у Београду) и проф. др Вељко Малбаша (Факултет техничких наука у Новом Саду) оценили су да предложено техничко решење представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални теоријски и научноистраживачки допринос. У том смислу рецензенти су предложили Наставно-научном већу Факултета да прихвати наведени резултат научноистраживачког рада као техничко решење.

На основу позитивног мишљења два рецензента-експерта из области техничког решења Наставно-научно веће је донело одлуку као у диспозитиву.

**Председник
Наставно-научног већа,
Декан**
[Својеручни потпис]
Проф. др Драган Јанковић

Softver:**Arhitektura serverske aplikacije inteligentnog kabineta za fizikalnu medicinu****Rukovodilac projekta:** prof. dr Ivan Milentijević**Autori:** Vladimir Simić, Vladimir Ćirić, Oliver Vojinović, Ivan Milentijević, Igor Milovanović
Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu**Razvijeno:** u okviru projekta tehnološkog razvoja „Inteligentni Kabinet za Fizikalnu Medicinu - IKAFIM“ TR-32012**Kratak opis**

Kabineti za fizikalnu medicinu sastoje se od većeg broja uređaja za fizikalnu terapiju. Kada uređaji funkcionišu samostalno, planiranje i raspoređivanje terapija, prikupljanje i obrada podataka o obavljenim terapijama zahtevaju dosta vremena. Jedan od ciljeva aplikacije je formiranje logičke mreže uređaja za fizikalnu medicinu sa mogućnošću komunikacije, akvizicije i upravljanja. Da bi se centralizovalo upravljanje mrežom uređaja za fizikalnu terapiju razvijena je serverska aplikacija, predmet ovog tehničkog rešenja, namenjena kabinetima za fizikalnu medicinu. Omogućeno je upravljanje uređajima sa centralne lokacije, automatsko raspoređivanje terapija, vođenje evidencije o pacijentima i opremi kabineta, generisanje izveštaja i prikupljanje podataka o obavljenim terapijama.

Tehničke karakteristike:

Softver za upravljanje kabinetom za fizikalnu medicinu napisan je u C# programskom jeziku, baziran je na .NET Framework-u 3.5 i za komunikaciju sa mrežom uređaja za fizikalnu medicinu koristi Ethernet mrežu. Korisnici imaju mogućnost podešavanja rada aplikacije i pojedinih njenih delova.

Tehničke mogućnosti:

Softver omogućava upravljanje kabinetom sa mrežom uređaja za fizikalnu terapiju sa centralne lokacije. To podrazumeva mogućnost pokretanja i zaustavljanja terapija na uređaju preko interfejsa projektovane serverske aplikacije, praćenje statusa izvršenja terapija, konfiguraciju uređaja kao i prikupljanje podataka o obavljenim terapijama. U sklopu aplikacije realizovana je komponenta planer terapija za automatsko ili ručno raspoređivanje terapija. Deo aplikacije su moduli za vođenje evidencije o pacijentima i opremi kabineta i omogućavaju unos i promenu podataka iz aplikacije. Aplikacija omogućava generisanje izveštaja za korišćene uređaje i pacijente na osnovu postavljenih uslova.

Realizator:

Elektronski fakultet u Nišu

Korisnik:

Elektromedicina d.o.o.

Podtip rešenja:

Softver – M85

Mišljenje

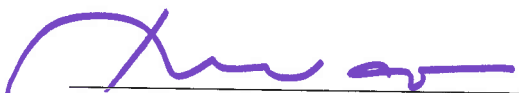
Tehničko rešenje "Arhitektura serverske aplikacije inteligentnog kabineta za fizikalnu medicinu" realizovano je u okviru projekta "Inteligentni kabinet za fizikalnu medicinu - IKAFIM" (Broj projekta TR-32012, Program istraživanja u oblasti tehnološkog razvoja za period 2011-2014. godine, Tehnološka oblast - Elektronika, telekomunikacije i informacione tehnologije, Rukovodilac projekta: dr Ivan Milentijević, redovni profesor). Korisnik rezultata projekta i ovog tehničkog rešenja je Elektromedicina d.o.o. Niš, Republika Srbija. Tehničko rešenje prikazano je na 26 strana A4 formata u ukupno šest poglavlja.

Autori su jasno prikazali i obrazložili najbitnije elemente tehničkog rešenja. Dat je osvrt na stanje rešenosti problema u svetu i nedostatke sličnih rešenja. Nakon toga, opisana je struktura baze podataka koja se koristi u sistemu. U dokumentu su zatim prikazane najbitnije komponente arhitekture serverske aplikacije, nakon čega je dat detaljan prikaz njihovih najbitnijih delova i opisana interakcija komponenti. Na kraju je dat grafički prikaz glavnih delova aplikacije uz kraći opis.

U dokumentu tehničkog rešenja opisana je arhitektura serverske aplikacije za upravljanje kabinetima za fizikalnu terapiju. Moduli koji su implementirani omogućavaju pokretanje i zaustavljanje terapija na uređaju sa centralnog računara, izmenu parametara terapija u toku terapije, planiranje i raspoređivanje terapija, vođenje evidencije o pacijentima i opremi kabineta i generisanje izveštaja.

Tehničko rešenje ima praktičnu primenu u kabinetima za fizikalnu medicinu sa uređajima Elektromedicine d.o.o. iz Niša koji su predmet istraživanja u pomenutom projektu. Aplikaciju je moguće koristiti u sklopu umreženog kabineta za fizikalnu medicinu, ali i kao samostalni proizvod. Glavna prednost korišćenja jednog ovakvog rešenja je povećanje efikasnosti rada kabineta za fizikalnu medicinu i automatizacija svakodnevnih poslova u vođenju kabineta, raspoređivanje terapija i kontrola kabineta sa centralne aplikacije.

Na osnovu analize dokumenta tehničkog rešenja, predlažem da se ponuđeno rešenje pod naslovom "Arhitektura serverske aplikacije inteligentnog kabineta za fizikalnu medicinu" prihvati kao novo tehničko rešenje i u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Službeni glasnik RS", broj 38/2008) klasifikuje kao rezultat "M85 Prototip, nova metoda, softver, standardizovan ili atestiran instrument, nova genska proba, mikroorganizmi".



Dr Veljko Malbaša, redovni profesor
Fakultet tehničkih nauka
Novi Sad

Tehničko rešenje:

Arhitektura serverske aplikacije inteligentnog kabineta za fizikalnu medicinu

Rukovodilac projekta: prof. dr Ivan Milentijević

Autori: Vladimir Simić, Vladimir Ćirić, Oliver Vojinović, Ivan Milentijević, Igor Milovanović
Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu,

Razvijeno: u okviru projekta tehnološkog razvoja TR-32012

Kratak opis

U ovom tehničkom rešenju predstavljeno je softversko rešenje serverske aplikacije za upravljanje i akviziciju podataka sa uređaja za fizikalnu terapiju u kabinetu za fizikalnu medicinu. Centralizacijom upravljanja obezbeđen je bolji uvid u status svih uređaja za fizikalnu terapiju u kabinetu. Omogućeno je automatsko evidentiranje uređaja i opreme. Uvedena je baza pacijenata i omogućeno planiranje i zakazivanje terapija. Implementiranim modulima dosadašnji manuelni način evidentiranja terapija zamenjen je automatskim planerom, čime je poboljšan kvalitet izveštaja i analiza medicinskih podataka. Softversko rešenje razvijeno je u okviru projekta „Inteligentni kabinet za fizikalnu terapiju“, TR 32012, finansiranom od strane Ministarstva za prosvetu, nauku u tehnološki razvoj Republike Srbije.

Tehničke karakteristike:

Aplikacija je razvijana za Windows operativni sistem (XP i noviji), sa instaliranim .NET Framework 3.5. Za pristup podacima koristi se SQLite. Obezbeđena je podrška za MySQL. Neophodno je da radna stanica na kojoj se instalira softver ima Ethernet priključak. Aplikacija nesmetano radi na radnoj stanici sa 1GB memorije, procesorom na 2GHz i monitorom sa rezolucijom ne manjom od 1024x768 piksela.

Tehničke mogućnosti:

Predstavljeno softversko rešenje nudi mogućnost upravljanja i akvizicije podataka sa uređaja za fizikalnu terapiju u kabinetu za fizikalnu medicinu. Softver automatski prepoznaje i konfiguriše uređaje za fizikalnu terapiju koji su na mreži. Uređaji koji su podržani od strane softvera su uređaji Elektromedicine d.o.o. iz Niša, obuhvaćeni projektom TR-32012. Nakon priključivanja na mrežu i pokretanja softvera vrši se skeniranje mreže i dodavanje uređaja u listu uređaja, nakon čega je moguće kompletno upravljati uređajem preko interfejsa projektovanog softvera ili preko kontrolne table na samom uređaju. Ukoliko se konfiguracija parametara vrši na uređaju, sve promene u toku terapije se registruju od strane softvera. Softver takođe nudi mogućnost evidentiranja podataka o pacijentima. Nakon evidentiranja pacijenata na raspolaganju je planer projektovan u okviru ovog rešenja, koji omogućava prostorno-vremensku alokaciju resursa kabineta i personalizovano zakazivanje tretmana. Prilikom zakazivanja bira se tip uređaja, a na raspolaganju su i inicijalni parametri terapije.

Realizator:

Elektronski fakultet u Nišu

Korisnik:

Elektromedicina d.o.o. Niš

Podtip rešenja: Softver – M85

Mišljenje

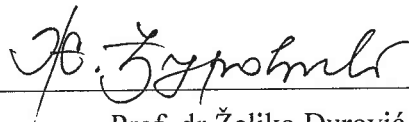
Tehničko rešenje „Arhitektura serverske aplikacije inteligentnog kabineta za fizikalnu medicinu“, autora Vladimira Simića, Vladimira Ćirića, Olivera Vojinovića, Ivana Milentijevića i Igora Milovanovića, predstavljeno je na 26 stranica A4 formata, i sadrži 6 poglavlja i 26 slika.

U priloženoj dokumentaciji predstavljeno je softversko rešenje serverske aplikacije za upravljanje i akviziciju podataka sa uređaja za fizikalnu terapiju u kabinetu za fizikalnu medicinu. Cilj predstavljenog rešenja je integracija uređaja za fizikalnu terapiju različitog tipa u jedinstveni sistem koji omogućava centralizovano upravljanje i planiranje resursa u kabinetu, kao i akviziciju podataka za dalju analizu i planiranje terapije. Centralizacijom upravljanja obezbeđen je bolji uvid u status svih uređaja za fizikalnu terapiju u kabinetu. Omogućeno je automatsko evidentiranje uređaja i opreme. Uvedena je baza pacijenata i omogućeno planiranje i zakazivanje terapija. Implementiranim modulima dosadašnji manuelni način evidentiranja terapija zamenjen je automatskim i poluautomatskim planerom.

Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta "Inteligentni kabinet za fizikalnu medicinu ", broj projekta TR-32012. Program istraživanja projekta je u oblasti tehnološkog razvoja za period 2011-2014. godine, tehnološka oblast Elektronika, telekomunikacije i informacione tehnologije. Rukovodilac projekta je prof. dr Ivan Milentijević.

Dokumentacija tehničkog rešenja sadrži kompletnu strukturu tehničkog rešenja – opis problema, daje detaljniji osvrt na stanje u svetu, sadrži odgovarajući prikaz teorijskih osnova na kojima je zasnovano tehničko rešenje i posebno detaljno prikazuje strukturu i primenu realizovanog tehničkog rešenja. Tehničko rešenje karakteriše originalan doprinos sa izraženom praktičnom funkcionalnošću sistema, na šta su autori obratili posebnu pažnju pri projektovanju interfejsa sistema.

Na osnovu prethodnog, predlažem da se "Arhitektura serverske aplikacije inteligentnog kabineta za fizikalnu medicinu“, autora Vladimira Simića, Vladimira Ćirića, Olivera Vojinovića, Ivana Milentijevića i Igora Milovanovića prihvati kao novo tehničko rešenje i u skladu sa Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača ("Službeni glasnik RS", broj 38/2008) klasifikuje kao rezultat "M85 Prototip, nova metoda, softver, standardizovan ili atestiran instrument, nova genska proba, mikroorganizmi".



Prof. dr Željko Đurović
Elektrotehnički fakultet
Univerziteta u Beogradu

1. Кратак опис

Модерни кабинети за физикалну медицину састоје се од већег броја уређаја за физикалну терапију. Циљ истраживања и развоја у оквиру пројекта „Интелигентни кабинет за физикалну медицину“ на Електронском факултету у Нишу, финансираног од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој је унапређење серије уређаја за физикалну терапију компаније Електромедицина д.о.о. Унапређење се огледа, поред осталог, у надградњи постојеће хардверске платформе додавањем функција умрежавања, чиме се постојећи самостални уређаји повезују у мрежу. Софтвер реализован у оквиру пројекта „Интелигентни кабинет за физикалну медицину – ИКАФИМ“ повезује мрежу уређаја за физикалну медицину на централни рачунар. Тиме је омогућено евидентирање постојећих уређаја и опреме, додавање и коришћење нових уређаја за физикалну медицину, коришћење постојеће базе корисника и планирање физикалних терапија. Имплементираним модулима омогућено је да се досадашњи мануелни начин евидентирања терапија замени аутоматским планером терапија и да се побољша квалитет извештаја и анализа медицинских података. Реализацијом софтвера обухваћена је и база података која задовољава садашње и будуће информационе потребе типичног кабинета.

Техничке карактеристике

Апликација је развијена за Windows платформу користећи C# програмски језик и базирана је на .NET Framework-у 3.5.

Техничке могућности

Модули који су развијени у оквиру апликације омогућавају повезивање и коришћење различитих извора података о пацијентима и постојећој опреми у оквиру кабинета. Након што апликација добије скуп радних података, медицинском особљу су на располагању модули за планирање терапија и аутоматско или ручно распоређивање термина, модули за генерисање извештаја о обављеним терапијама и модули за вођење евиденције о пацијентима и опреми унутар кабинета. Део апликације имплементира комуникациони протокол за управљање уређајима у оквиру кабинета. Посебним графичким едитором конфигурационих фајлова омогућено је детаљније подешавање и прилагођавање рада апликације и појединих модула.

Реализатор

Електронски факултет у Нишу

Корисник

Електромедицина д.о.о. Ниш

Подтип решења

Софтвер -M85

Пројекат у оквиру којег је реализовано техничко решење

Назив и број пројекта: Интелигентни кабинет за физикалну медицину – ИКАФИМ, ТР-32012

Технолошка област: Електроника, телекомуникације и информационе технологије

Руководилац: проф. др Иван Милентијевић

2. Стање у свету

Преглед стања у свету из области пројекта Интелигентни кабинет за физикалну медицину обухвата неколико аспеката. Први аспект односи се на реализацију интегрисаних система који обједињују већи број уређаја за физикалну медицину и омогућавају централизовано управљање, управљање терапијама, прикупљање и обраду података о обављеним терапијама и електронску евиденцију о ресурсима кабинета. Други аспект односи се на истраживања HSI (енгл. **H**uman–**C**omputer **I**nteraction) у оквиру апликација за медицинске примене, конкретно интерфејса на уређајима за извођење терапија као и интерфејса централних апликација за управљање свим аспектима рада кабинета.

Анализа производних програма водећих произвођача сличних уређаја у свету (Siemens, Enraf Nonius, Shock Master, Gymna-Uniphy) показује да, колико је познато ауторима, сличних интегрисаних система нема у понуди. Главна предност система који спаја централизовани софтвер и мрежу уређаја за физикалну медицину је у могућности централизованог управљања уређајима за физикалну терапију, аквизицији и обради података, планеру терапија и интерфејсу прилагођеном потребама кабинета за физикалну медицину. Познати светски произвођачи нуде уређаје са модерним интерфејсима али као засебне уређаје, што онемогућава аутоматизацију лабораторија које их користе.

Постоји велики број апликација чија је намена управљање различитим аспектима медицинских лабораторија и кабинета, као што су производи у понуди светских компанија [1,2,3]. Такође, у понуди је све је већи број апликација опште намене за распоређивање догађаја и организовање календара преко веба [4,5]. Иако споменута софтверска решења имају све функције потребне за коришћење у медицинским и кабинетима за физикалну медицину, главна препрека је недостатак локализације за српски језик и потреба да корисници прилагођавају апликацију сопственим потребама. Прихватљивост таквих апликација зависи од лакоће прилагођавања постојећој рутини и подацима медицинских кабинета. Иако поједина решења имају могућност прилагођавања изгледа извештаја и подржавају распрострањене медицинске стандарде, то захтева много напора да се апликација приближи свакодневним корисницима. Главна предност софтвера који се предлаже као техничко решење је што је планер терапија део јединственог интерфејса који омогућава и контролу уређаја за физикалну терапију, што у споменутим решењима није случај. Једно решење било би да се користе две одвојене апликације, што би наишло на додатне препреке и одбојност медицинског особља. Поједини произвођачи [6] нуде софтверска решења за прикупљање података са медицинских уређаја широке намене преко серијског или мрежног прикључка али недостаје функција контроле медицинских уређаја. Поред тога, прикупљене податке потребно је додатно обрадити како би се резултати могли користити, што опет резултује коришћењу више различитих софтвера за обављање једног посла.

Велики број истраживача се дужи низ година бави питањем HSI у контексту медицинских софтвера, интерфејса на медицинским уређајима и медицинских информационих система [7,8].

3. Софтвер кабинета за физикалну медицину

3.1 Увод

Физикална терапија је медицински третман који се примењује када пацијент, услед старења, повреда, болести или поремећаја, има проблеме са кретањем или функцијом појединих делова тела [9]. Медицински уређаји који се користе код физикалне терапије врше стимулацију делова тела. То може бити електро стимулација, ласерска, магнетна или стимулација путем ултразвучних таласа.

Сале за физикалну медицину опремљене су разним уређајима који позитивно утичу на време потребно за опоравак пацијената. Ту спадају уређаји који користе дијадинамичке и интерферентне струје, ултразвучне таласе, вакумске импулсе, пулсирајућа магнетна поља, итд. Сваки уређај има параметре који се подешавају у зависности од преписане терапије.

Резултат рада на овом пројекту је унапређење постојећих уређаја фирме Електромедицина д.о.о. Ниш, са могућношћу укључивања у централизован систем, где се под централизацијом подразумева управљање и аквизиција података, као и имплементација процедура за безбедно коришћење уређаја.

Пројектом су обухваћени уређаји Интермед (интерферентне струје), Вакумед (третман вакумом), Диатон (диадинамичке струје), Сонотон (терапија ултразвуком), Магнемед (магнетна терапија), Експосан (експоненцијалне струје). Ови уређаји су саставни део кабинета за физикалну терапију које опрема компанија Електромедицина. На слици 1 приказани су уређаји Интермед, Диатон и Експосан.



Слика 1. Уређаји за физикалну терапију компаније Електромедицина д.о.о.

Подешавање параметара, у зависности од терапије, тока опоравка и сл., на постојећим уређајима обавља се мануално, пред сваку примену терапије. Код нове генерације уређаја предвиђено је да се поред мануалног подешавања на самом уређају, параметри терапија могу и аутоматски подесити са контролне апликације са које је онда могуће пратити и управљати током терапије. Централизовани систем осим управљања уређајима и терапијама, омогућава креирање детаљних извештаја о обављеним терапијама, приказ детаљних података о коришћењу уређаја и приказ будућег заузећа кабинета.

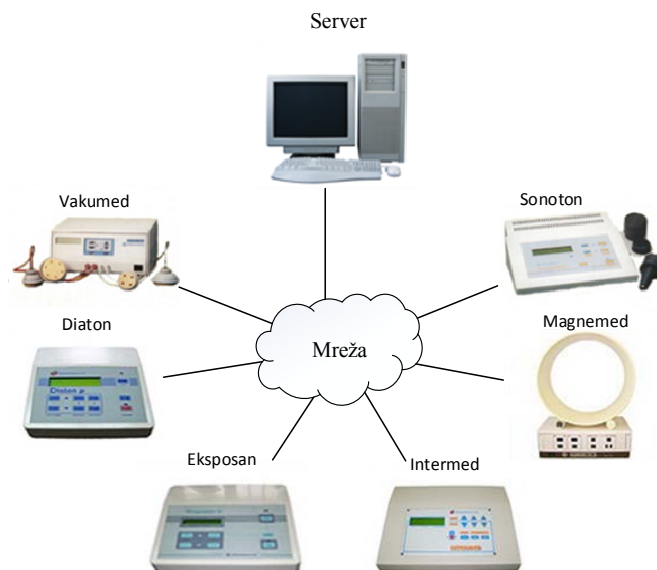
Прикупљени подаци у бази података са параметрима терапија, записима медицинског особља и подацима о исходу терапија, представљају основу за пројектовање експертског система за физикалну медицину. Увид у начин рада и скуп података које користи типичан кабинет за физикалну медицину послужио је као основ за пројектовање базе података која представља основу за развој експертског система и омогућава функционисање кабинета. У типичном кабинету за физикалну медицину чувају се информације о пацијентима, обављеним терапијама, медицинским уређајима и осталој опреми.

Са крајњим циљем оптимизације искоришћености уређаја, пројектован је систем који обједињује протокол за комуникацију уређаја за физикалну медицину и централизовани софтверски систем за управљање кабинетом. Овај систем омогућава:

- управљање и пуштање у рад различитих апарата за физикалну медицину са једног места – рачунара,
- једнозначно дефинисање више различитих врста терапија за једног пацијента са дневним распоредом, дужином терапије, збирним вођењем укупног броја терапија,
- рачунарско заказивање термина терапије и распореда коришћења медицинских апарата,
- различите статистичке приказе по пацијенту / медицинском уређају.

3.2 Топологија система

На основу захтева за централизацијом управљања, архитектура кабинета за физикалну медицину пројектована је по клијент/сервер моделу. У системима за обраду података по клијент/сервер моделу могу се уочити три класе компоненти: сервер, клијенти и мрежа. На слици 2 представљена је топологија интелигентног система за физикалну медицину. Сервер је рачунар који служи за управљање заједничким ресурсима, као што су подаци, управљање базом података којој приступа више корисника, контрола приступа и безбедности података и централизовано обезбеђење интегритета података. Клијенти су једноставни уређаји који користе ресурсе са сервера. На слици 2 клијенте представљају уређаји за физикалну терапију. Код клијент/сервер модела одвијају се два процеса: један на клијенту и један на серверу. Комуникација је остварена тако што клијентски процес преко мреже шаље поруку серверском процесу и чека на одговор. Када серверски процес добије захтев, он ће извршавати захтевани задатак или проналазити податке и вратити одговор.



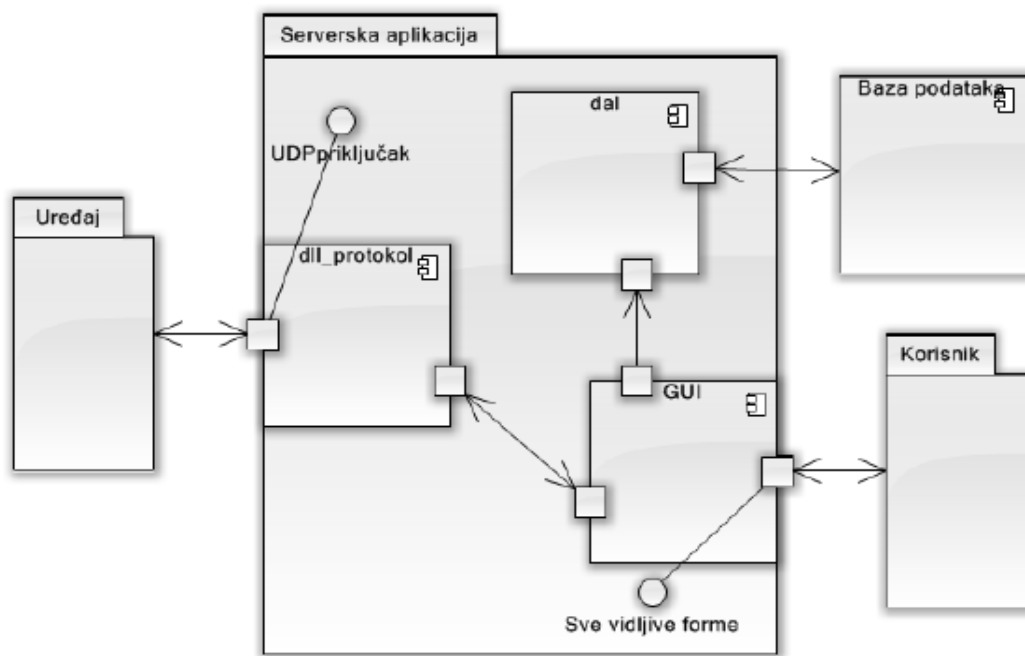
Слика 2. Топологија интелигентног система за физикалну медицину

Архитектура система пројектована у овој фази пројекта одговара клијент/сервер моделу која је описана сликом 2. Мрежна компонента која има за циљ повезивање целокупног система представља скуп правила која чине протокол. Компоненте које реализују мрежни протокол имплементирани су на уређају и на серверу. Оваква подела је у складу са клијент/сервер моделом, уз ту разлику да оба дела која имплементирају протокол могу да се испољавају особине и клијента (да захтевају акцију) и сервера (да одговарају на захтев).

3.3 Архитектура софтвера

Улога рачунара у централизованом интелигентном кабинету за физикалну терапију је управљање уређајима, надгледање извршења терапија на појединим уређајима и аквизиција података. У склопу апликације развијени су кључни модули који су битни за функционисање кабинета, а то су: модул за управљање уређајима и модул за административни приступ, преко кога се врше сва подешавања и администрација уређаја, модул за управљање и вођење евиденције о доступним ресурсима у кабинету, планер терапија који омогућава планирање и заказивање терапија и помаже у оптимизацији и балансирању оптерећења уређаја. Заказивање врши особље кабинета за физикалну терапију, у консултацији са пацијентом, а апликација омогућава савремени визуелни интерфејс који помаже и унапређује тај процес.

Пре него што буду изнети детаљи о појединачним елементима апликације, биће приказана глобална структура апликације. На слици 3 приказан је поједностављени компонентни дијаграм система.



Слика 3. Поједностављени компонентни дијаграм система

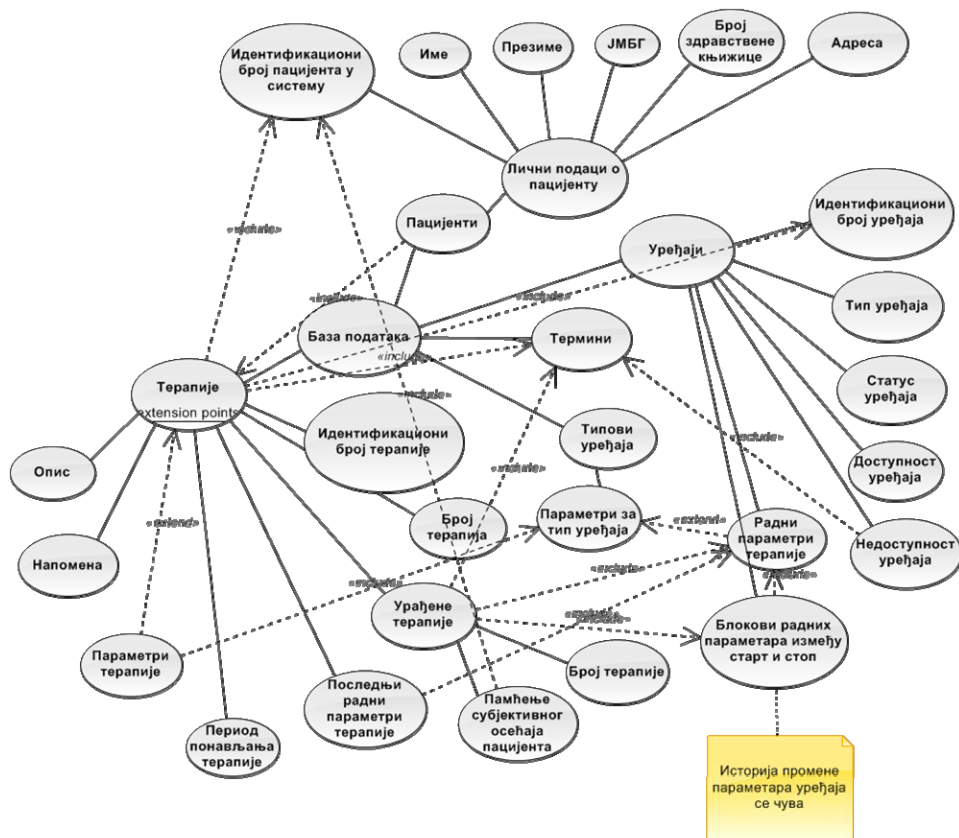
Интерфејс ка бази података представљен је *dal* компонентом (енгл. Data Access Layer). Компонента *dal* реализована је као динамичка библиотека и обезбеђује повезивање на различите изворе података, као и чување и руковање потребним подацима. Ту спадају подаци о пацијентима, уређајима и осталој опреми кабинета. Приликом имплементације, размотрени су савремени приступи у моделовању вишеслојних апликација. Овај слој реализован је као скуп такозваних Мапер класа за сваку од табела из базе података.

Компонента означена на слици 3 као *dll_protokol* (енгл. Dynamic Link Library protocol), реализована је као динамичка библиотека која имплементира протокол за комуникацију са уређајима за физикалну медицину. Ова компонента може да ради са уређајима и самостално, ван система, тако што формира и прати стање свих активних уређаја за физикалну медицину. Реализованим интерфејсом, ова компонента остварује везу са остатком система.

Графички део апликације, означен као *GUI* на слици, представља централни део софтвера. Она обухвата графички интерфејс апликације као и скуп помоћних пакета класа за имплементацију функционалности наведених у уводном делу овог поглавља. Ова компонента се ослања на описане компоненте система и омогућава директну везу апликације са медицинским особљем и администраторима.

3.4 Архитектура базе података

На слици 4 приказани шематски су приказани захтеви нове базе података у интелигентном кабинету за физикалну терапију, која је један од резултата анализе активности пројекта „упознавање са процедуром давања терапија“. На основу ове анализе пројектована је база података коришћена у интелигентном кабинету за физикалну медицину.



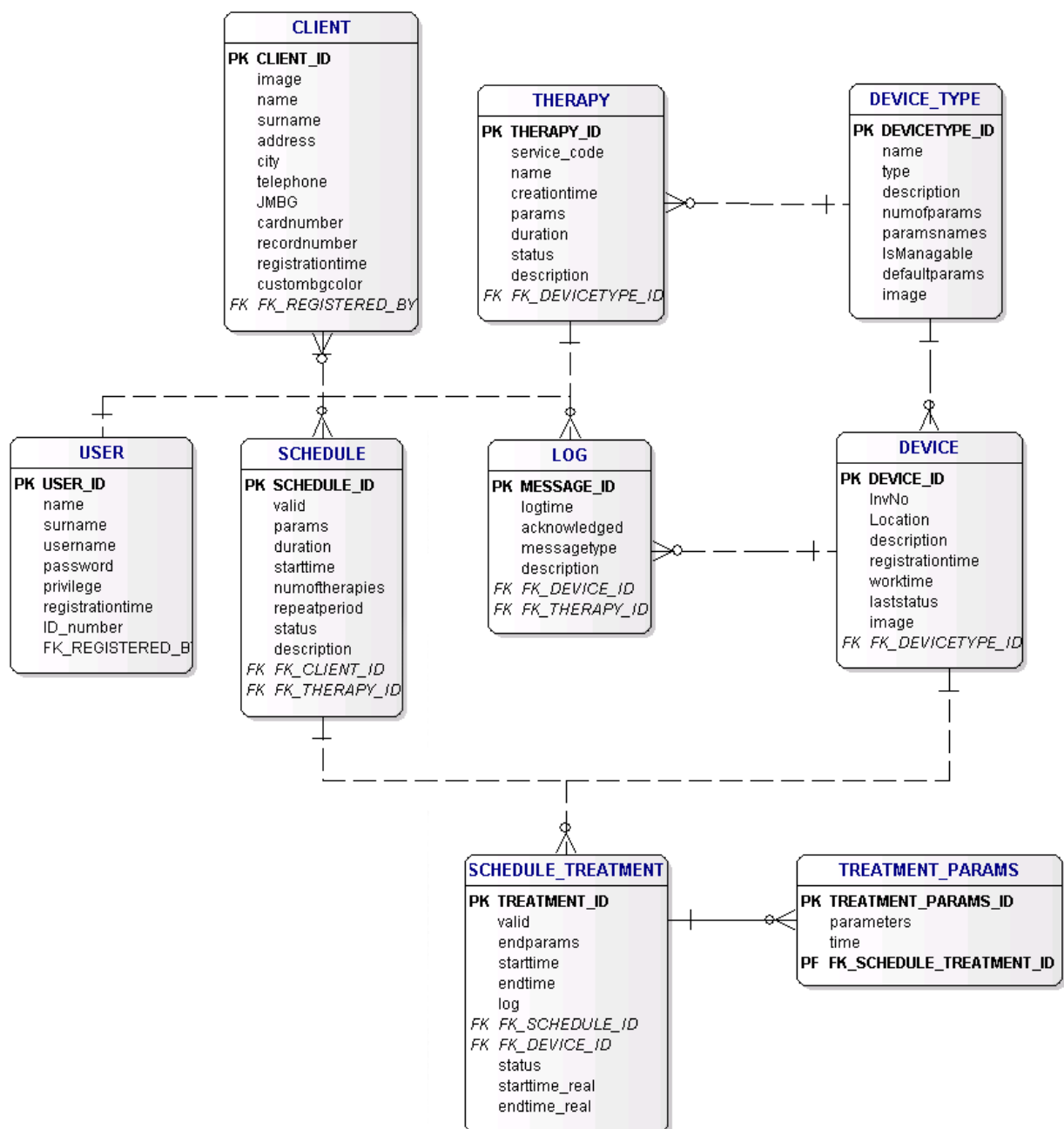
Слика 4. Основни елементи базе података кабинета за физикалну медицину

Како би софтверски систем могао да интегрише податке који се прикупљају и користе у кабинетима, реализована је шема базе података која има тражене карактеристике. На слици 5 приказан је модел базе података.

Садржај базе података описан је следећим табелама.

1. *DEVICE* – представља појединачни медицински уређај, за који је потребно памтити назив, локацију, опис, тип уређаја и податке специфичне за рад комуникационог протокола као што су време рада, статус, време регистрације и сл.
2. *DEVICE_TYPE* – представља тип медицинских уређаја, за које се памти име, опис, формат радних параметара дефинисан хардверским системом уређаја и сл.
3. *SCHEDULE_TREATMENT* – представља појединачни третман на уређају, који памти јединствени идентификатор третмана, време третмана, идентификатор уређаја на којем је обављена терапија, варијацију параметара терапије, коментар доктора сепцијалисте и сл.
4. *TREATMENT_PARAMS* – с обзиром на то да је у току појединачног третмана могуће мењати параметре, овај ентитет односи се на један скуп параметара третмана.
5. *SCHEDULE* – целокупни третман који се добије од лекара и који обухвата више појединачних третмана. Овде се чувају подаци о трајању терапије, пацијенту, опису терапије и сл.
6. *THERAPY* – чува информације о терапијама, као што су назив, време креирања, радни параметри за конкретан уређај, трајање и тип уређаја на којем се извршава.
7. *CLIENT* – односи се на пацијента и чува основне податке о пацијентима.

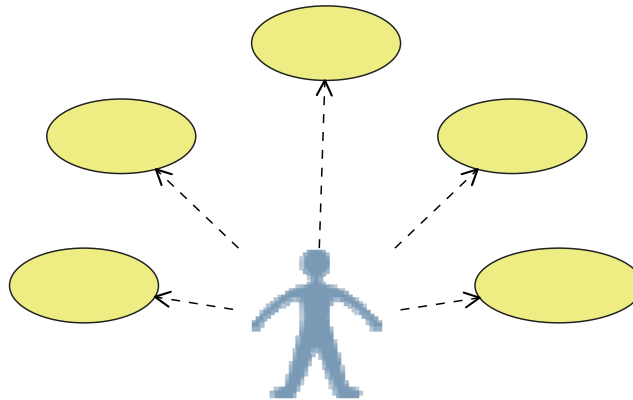
8. *USER* – представља корисника апликације са одговарајућим привилегијама. Предвиђена је класа администраторских корисника који могу да мењају подешавања самих уређаја, радних параметара за терапије и сл. и медицинских радника који подешавају радно време, распоред терапија, понашање саме апликације и сл.
9. *LOG* – односи се на систем за руковање изузецима и служи као увид у рад апликације и комуникационог протокола.



Слика 5: Модел базе података кабинета за физикалну медицину

3.5 Компонента GUI

GUI (енг. Graphical User Interface) компонента представља један од битнијих делова софтверског система, поред *dal* компоненте и обухвата већи број реализованих класа. Случајеви коришћења који су идентификовани анализом пословних процеса приликом посете кабинету, а реализовани у оквиру ове компоненте, приказани су на слици 6.

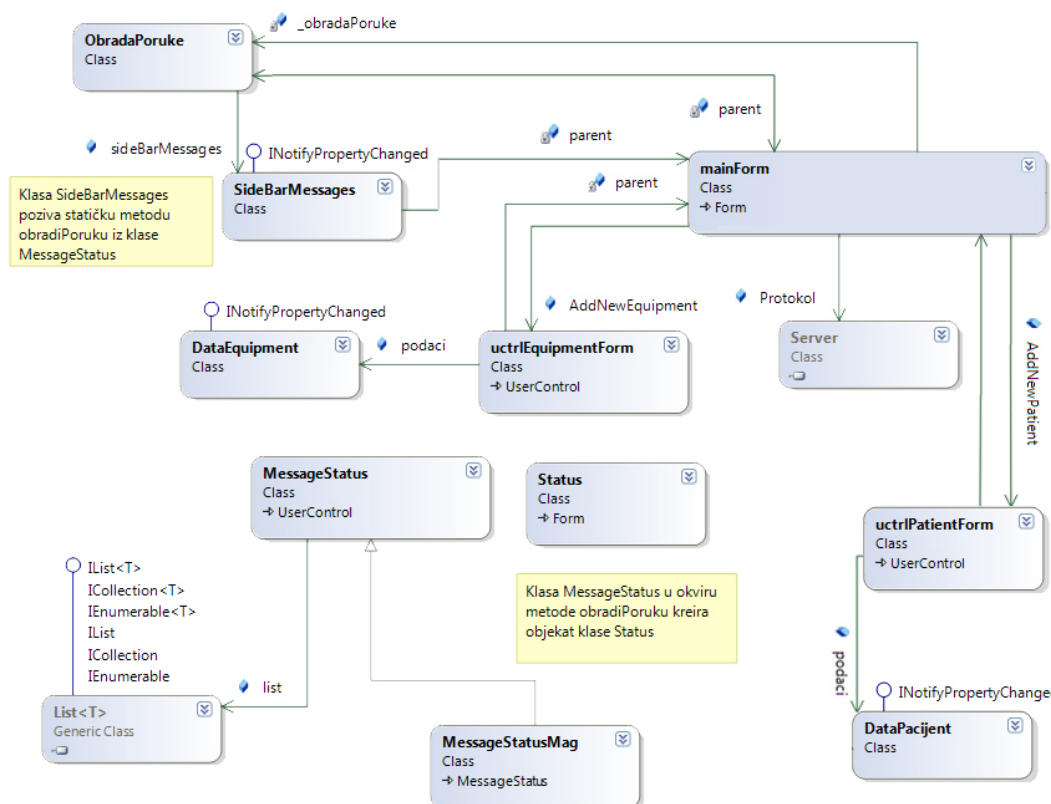


Слика 6. Општи дијаграм случајева коришћења које реализује компонента GUI

Оператер са слике 6 је медицинско особље или администратор. Део софтвера намењен је вођењу евиденције о постојећим пацијентима, постојећој опреми и уређајима у оквиру кабинета (случај коришћења Управљање ресурсима). Оператер има могућност да дефинише понашања различитих делова апликације у складу са радним условима (случај коришћења Подешавања). То подразумева подешавање радних и нерадних дана, подешавање понашања апликације на систему и сл. У случају када је оператер администратор система, на располагању су опције за подешавање базе података и других системских параметара. Апликација омогућава оператеру да ажурира базу уређаја, базу типова уређаја, базу пацијената и остале податке о кабинету (случај коришћења Контрола уређаја). Календар треба да омогући скуп различитих погледа на календар за све регистроване уређаје, као и преглед детаља о распоредима терапија за појединачни уређај или појединачног пацијента (случај коришћења Календар). Заказивање терапија обезбеђује аутоматско распоређивање термина на основу улазних података као и могућност измена и отказивања појединачних термина (случај коришћења Заказивање терапија).

Централна компонента апликације је кориснички интерфејс који обједињује набројане функционалности и пружа кориснику контролу над системом. Интерфејс реализује основне функционалности као што су евиденција пацијената и медицинске опреме, али и напредне функционалности, као што су управљање радом уређаја и праћење извршења терапија.

Део класног модела компоненте *GUI* приказан је на слици 7. Због једноставности приказа изостављен је класни дијаграм модула за заказивање и планирање терапија. Скуп класа које су реализоване у оквиру овог модула повезују графички подсистем апликације са мрежним подсистемом и библиотеком за комуникацију са уређајима.



Слика 7. Део класног модела компоненте GUI

Најбитније класе реализоване око графичког интерфејса апликације:

ObradaPoruke је класа која обрађује све поруке које стижу са протокола. Прослеђује одређене поруке објекту који приказује системске поруке на екрану и статусе уређаја. Садржи све методе за приступ подацима потребних протокола из базе.

SideBarMessages је класа која чува информације о системским порукама које се тренутно приказују на екрану. Системске поруке могу бити информационог типа као што је порука о започетој терапији или упозоравајућег типа као што је порука о прекорачењу дозвољеног нивоа неке величине на уређају, прекид везе са уређајем и сл. Метода *obradiPoruku()* се позива од стране објекта класе *ObradaPoruke* и опслужује све поруке које стижу од стране протокола а тичу се системских порука. Атрибут *infoSistemskihPoruka* садржи листу података о порукама које се тренутно приказују на екрану.

uctrlEquipmentForm представља форму за унос/промену података о уређајима (апликација има могућност за унос неуправљивих уређаја). Под неуправљивим уређајима подразумевају се уређаји у оквиру кабинета који немају могућност умрежавања и даљинске контроле. Ова класа, такође, садржи информације о начину приказа података.

DataEquipment представља класу која је позадинска за *uctrlEquipmentForm*-у и садржи сву логику за рад са подацима везаним за уређаје.

Status је класа која представља форму за унос података о исходу управо завршеног третмана. Метода *showDialog()* је уграђена метода која служи за приказ форме. Атрибут *Timer* мери време после ког се форма аутоматски гаси. Атрибут *treatmentId* даје информацију о томе за који третман у бази се врши упис исхода.

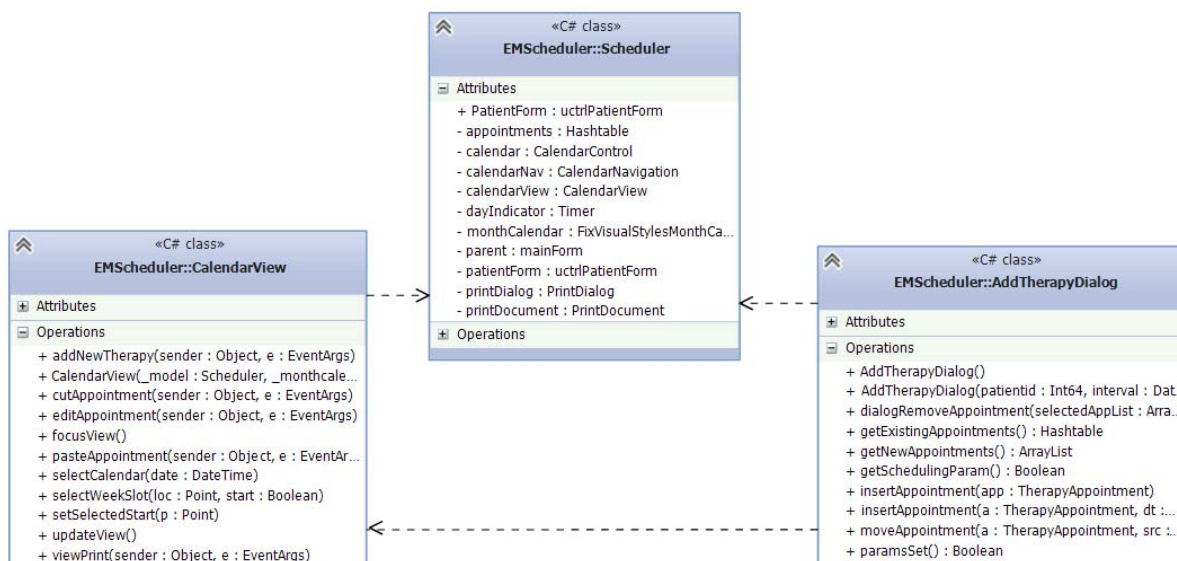
MessageStatus је класа која служи за приказ статуса уређаја који има један канал рада (сви уређаји осим Магнемед). Садржи све битне информације о извршењу третмана који илуструје. Метода *obradaPoruke()* је статичка метода која се позива из објекта класе *SideBarMessages* и обрађује поруке везане за покретање, извршење, односно прекидање терапије. Управља статичком листом објеката типа *MessageStatus (list)* који се приказују на екрану. Атрибут *staticTreatmentId* је статички и користи се од стране објекта класе *SideBarMessages* како би се подесиле одређене информације пре него што се порука проследи на методу *obradaPoruke()* из *MessageStatus*-а.

MessageStatusMag је изведена класа из класе *MessageStatus* и служи за приказ статуса уређаја који имају два канала. Предефинисане су методе које се разликују.

uctrlPatientForm представља форму за унос/мењање података о пацијенту. Садржи информације о начину приказа података о пацијенту.

DataPatient представља класу која је позадинска за *uctrlPatientForm* -у и садржи сву логику за рад са подацима везаним за пацијента.

Планер терапија представља централни део апликације који омогућава оператеру аутоматско или ручно распоређивање терапија и преглед списка терапија за текући дан. Предвиђено је подешавање приказа користећи различите боје за различите пацијенте као и приказ на дневном или недељном нивоу. Планер терапија реализован је по MVC (енг. Модел-Поглед-Контролер) шаблону. На слици 8 приказан је упрошћени класни дијаграм компоненте планера. Класа *Scheduler* имплементира модел из MVC обрасца и садржи информације о третманима за изабраног пацијента. Класа *AddTherapyDialog* имплементира Контролер и надлежна је за интеракцију са корисником коришћењем превлачења мишем. Акције над интерфејсом се посредством метода класе *CalendarView*, која имплементира Поглед у оквиру MVC модела, одражавају на модел представљен класом *Scheduler*.



Слика 8. Упрошћени класни дијаграм компоненте планера.

Планер терапија приликом додавања нове терапије узима као улазне параметре податке о пацијенту, историју његових претходних терапија, изабрани термин прве терапије, изабрани уређај за прву терапију, укупан број терапија, тип терапије и начин распоређивања терапија избором дозвољених дана, дела дана или броја недељних термина. Алгоритам на основу заузетости термина проналази слободне уређаје из скупа уређаја доступних за извођење

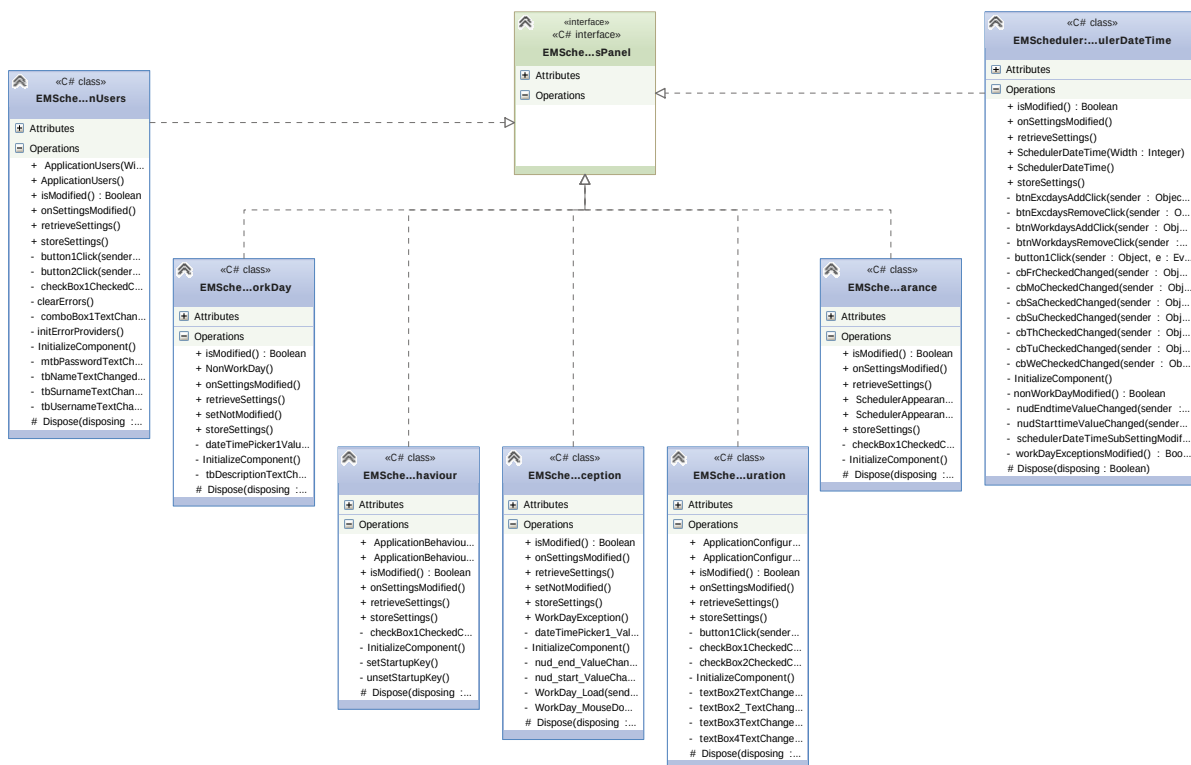
изабране терапије и додељује их изабраном пацијенту. Оператер има могућност да промени понуђене појединачне термине, користећи превлачење мишем. Након снимања изабраних термина, оне су видљиве на прозору планера.

Алгоритам који је имплементиран у оквиру планера описан је псеудо кодом приказаним на слици 9.

подеси први термин на изабрани
ако је уређај слободан за први термин, настави даље
иначе пронађи следећи слободан термин почев од тренутног и постави га за почетни
за бројач i од (2, укупан број терапија):
 пронађи следећи термин радног дана на основу улазних подешавања алгоритма
 ако је уређај слободан за тренутни термин, настави даље
 иначе пронађи следећи слободан термин почев од тренутног и постави га за тренутни

Слика 9. Псеудо код алгоритма планера

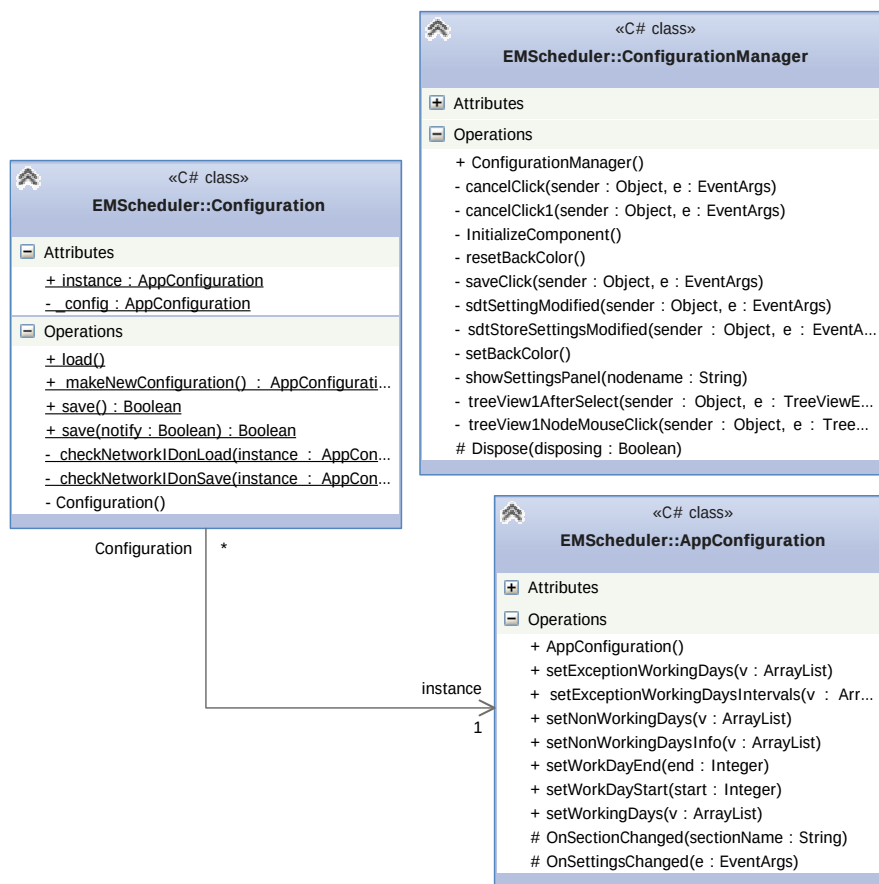
Скуп класа из GUI компоненте намењен је подешавању различитих аспекта рада апликације укључујући и планер. Класни дијаграм компоненте која управља системом за подешавања приказана је на слици 10.



Слика 10. Део класног дијаграма компоненти за управљање подешавањима

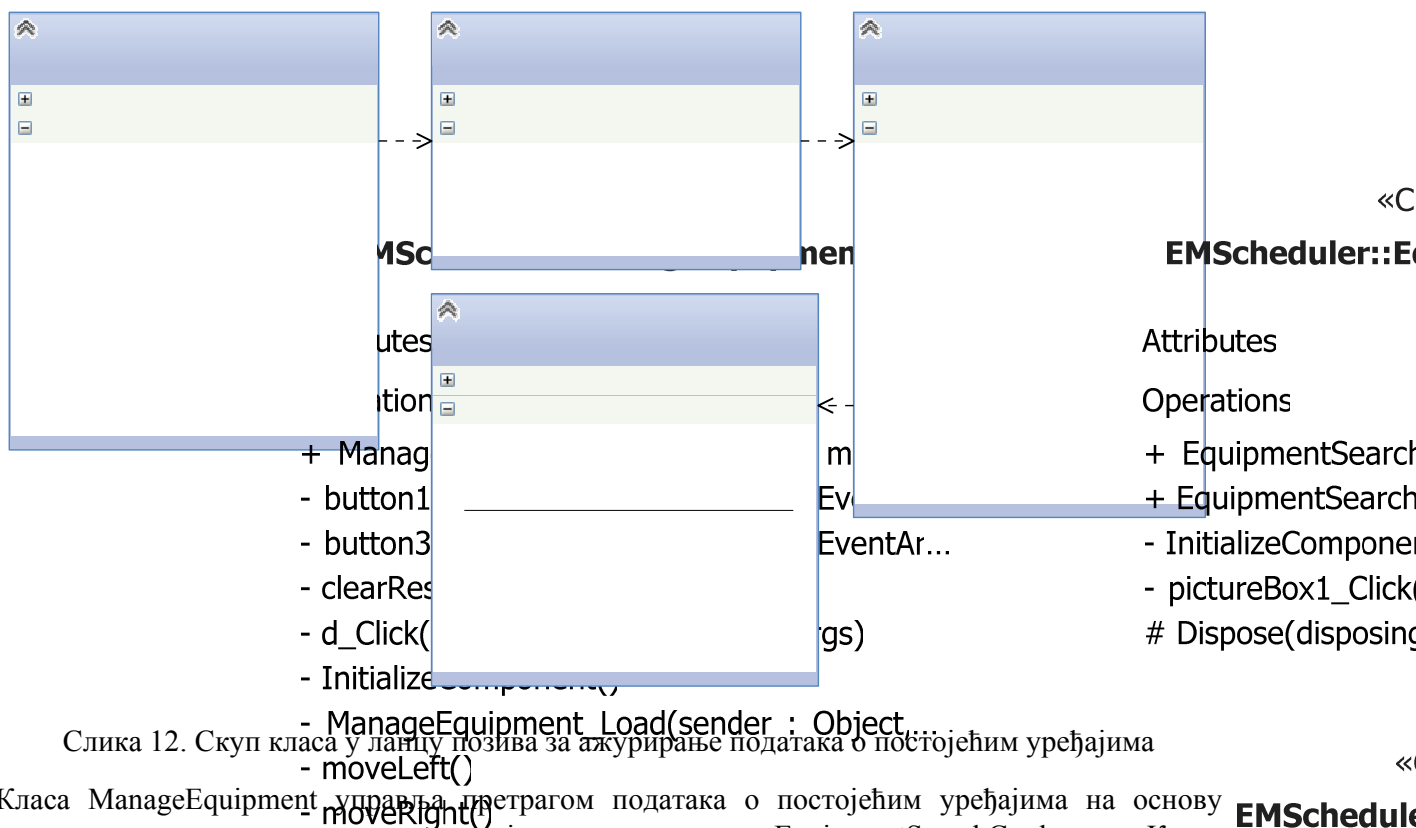
Класе ApplicationUsers, NonWorkDay, ApplicationBehaviour, WorkDayException, ApplicationConfiguration, SchedulerAppearance и SchedulerDateTime наслеђене су из класе SettingsPanel и редефинишу функције за учитавање и снимање активне конфигурације тј. скупа подешавања (функције +retrieveSettings() и +storeSettings()). Скуп класа који контролише учитавање и снимање активне конфигурације на фајл систем приказан је на слици

11. Класа Configuration садржи методе за учитавање и снимање конфигурационог фајла. Класа AppConfigurаtion представља активну конфигурацију апликације док класа ConfigurationManager управља графичким интерфејсом за измену активне конфигурације.

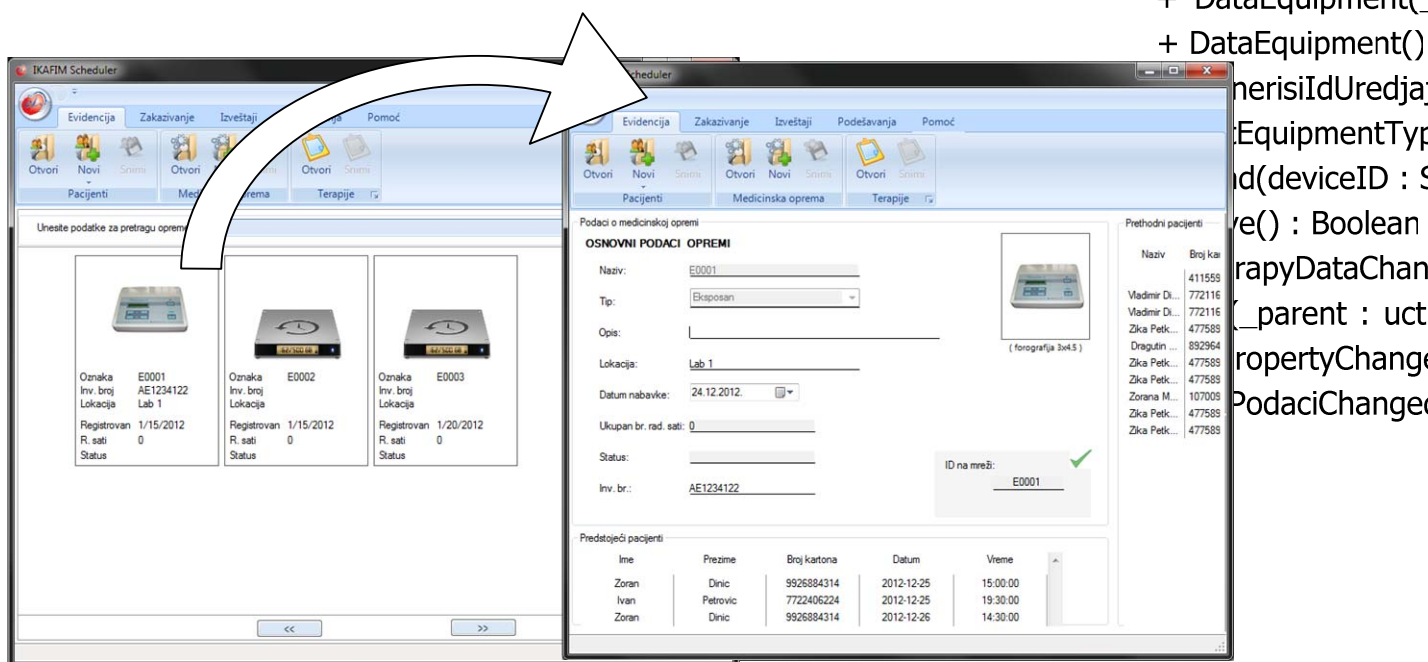


Слика 11. Класе за управљање конфигурационим фајловима

Да би се оператеру олакшао приступ бази података из саме апликације, реализован је скуп класа за унос и измену података о пацијентима и медицинским уређајима. На слици 12 приказан је скуп класа који омогућава претрагу података о постојећим уређајима и њихово ажурирање. Стрелицама су означене релације зависности између појединих класа.

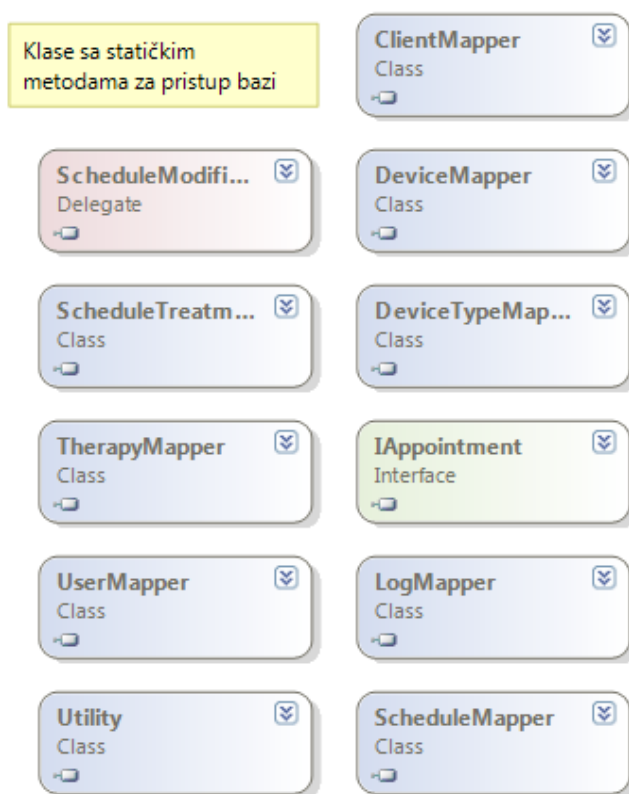


Класа `ManageEquipment` управља претрагом података о постојећим уређајима на основу унетих параметара претраге и приказује резултате у виду `EquipmentSearchCard` класе. Класа `uctrlEquipmentForm`, чија је графичка репрезентација дата у десном делу слике 13, садржи методе за ажурирање података о опреми који користе методе класе `DataEquipment`, комуницирају са `dal` компонентом и `textBox1_KeyDown` је метод којим се реализује редослед позива описан на слици 12. На сличан начин, имплементиран је скуп класа за ажурирање података о пацијентима.



3.6 Компонента *dal*

Компонента *dal* је задужена за приступ бази података чија се функционалност позива искључиво из компоненте *GUI*. Имплементирани су следеће класе које се односе на комуникацију са базом података: *ClientMapper*, *DeviceMapper*, *DeviceTypeMapper*, *TherapyMapper*. Овде се налази сва потребна логика за рад са пацијентима, уређајима и заказаним терапијама. Такође је уведена јединствена статичка класа за управљање конекцијама и захтевима ка бази. Класни дијаграм *dal* компоненте приказан је на слици 14.

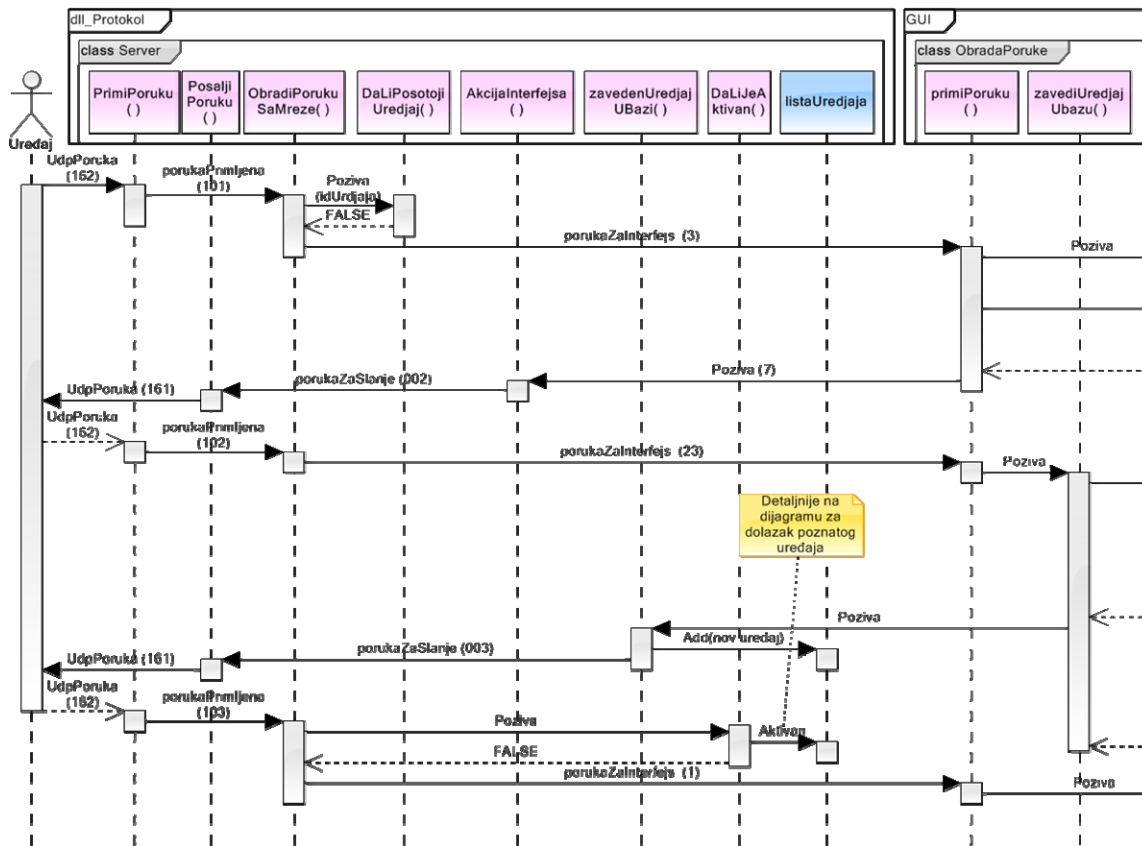


Слика 14: Класни дијаграм *dal* компоненте.

3.7 Интеракција компоненти

Компонента *GUI* је централна компонента апликације и остварује везу са *dal* компонентом и библиотеком са имплементираним протокол стеком. У току развоја целокупног система идентификован је велики број сценарија коришћења система. Слика 15 показује дијаграм секвенце који описује сценарио пријављивања новог уређаја централној апликацији. На слици

се може видети како се остварује веза *dll_protokol* компоненте и *GUI* компоненте, посредством класе *ObradaPoruke*.



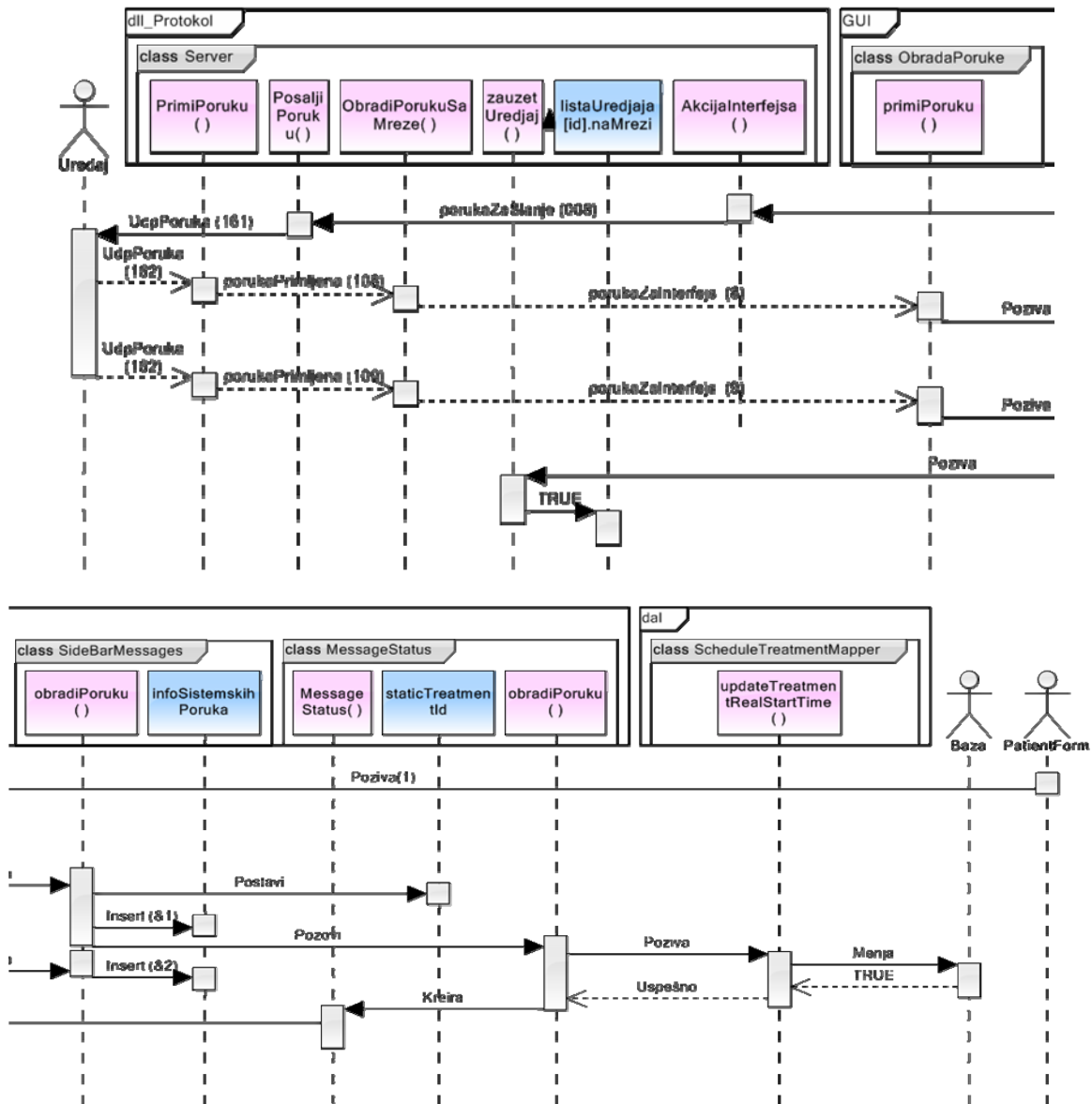
Слика 15: Секвенчни дијаграм за случај регистравања уређаја на систем

Осим сценарија регистравања уређаја на систем, приказаног на слици 15, слична веза *GUI* компоненте остварена је за остале сценарије. У Табели 1 приказани су остали сценарији за које је обезбеђен интерфејс према компоненти протокол стека.

Опис
Успостављена веза са уређајем
Изгубљена веза са уређајем
Неуспело слање почетка терапије
Неуспела промене параметра
Неуспело заустављање терапије
Почетак терапије са уређаја
Успешно започета терапија (одговор на захтев сервера)
Неуспешно започета терапија
Промена радног параметра
Прекорачење неког радног параметра
Заустављена терапија
Успешно заустављена терапија
Неуспешно заустављена терапија

Табела 1: Списак догађаја за које су обезбеђене функције за обраду и обавештавање на страни централне апликације

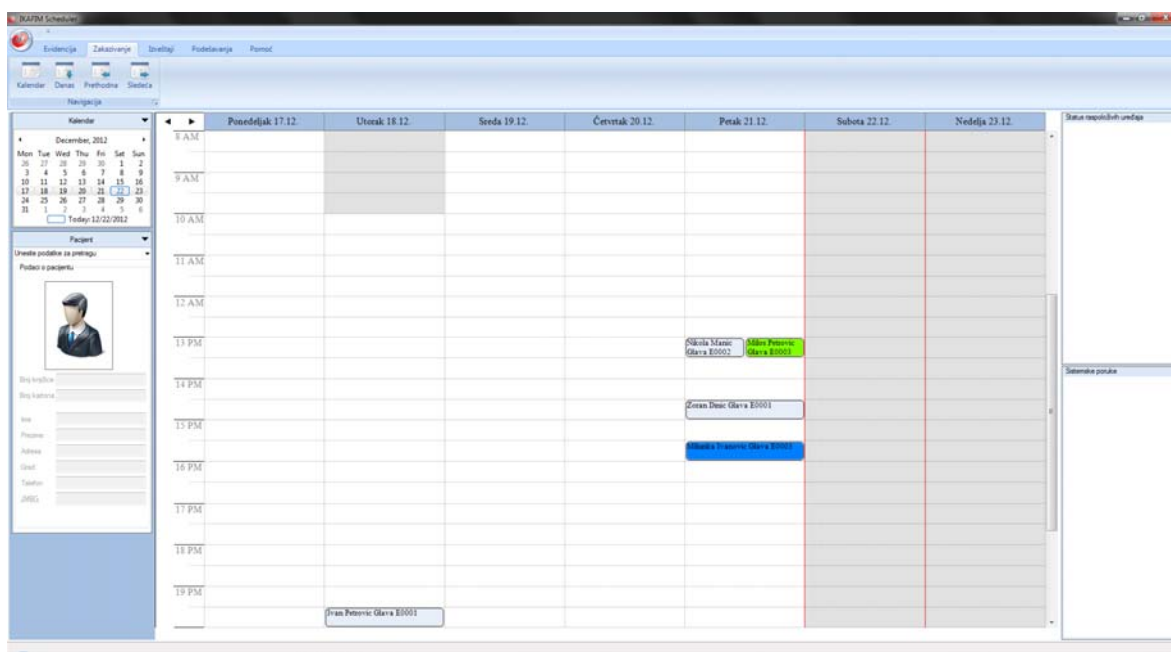
На слици 16 приказана је интеракција компоненте dll_protokol, klasa ОбрадаПоруке, SideBarMessages и MessageStatus у оквиру GUI компоненте и класе ScheduleTreatmentMapper у оквиру dal компоненте за случај Започињање терапије са централне апликације. Због једноставности приказа слика је подељена у два реда.



Слика 16. Започињање терапије са централне апликације

4. Интерфејс апликације

У овом одељку приказани су и укратко описани делови графичког интерфејса серверске апликације. На појединим сликама приказан је и главни прозор апликације са циљем да се прикаже како се поједини, претходно описани, делови уклапају у целину. Приказ главног прозора апликације дат је на слици 17.



Слика 17. Приказ главног прозора апликације.

На слици 17, у левом делу прозора приказани су основни подаци пацијента. Приказан је изглед компоненте за распоређивање терапија са предложеним терминима. На десној страни приказује се статус започетих терапија у горњем делу и системске поруке у доњем делу панела.

На слици 18 у доњем десном углу су приказане системске поруке које се јављају приликом доласка новог уређаја на мрежу. Поруке су уређене по времену доласка поруке тако да се најновија порука увек приказује на врху листе. Приликом пријаве уређаја врши се његово конфигурисање и евидентирање у бази. Када тај први корак успешно буде извршен приказује се одговарајућа порука. Након тога, уколико и уређај прихвати податке за конфигурацију јавиће се серверу да је успешно дошао на мрежу након чега се приказује друга порука.

IKAFIM Scheduler

Evidencija Zakazivanje Izveštaji Podešavanja Pomoć

Otvori Novi Snimi Otvori Novi Snimi Otvori

Pacijenti Medicinska oprema Terapije

Podaci o medicinskoj opremi

OSNOVNI PODACI OPREMI

Naziv: E0001

Tip: Ekspozan

Opis:

Lokacija:

Datum nabavke: 22.04.2012.

Ukupan br. rad. sati: 0

Status:

Inv. br.:

ID na mreži: E0001 ✓

Prethodni pacijenti

Naziv	Broj

Status raspoloživih uređaja

Sistemske poruke

E0001
Uređaj je na mreži.

E0001
Konfigurisanje uređaja.

Predstojeći pacijenti

Ime	Prezime	Broj kartona	Datum	Vreme

Слика 18. Конфигурисање уређаја са системским порукама

На слици 19 у доњем левом углу приказана је листа података о свим предстојећим терапијама за одабраног пацијента са могућношћу измене као и стартовања прве наредне терапије.

Lični podaci o pacijentu

LIČNI PODACI

Ime: Ivan

Prezime: Stojanovic

Adresa: bul dr Zorana Djindjica 25/7

Grad: Nis

Telefon: 0184532109

JMBG: 2112988730025

Br. z. knjizice: 555444

Br. kartona: 444555

Istorija posete

Opis	Oprema	Datum	Status

Predstojeće posete

Opis	Trajanje	Medicinska_oprema	Datum	Vreme
Glava	20	E0001	2012-04-23	10:00:00
Glava	20	Ekspozan	2012-04-24	10:00:00
Glava	20	Ekspozan	2012-04-25	10:00:00
Glava	20	Ekspozan	2012-04-26	10:00:00
Glava	20	Ekspozan	2012-04-27	10:00:00

Слика 19. Приказ предстојећих терапија пацијента

Слика 20 приказује форму која се отвара притиском на тастер за едитовање прве наредне терапије пацијента (уколико она постоји), са слике 19.

Lični podaci o pacijentu

LIČNI PODACI

Ime: Ivan

Prezime: Stojanović

Adresa: bul dr Zorana Djindjica 25/7 Nis

Grad: Nis

Telefon: 018453

JMBG: 211298

Br. z. knjižice: 555444

Br. kartona: 444555

Predstojeće posete

Opis
Glava
Glava
Glava
Glava
Glava

Istorija posete

Opis	Oprema	Datum	Status
------	--------	-------	--------

Nova terapija

Parametri

Podaci o pacijentu: 3066 Ivan Stojanovic bul dr Zorana Djindjica 25/7 Nis

Terapija: 3 Glava

Uređaj: E0001 Ekspozar

Broj terapija: 0

Datum početka: 23-04-2012

Rasporedi: 9:30-10:00

Zabeleška

Informacija

Terapija premeštena uspešno

U redu

Vreme

☐ Naizmenično

☐ Samo određenim danima

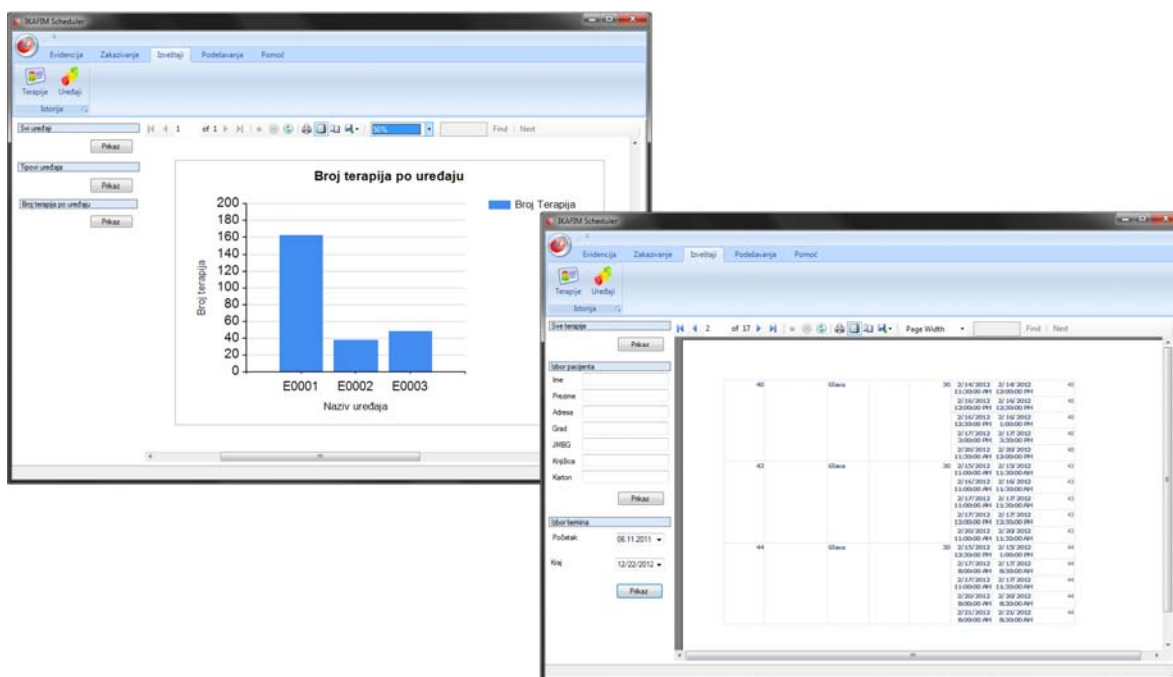
☐ Ponedeljak ☐ Utorak ☐ Sreda ☐ Četvrtak ☐ Petak ☐ Subota ☐ Nedelja

	Pon 23.4.	Uto 24.4.	Sre 25.4.	Čet 26.4.	Pet 27.4.	Sub 28.4.	Ned 29.4.
8 AM							
9 AM							
10 AM		E0001		E0001	E0001		
11 AM	E0001		E0001				
12 AM							
13 PM							
14 PM							
15 PM							
16 PM							
17 PM							
18 PM							
19 PM							

Štampanje Poništi Zapaniti

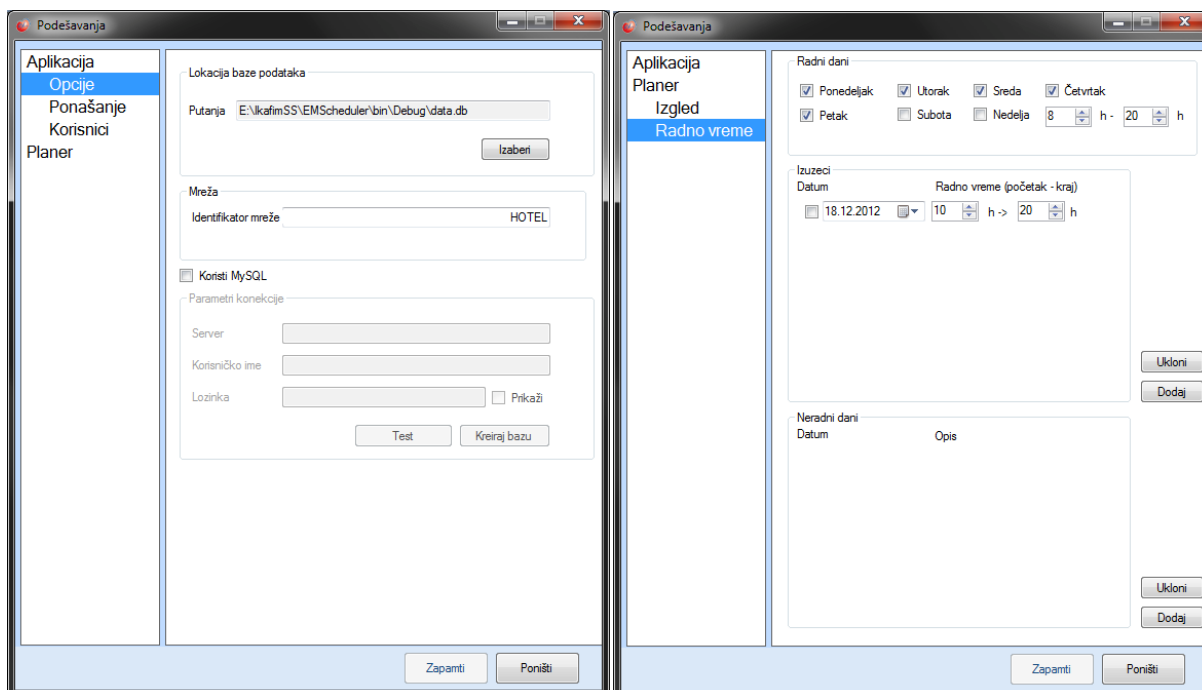
Слика 20. Измена терапије преко опције из листе предстојећих

Слика 21 илуструје ситуацију након стартовања терапије са сервера или уређаја за конкретног корисника. У делу за системске поруке се приказује одговарајућа порука која је стигла са уређаја и која назначава да је уређај кренуо са радом. Такође, у делу за праћење статуса уређаја, видљив је прогрес трајања терапије. У зависности од врсте уређаја могућ је паралелан рад два канала на једном уређају и за такав тип постоји визуелна компонента са два прогрес бара. Тастер за покретање терапије сада служи за стопирање текућег третмана.



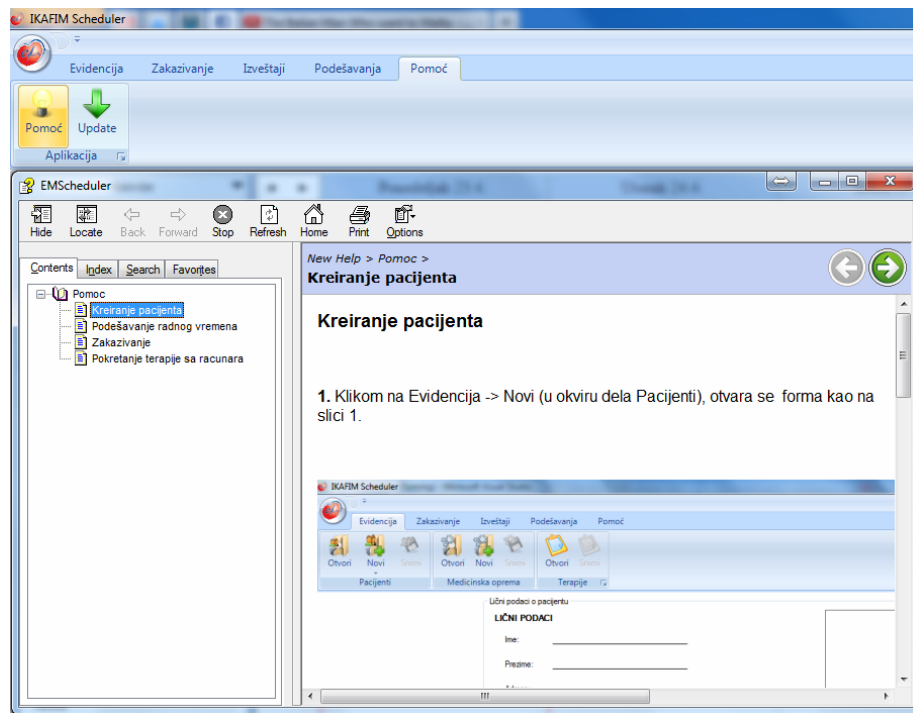
Слика 23. Приказ генерисаних извештаја о заузећу уређаја и историји терапија

Слика 24 приказује изглед неколико прозора за подешавање радних параметара апликације. У прозору лево корисник има могућност да изабере путању до фајла са базом података или да дефинише параметре за коришћење MySQL-а. У прозору приказаном десно, могуће је унети информације о радним, нерадним данима и радном времену.

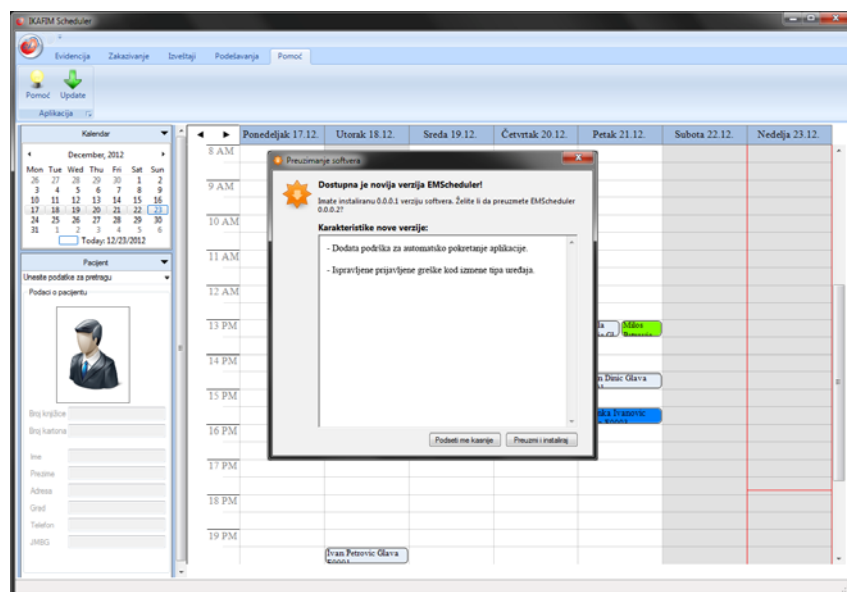


Слика 24. Прозори за подешавање радних параметара апликације

Елементарни систем помоћи креиран за коришћење апликације приказан је на слици 25. Уочене недостатке и имплементација додатних функционалности у новим верзијама софтвера могуће је преузети кроз систем за преузимање новијих верзија софтвера. Приказ провере уз могућност преузимања софтвера приказан је на слици 26.



Слика 25. Приказ система помоћи



Слика 26. Преузимање нове верзије софтвера

5. Примена техничког решења

Повезивање нове генерације уређаја за физикалну терапију у централизовани интелигентни систем за физикалну терапију има вишеструки значај и примену. Централизовано рачунарско управљање повећава употребљивост уређаја и безбедност пацијената, а могућност појаве грешака је смањена. Централизовано заказивање може утицати на смањење редова чекања на терапију. Аутоматизацијом подешавања терапије растеређује се медицинско особље и ослобађа вишеструког уношења и подешавања параметара.

Истраживања HCI процеса, уграђена у ово техничко решење, као и развој нових уређаја у физикалној медицини, код којих је посебан осврт учињен по погледу интеракције човека и уређаја, обезбеђује бољу позицију и конкурентност уређаја, чији је развој предмет пројекта, и поставља добру основу за развој оваквих уређаја у другим гранама медицине.

Реализовани софтверски систем може, такође, послужити као добра основа за реализацију сличних система у којима је могуће идентификовати функције управљања и распоређивања задатака, вођења евиденције и управљање ресурсима, обраде података и генерисања извештаја.

5.1 Системски захтеви

Софтверски систем и апликативни интерфејс реализовани су у C# програмском језику и ослања се на .NET Framework 3.5 а за имплементацију слоја за приступ подацима коришћен је SQLite и обезбеђена је подршка за MySQL. Радна станица на којој се инсталира софтвер треба да има Ethernet мрежни прикључак.

Апликација је развијана за Windows оперативни систем (XP и новији), са инсталираним .NET Framework 3.5. Апликација несметано ради на радној станици са 1GB меморије, процесором на 2GHz и монитором са резолуцијом не мањом од 1024x768 пиксела.

5.2 Перформансе

Просечан кабинет који опрема Електромедицина својим уређајима поседује 10 – 12 уређаја различитог типа. Пацијентима се терапија заказује на сваких пола сата, тако да се у току једног радног дана обави око 20 терапија на једном уређају. Обављање терапије састоји се од процедуре подешавања параметара, измене параметара једном у току терапије и завршетка терапије. То значи да апликација у току радног дана треба да обави око 200 уноса у базу података и обави комуникацију са 10 уређаја у просеку на сваких 15 минута. Показало се да је систем добро пројектован да омогући несметан рад са већом количином података о пацијентима и већим бројем истовремено активних уређаја [10].

Архитектура централне апликације интензивно користи механизам догађаја како би обрада порука у комуникацији са уређајима растеретила централни процесор.

6. Референце

- [1] Practice Fusion, <http://www.practicefusion.com>, доступно децембра 2012.
- [2] ADP AdvancedMD, <http://www.advancedmd.com>, доступно децембра 2012.
- [3] Biosoftworld, <http://www.biosoftworld.com>, доступно децембра 2012.
- [4] Гугл календар, <https://www.google.com/calendar/>, доступно децембра 2012.
- [5] Зохо календар, <http://www.zoho.com/calendar/>, доступно децембра 2012.
- [6] Labtronics , <http://www.labtronics.com>, доступно децембра 2012.
- [7] Chitra Acharya, Harold Thimbleby, and Patrick Oladimeji. 2010. Human computer interaction and medical devices. In Proceedings of the 24th BCS Interaction Specialist Group Conference (BCS '10). British Computer Society, Swinton, UK, UK, 168-176.
- [8] Gosbee, John, and Eileen Ritchie. "Human-computer interaction and medical software development." *interactions* 4.4 (1997): 13-18.
- [9] "Guide to Physical Therapist Practice, Revised 2nd Edition", *American Physical Therapy Association*, USA, 2001.
- [10] Vladimir Simić, Vladimir Ćirić, Teufik Tokić, Ivan Milentijević, "COMMUNICATION PROTOCOL DESIGN FOR PHYSICAL THERAPY DEVICES", 18th Conference YuInfo, Kopaonik, Serbia, 2012