

Pregledni znanstveni članek ■

Novi telemedicinski sistem v slovenski transfuzijski službi

Marko Breskvar, Marjeta Maček Kvanka, Mihael Tonejc, Mitja Vavpotič

Izvleček. V slovenski transfuzijski službi že od leta 2005 uspešno deluje nacionalni telemedicinski sistem, ki z uporabo telekonzultacij omogoča delo specialistov transfuzijske medicine na daljavo. Z uporabo telemedicine nadomeščamo specialiste transfuzijske medicine na daljavo, zagotavljamo izvajanje storitev enake kakovosti za vse bolnike in hkrati ustvarjamo prihranke v slovenskem zdravstvu. Sistem, ki je bil načrtovan za telekonzultacije, se je z reorganizacijo slovenske transfuzijske službe pričel množično uporabljati za storitve B2B. Hitra rast števila storitev je presegla kapacitete obstoječe računalniške platforme, zato razvijamo nov sistem.

The New Telemedicine System in Slovenian Blood Transfusion Service

Abstract. The Slovenian blood transfusion service is using a national telemedicine system since 2005, providing remote work capabilities to specialists of transfusion medicine. Telemedicine allows for substituting on-premises specialists with a remote on-duty specialist, and as such provides a comparable level of service for all patients, with considerable savings in the national health budget as an added bonus. The current system, planned only for teleconsultations, outgrew its primary scope with the reorganization of Slovenian transfusion service, which increased the number of B2B services. Rapid growth of the delivered services outpaced the current IT infrastructure, thus demanding the ongoing development of a new system.

Instituciji avtorjev / Authors' institutions: Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino (MB, MMK, MT); XLAB d.o.o., Ljubljana, Slovenija (MV).

Kontaktna oseba / Contact person: Marko Breskvar, Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino, Šlajmerjeva 6, 1000 Ljubljana. e-pošta / e-mail: marko.breskvar@ztm.si.

Prejeto / Received: 15.04.2012. Sprejeto / Accepted: 04.06.2012.

Prispevek bo predstavljen na prihajajočem slovenskem kongresu medicinske informatike.

■ **Infor Med Slov:** 2012; 17(1): 14-23

Uvod

Na Zavodu Republike Slovenije za transfuzijsko medicino (ZTM) smo že leta 1990 razvili in uvedli nacionalni informacijski sistem, ki je pokrival področje krvodajalstva, testiranja krvodajalcev, predelave in izdaje krvi bolnišnicam (DATEC)¹. S telemedicino smo se začeli ukvarjati že v začetku leta 2000. Na ZTM smo iz ostalih transfuzijskih oddelkov občasno prejemali vzorce krvi, ki jih zaradi laboratorijske ali strokovne specifikacije na oddelkih niso mogli samostojno obravnavati oziroma niso našli ustrezne krvi darovalca za transfuzijo. Pošiljanje vzorcev krvi in odgovorov je med ZTM in oddelki potekalo z osebnimi vozili in sporočanjem po telefonu, zato je postopek trajal vsaj pol dneva. To je bil za informatike izziv, da smo zasnovali laboratorijski sistem telekonzultacij,² ki je temeljil na elektronski izmenjavi podatkov – predvsem slik laboratorijskih preiskav, ki so nastale pri testiranju z gelskimi karticami.³ Osnovna ideja je bila strokovno vrednotenje laboratorijskih rezultatov na daljavo, ki se je uporabljalo v primerih pozitivnih in nejasnih izsledkov, zato smo to storitev razvili kot telekonzultacije.

Prva telemedicinska storitev v slovenski transfuzijski službi je bila predstavljena s testnim sistemom v živo na strokovnem srečanju predstojnikov slovenskih transfuzijskih ustanov na ZTM leta 2003. Ideja je bila dobro sprejeta, zato smo v sodelovanju s Fakulteto za elektrotehniko Univerze v Ljubljani razvili laboratorijski sistem,⁴ ki je bil primeren za izvajanje občasnih telekonzultacij – takrat nekaj sto letno. Ta platforma se je – z mnogimi razširitvami in predelavami – obdržala vse do danes, ko smo spoznali, da sistem ne zmore slediti izredno povečanemu obsegu storitev (v letu 2011 skoraj 15.000, slika 2), hkrati pa so izčrpane skoraj vse možnosti za nadgradnjo in širitev. Zato je bila logična odločitev, da smo telemedicinski sistem zasnovali na novo in pričeli razvoj na profesionalni platformi, ki bo ustrezala povečanemu obsegu storitev in novim strokovnim izzivom.

Sistem telekonzultacij

Računalniški sistem telekonzultacij smo vzpostavili v slovensko transfuzijsko službo in vključuje vse oddelke za transfuzijo krvi, ki se nahajajo v ali ob večjih slovenskih bolnišnicah v Ljubljani, Mariboru, Celju, Novem mestu, Izoli, Murski Soboti, Šempetru pri Gorici, Slovenj Gradcu, na Ptuj, Jesenicah, v Brežicah in Trbovljah (slika 1).



Slika 1 Računalniški sistem telekonzultacij pokriva celotno slovensko transfuzijsko službo.

Pred pričetkom uvedbe sistema telekonzultacij smo v letu 2005 opravili pilotno študijo,³ ki je pokazala, da so laboratorijski odčitki na daljavo enakovredni odčitkom v laboratoriju, zato smo sistem pričeli uvajati v redno uporabo.

Hkrati z uvajanjem sistema telekonzultacij se je pričela tudi reorganizacija nacionalne transfuzijske službe. Zakon o preskrbi s krvjo, usklajen z evropskimi direktivami, predpisuje stroge pogoje za samostojno delovanje transfuzijske ustanove, zato so le tri ustanove te pogoje izpolnjevale, ostali oddelki pa so se v okviru projekta reorganizacije do leta 2010 priključili ZTM v Ljubljani ali Centru za transfuzijsko medicino UKC Maribor (CTM). Tako je pet bivših transfuzijskih oddelkov prešlo pod okrilje ZTM, preimenovanih v Centre za transfuzijsko dejavnost (CTD), dva pa sta se priključila CTM. V teh ustanovah smo dosegli uskladitev delovanja transfuzijske službe z veljavno

zakonodajo ter zagotovitev enake ravni kakovosti in varnosti pri preskrbi s krvjo po vsej državi. Eden od pogojev za samostojno delovanje je tudi stalna prisotnost zdravnika – specialista transfuzijske medicine, ki je odgovoren za predtransfuzijsko testiranje in izdajo ustrezne krvi za bolnike. Na nekaterih transfuzijskih oddelkih ni bilo specialista transfuzijske medicine. Nove namestitve zaradi dolgotrajnega usposabljanja in stroškov niso bile možne, saj je letni strošek⁵ za vzdrževanje takšnega dežurnega delovnega mesta danes ocenjen na okoli 250.000 EUR. Zato je bil sistem telekonzultacij optimalna rešitev, saj omogoča delo specialista transfuzijske medicine in podpisovanje izvidov z elektronskim podpisom na daljavo. S tem zagotavljamo enako kakovost obravnave bolnikov in ustvarjamo ekonomske učinke.⁵

Z reorganizacijo transfuzijske službe je število telekonzultacij skokovito naraslo (slika 2) in izkazalo se je, da informacijski sistem ni bil zasnovan za takšen obseg dela. Kot rečeno, je sistem za izvajanje nekaj sto telekonzultacij letno postopoma prerasel v sistem za izvajanje 15.000 telemedicinskih storitev letno, pri čemer smo kljub razširitvam in nadgradnjam izčrpali vse možnosti obstoječe platforme. Zato smo se odločili, da zasnujemo nov sistem, ki bo s profesionalno izvedbo poskrbel, da bomo še naprej neprekinjeno zagotavljali varno preskrbo bolnišnic s krvjo.



Slika 2 Število telekonzultacij v obdobju 2005-2011.

Nove organizacijske rešitve

Telemedicina kot orodje mora omogočiti delo na daljavo, zmanjšanje števila specialistov transfuzijske medicine, ki to delo opravljajo, in hkrati enakovredno dostopnost do specialistov transfuzijske medicine. Ti na CTD-jih niso stalno prisotni, zato njihove storitve brez telemedicine ne ni bile stalno na voljo.

Telemedicina je idealna rešitev, zlasti v času recesije, krize in potrebe po varčevanju. Nove storitve za oddaljene lokacije seveda telekonzultantom predstavljajo dodatno delo, zato je bilo potrebno razpisati novo delovno mesto dežurnega konzultanta, na katerem se lahko izmenjujejo specialisti iz vseh lokacij, ki so vključene v sistem telemedicine.

Telemedicina se že nekaj časa redno uporablja v transfuzijski medicini. Zdravniki se strinjajo, da se je izkazala kot zelo uporabno orodje in izpolnila pričakovanja uporabnikov. Specialist transfuzijske medicine iz svoje lokacije (npr. ZTM v Ljubljani) pregleduje, odčitava, naroča dodatne teste in dovoljuje izdajo krvi na drugih lokacijah (npr. v CTD Jesenice), kjer inženir laboratorijske medicine izvaja predtransfuzijske preiskave. Telemedicina omogoča dostop do storitev specialista transfuzijske medicine bolnikom na lokacijah, kjer (redno ali v času dežurstva) specialista transfuzijske medicine ni, kar pomeni enako obravnavo za vse bolnike.

Novi telemedicinski sistem v transfuzijski službi mora imeti naslednje lastnosti:

- Obstoječi sistem telekonzultacij ni ustrezno povezan z obstoječim informacijskim sistemom v transfuzijski medicini (DATEC). Od novega sistema telemedicine pričakujemo popolno povezavo (uvoz in izvoz podatkov) z vseslovenskim informacijskim sistemom v transfuzijski medicini, ki je tudi v fazi prenove (projekt STEISi)⁶. To nam bo omogočilo slediti bolniku, kjerkoli v Sloveniji se bo ta zdravil, in zagotavljalo vse potrebne podatke za varno transfuzijo.

- Izboljšan bo dostop in strokovna komunikacija med specialisti transfuzijske medicine iz vseh transfuzijskih ustanov v Sloveniji v primerih potrebe po konziliarnem mnenju.
- Nova telemedicina bo na podlagi izkušenj, pridobljenih z obstoječim sistemom, uporabniku prijaznejša, hitrejša in kakovostnejša.
- Nova telemedicina bo omogočila nadaljnjo racionalizacijo in reorganizacijo dežurstev specialistov transfuzijske medicine v Sloveniji.
- V novi telemedicini bomo lažje obdelovali podatke in izdelovali analize, ki nam bodo (skupaj z uporabniki iz bolnišnic) pokazale možnosti po reorganizaciji in racionalizaciji dela.

Argumenti za novo telemedicino

Stari sistem telekonzultacij že sedem let deluje dobro, uporabniki so ga sprejeli. *Zakaj torej nova telemedicina?*

- Obseg dela je prerasel razpoložljive kapacitete obstoječega sistema.
- Proizvajalec programske opreme je posredoval informacijo, da je izčrpal že vse možnosti za posodobitev aplikacije, ki je bila zasnovana "laboratorijsko" za občasne telekonzultacije.
- Želimo nov sistem brez napak in okvar, ki bo profesionalno izdelan in vzdrževan. Trenutno je vzdrževanje drago, čas za odpravo napak pa je predolg za stalen (24/7) profesionalni servis v službi preskrbe bolnišnic s krvjo.
- Potrebujemo profesionalni sistem za več deset tisoč varnih telemedicinskih storitev letno.
- Poizvedbe v podatkovno bazo so zaradi preobremenitve sistema vedno daljše, zato

sistem ni več odziven v realnih okoliščinah prometa in kapacitet podatkov.

- Ni popolne sledljivosti, ni beleženja aktivnosti uporabnikov, zato ni popolne usklajenosti IS z Zakonom o varstvu osebnih podatkov.
- Naprava za zajemanje slik diagnostičnih gelskih kartic (Gelscope) ni certificirana (CE) niti nima izjave za varno laboratorijsko delo.
- Barvna neenakost slik laboratorijskih kartic, ki prihajajo iz različnih lokacij, pomeni motnjo pri odčitavanju laboratorijskih rezultatov na daljavo in posledično težje interpretiranje rezultatov laboratorijskih preiskav. Želimo razviti in izdelati takšne naprave za zajemanje slik gelskih kartic, ki bodo imele profesionalne kamere za zagotavljanje slik s standardno osvetlitvijo in barvno enakostjo.
- Nujne so prilagoditve novemu nacionalnemu IS v transfuzijski službi, ki poteka na ZTM (projekt STEISi 2011-2013).⁶ Oba sistema bosta integrirana, z enotno podatkovno bazo in elektronskimi potrdili na karticah ZZZS.

Analiza in odprava napak

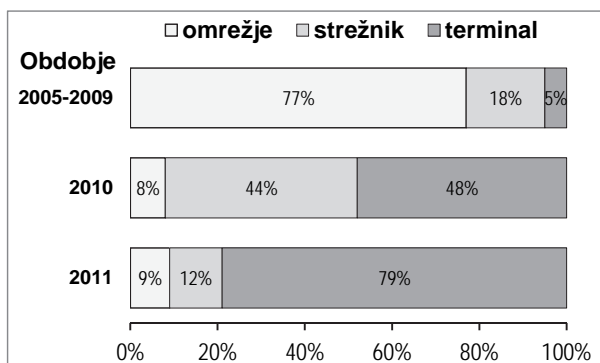
Vse napake, odpovedi in servisne posege v delujočem sistemu beležimo. Vsako leto napake kvalitativno in kvantitativno analiziramo ter jih skušamo odpraviti. Vzroke napak smo na grobo razvrstili v tri sklope: omrežje, strežnik in terminal. Vsak sklop je sestavljen iz elementov sistema, ki različno doprinesejo k odpovedi funkcionalnosti, delovne postaje ali celotnega sistema. Zato smo uvedli uteži, s katerimi množimo število evidentiranih napak, da dobimo realno sliko vpliva posamezne napake na cel sistem.

Analize odpovedi smo se sistematično lotili leta 2009, ko je postalo jasno, da število telekonzultacij hitro narašča, sistem pa postaja iz dneva v dan bolj pomemben v celotni verigi preskrbe bolnišnic s krvjo. Analiza obdobja 2005-2009 je pokazala, da

je večina kritičnih napak izvirala iz omrežja (slika 3), saj odpoved omrežja takoj pomeni odpoved celotnega nacionalnega sistema telekonzultacij.

Ena od rešitev za zmanjšanje napak v sklopih sistema je uvedba redundance za kritični sklop. Zato smo konec leta 2009 izvedli redundanco omrežja. Poleg obstoječega ponudnika omrežja smo najeli še drugo omrežje, ki je fizično neodvisno od prvega. Hkrati je bilo potrebno podvojiti tudi aktivno omrežno opremo in vzpostaviti učinkovit mehanizem za preusmeritev omrežnega prometa v primeru odpovedi enega od dveh omrežij. Rezultat je bilo bistveno zmanjšanje napak omrežja v letu 2010.

Naslednji ukrep za povečanje zanesljivosti sistema je bila izvedba redundance strežnika. Ta aktivnost sovpada z virtualizacijo strežniškega okolja na ZTM, zato se je tudi strežnik za telemedicino konec leta 2010 preselil v virtualno okolje strežnikov (VMware). S tem so se zmanjšale možnosti za napake v strežniku, glavni vir preostalih napak pa je ostal v terminalu oziroma v računalniški aplikaciji.



Slika 3 Vzroki za odpoved sistema po obdobjih.

Računalniški terminal je sestavljen iz aparaturne računalniške opreme in telemedicinske aplikacije. Tudi tega sklopa smo se lotili z redundanco tako, da smo na nekaterih lokacijah podvojili aparaturno opremo delovnih mest. Napake se seveda še vedno pojavljajo, vendar je v primeru odpovedi opreme možno delo nadaljevati na sosednjem terminalu. Edini vir napak, ki ga nismo odpravili, so sistemske napake v računalniški

aplikaciji kot posledica dejstva, da je bil sistem zasnovan "laboratorijsko" in dimenzioniran za precej manjše število transakcij v podatkovni bazi. To je še en argument za razvoj povsem novega sistema, ki bo zasnovan na profesionalni platformi.

Pričakovanja transfuzijske medicine

Aplikacija za telemedicino mora biti odprta za nove strokovne, tehnične in organizacijske prilagoditve, ki izhajajo iz dinamičnega razvoja v transfuzijski medicini in slovenski transfuzijski službi. Kot smo že ugotovili, naj bi bile izčrpane vse možnosti za nadgradnjo obstoječega sistema telekonzultacij, zato se je nabralo precej novih uporabniških zahtev, ki že več let čakajo na razvoj novega telemedicinskega sistema.

Tesnejša povezanost z IS DATEC

- Pri kreiranju telemedicinske seje želimo avtomatski prenos podatkov o naročilu iz IS DATEC. Gre za prenos strokovnih podatkov (stopnja urgence, naročene laboratorijske storitve, orientacijska krvna skupina, krvne skupine enot krvi za navzkrižni preizkus idr.), s katerimi želimo povečati varnost in zanesljivost sistema.
- V obstoječi telemedicini pogrešamo prenos laboratorijskih rezultatov o telekonzultaciji v IS DATEC, saj se sedaj ročno prepisujejo, kar seveda dopušča človeške napake.
- Prenos podatkov iz telemedicine v DATEC bo v fazi vpisa posledično omogočil tudi izvajanje strokovnih kontrol, ki jih do sedaj ni bilo, so pa pomembne za varnost.
- V sedanjem sistemu žal ni možen prenos elektronskega podpisa na DATEC izvid, zato se izvidu obvezno priloži tiskano priložo v obliki poročila o telekonzultaciji, izvid pa vsebuje le številko seje kot identifikator za povezavo obeh sistemov. V novi telemedicini

se bo na DATEC izvid izpisal zgoščen izvleček (*hash*) iz elektronskega podpisa, v okviru integracije s projektom STEISi pa bo možno elektronski podpis prenesti iz telemedicinskega sistema.

- S povečanim obsegom dela se je pojavila potreba po triaži oziroma razvrščanju sej glede na stopnjo urgence, ki je sedanja telemedicina žal ne zajema iz IS DATEC. Tudi to bo podprto v okviru nove telemedicine.
- Izkazala se je potreba po enolični definiciji vloge dežurnega telekonzultanta in regijske pripadnosti, kar je nujno potrebno v sedanji organizacijski shemi, ko telekonzultacije izvajamo iz dveh lokacij (ljubljska in mariborska regija).

Strokovne novosti v novi telemedicini

- Zdravnik specialist pogreša vpogled v izvorno naročilnico, ki vsebuje tudi druge pomembne podatke, ki se ne vnašajo v IS (npr. anamneza, diagnoza, terapija, medicinske opombe itd.). V novem sistemu smo predvideli skenerje, ki bodo omogočili zajem in prenos naročilnic do oddaljenega telekonzultanta. S tem bo možna enakovredna obravnava vseh bolnikov, ne glede na lokacijo, saj sedanja telemedicina ne omogoča oddaljenega dostopa do naročilnic.
- Uporabniku prijazen vmesnik bo zasnovan tako, da bo na pregleden način predstavljen celoten klinični primer, saj bo po novem možen hkraten pregled vseh gelskih kartic z rezultati posameznih laboratorijskih preiskav, vključno z možnostjo podrobnejšega ogleda in analize slike izbrane gelske kartice.
- Nova naprava za zajem slik gelskih kartic, imenovana Hemoskop, bo samodejno prepoznala vrsto gelske kartice po klasifikaciji različnih svetovno uveljavljenih proizvajalcev, razpoznala vrsto laboratorijske preiskave in ponudila nabor strokovno dovoljenih rezultatov.

- V okviru nadgradnje sistema je načrtovano avtomatsko razpoznavanje laboratorijskih rezultatov in strojno odčitavanje. S tem želimo minimizirati možnost človeške napake, hkrati pa povečamo laboratorijsko avtomatiko.
- Novi sistem bo prikazoval panelne liste, ki so povezani z uporabljenimi panelnimi celicami. V Sloveniji so namreč na različnih lokacijah v uporabi različni paneli testnih celic, zato je nujno v sistemu slediti številko uporabljene serije, da se izognemo napakam pri interpretaciji. Telemedicinski informacijski sistem bo v povezavi s podatki proizvajalca gelskih kartic zdravniku ponudil tisti panelni list, ki je skladen s serijsko številko uporabljenih celic. Panelne liste se lahko skenira ali pa pridobi po spletu iz baze proizvajalca.
- Pomembna strokovna novost je razpad seje na več delov, kar pomeni, da ne bo več potrebno odgovoriti na telemedicinsko sejo v celoti, kar se je izkazalo za nepraktično in zamudno. Posnetek stanja je pokazal, da se v praksi takoj odčita urgentne laboratorijske preiskave, preostale predtransfuzijske preiskave pa se obdelata kasneje.

Pri načrtovanju novega telemedicinskega sistema se zavedamo, da mora biti zasnovan tako, da bo tudi v prihodnosti odprt za stalne posodobitve in prilagoditve novim zahtevam transfuzijske medicine in spremembam informacijskega okolja. Predvidevamo, da bo v enem letu potrebno telemedicinski sistem integrirati z novim IS v transfuzijski službi (STEISi), poleg tega pa bo sistem prilagodljiv za primer uvedbe v tujino.

Prenova IS ZTM

Strategija ZTM za obdobje 2010-2014 vsebuje tudi vzpostavitev enotnega slovenskega transfuzijskega informacijskega sistema⁶ – projekt STEISi, ki se bo strokovno povezoval z informacijskim sistemom za telemedicino. Projekt STEISi je zelo kompleksen,

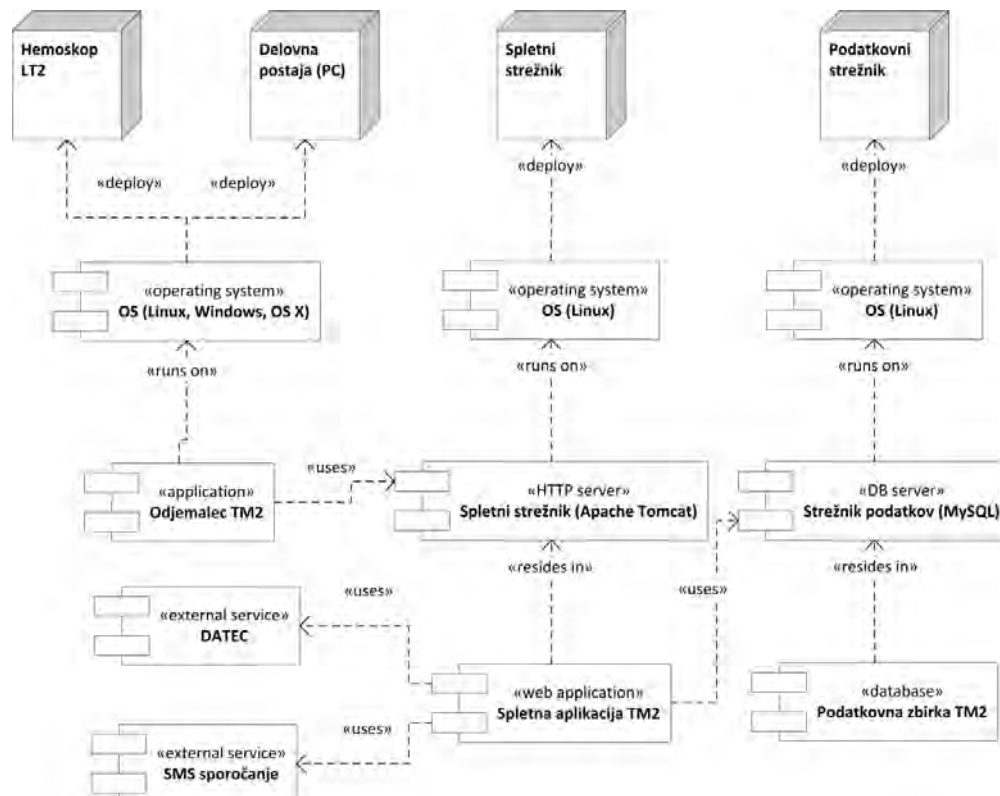
saj gre za vzpostavitev sodobnega nacionalnega enotnega informacijskega sistema v transfuzijski službi Slovenije, ki bo nadomestil obstoječi IS DATEC in integral računalniško podporo za preskrbo bolnišnic s krvjo v vseh slovenskih transfuzijskih ustanovah. Projekt STEISi se zato povezuje z računalniškimi sistemi bolnišnic, podpornih služb, bolnišničnimi bankami krvi, Rdečim križem Slovenije idr., torej je potrebna tudi povezava obstoječega sistema telekonzultacij.

Del projekta STEISi je integracija s telemedicino, ki vsebuje izmenjavo strokovnih podatkov v enotni podatkovni bazi, interaktivno delo obeh aplikacij na istem terminalu z uporabo enotnih elektronskih potrdil in druge strokovne zahteve, ki pomenijo bistveno prilagoditev IS za telemedicino. Ker je že znano, da so izčrpane skoraj vse možnosti nadgradnje obstoječe računalniške aplikacije za telekonzultacije, smo ponovno potrdili pravilnost in pravočasnost odločitve za razvoju novega telemedicinskega sistema v transfuzijski službi.

Tehnična zasnova sistema

Novi telemedicinski sistem bo izveden z arhitekturo odjemalec-strežnik. Visoka razpoložljivost sistema bo zagotovljena z redundanco vitalnih komponent: aplikacijskega strežnika, podatkovne baze in omrežnih povezav.

Dolgoročni namen ZTM je, da bo odgovarjanje na vprašanja laboratorijskih inženirjev mogoče ne le na specifični napravi (hemoskop), temveč na kateremkoli osebnem računalniku, ne glede na uporabljen operacijski sistem. Na strani odjemalca je zato uporabljena tehnologija Java. Povezave med klientom in strežnikom bodo izvedene na način, ki zagotavlja, da se vnosi uporabnikov v aplikaciji ne izgubljajo v primeru izpadov posameznih delov sistema.



Slika 4 Visokonivojska arhitektura sistema.

Arhitektura sistema

Osrednji element visokonivojske arhitekture sistema (slika 4) je centralni aplikacijski spletni strežnik, ki množici odjemalcev služi kot vstopna točka v novi telemedicinski sistem (TM2).

Uporabniki do sistema dostopajo s pomočjo namenskega odjemalca TM2 z grafičnim uporabniškim vmesnikom. Odjemalec omogoča izvajanje aktivnosti, predvidenih za štiri vloge uporabnikov: dežurno osebje, zdravnik konzultant, vodja in administrator. Odjemalec teče v okolju javanskega virtualnega stroja (ang. *Java Virtual Machine, JVM*), s čimer dosežemo delovanje na vseh treh najpomembnejših operacijskih sistemih: Windows, GNU/Linux, in Apple OS X.

Na aplikacijskem strežniku teče spletna aplikacija TM2, ki ponuja programski vmesnik, zasnovan na principu REST. Izraz "spletna aplikacija" uporabljamo zato, ker storitve ponuja preko spletnega protokola HTTP. Aplikacija ne streže spletnih strani, namenjenih človeškemu uporabniku. Programski vmesnik odjemalcem služi za dostop do obstoječih virov (sej, slik, vprašanj, odgovorov ipd.) v sistemu in izvajanje predvidenih aktivnosti. Aplikacijska logika zgolj interpretira zahteve odjemalca, po potrebi popravi stanje sistema, ki je shranjeno v podatkovni zbirki TM2 na podatkovnem strežniku, in odjemalcu ustrezno odgovori.

Podatkovni strežnik skrbi za podatkovno zbirko TM2, ki vsebuje celotno stanje sistema. Aplikacija TM2 dostopa do podatkovne zbirke preko omrežja s pomočjo povpraševalnega jezika SQL. Sama aplikacija TM2 je brez stanja (ang. *stateless*). Celotno stanje sistema je v vsakem trenutku shranjeno zgolj v podatkovni zbirki TM2 na podatkovnem strežniku. S tem dosežemo, da aplikacijo v primeru izpada (bodisi zavoljo programske ali strojne okvare) popolnoma trivialno nadomesti enaka aplikacija na drugem strežniku. Podatkovna zbirka je redundantna (na vsaj eno repliko podatkovnega strežnika) s pomočjo asinhrono replikacije vrste gospodar-

sužnji (ang. *master-slave asynchronous replication*). Aplikacija TM2 vedno popravlja podatkovno zbirko na gospodarju, medtem ko sužnji povzemajo spremembe z manjšim zamikom. Zamik je običajno v velikostnem razredu desetih milisekund in je navzdol omejen z zakasnitvijo omrežja in želeno obremenitvijo gospodarja. Bralni dostopi do podatkov so lahko usmerjeni tudi na sužnje, s čimer dosežemo razporejanje bremena v primeru, ko bi število sočasnih poizvedb preseгло zmoglosti posameznega vozlišča. V primeru izpada gospodarja njegovo vlogo prevzame suženj (oziroma, v primeru več sužnjev, eden izmed letih), s čimer dosežemo nemoteno delovanje celotnega sistema tudi v primeru okvar in napak.

Tako aplikacijski kot podatkovni strežnik bosta tekla na operacijskem sistem GNU/Linux. Spletna aplikacija TM2 bo tekla v okolju spletnega aplikacijskega strežnika Apache Tomcat, za podatkovno zbirko pa bo skrbel podatkovni strežnik MySQL. V fazi integracije s STEISi je načrtovan prehod na podatkovno bazo Oracle. Aplikacijski in podatkovni strežnik sta logično ločeni enoti, brez težav pa oba tečeta na enem dejanskem strežniku (bodisi fizičnem, bodisi virtualnem). Združitev obeh strežnikov - med drugim - omogoča lažji preklon v primeru okvare in bo izbrana rešitev za namestitvev sistema v strežniško okolje ZTM. Ločitev podatkovnega in aplikacijskega strežnika je vedno mogoča, a smiselna le v primeru preobremenitve enotnega strežnika, česar pa glede na pričakovano število sočasnih sej ne pričakujemo.

Hemoskop

Načrtovana naprava za zajem slik gelskih kartic vsebuje 5Mpx kamero industrijske kakovosti, LED osvetlitev, krmilnik in integriran računalnik. Postavitev laboratorijskega terminala zato obsega le priklop monitorja, tipkovnice in miške. Na hemoskopu teče prirejen operacijski sistem Linux in aplikacija telemedicinskega sistema. Ukrepi močno zmanjšajo število morebitnih nepooblaščenih posegov uporabnikov ali njihovih napak in s tem nedelovanje sistema. Manjša

Vzdrževanje vključuje celotno aparaturno in programsko računalniško opremo v režimu 24/7, vse dni v letu in z odzivnim časom 4 ure.

Razprava

Telemedicina je na področju slovenske transfuzijske medicine zelo razvita, kar je primer dobre prakse na področju informatike v slovenskem zdravstvu. Primerjave z EU sicer kažejo, da pri nas realno zaostajamo za več kot 10 let pri uvajanju zdravja na daljavo. To je tudi ena od ugotovitev v izhodiščih za pripravo nacionalne strategije zdravja na daljavo, predstavljenih na letošnji mednarodni konferenci o telemedicini Med-e-tel 2012⁷ v Luksemburgu.

Za uspešen razvoj telemedicine na področju transfuzijske medicine je bilo potrebno veliko entuziazma vseh sodelujočih, trdega in profesionalnega dela, naklonjenost vodstva in seveda finančna sredstva. Morda je bil ključen vzrok za uspeh ravno splet okoliščin, ki so v času reorganizacije slovenske transfuzijske službe ponudile telemedicino kot najbolj primerno alternativo za nadomeščanje dežurnih zdravnikov na daljavo za transfuzijske ustanove, ki po strogi zakonodaji, usklajeni z evropskimi direktivami, sicer ne bi izpolnjevale pogojev za delo.

Zaključek

Odločitev za nov sistem je bila na mestu, saj nadgradnja starega sistema ni več možna, povečan obseg dela in števila transakcij pa nas opozarja, da moramo pravočasno ukrepati. Sistem, ki je pomemben člen v verigi preskrbe bolnišnic s krvjo, moramo nadomestiti predčasno, saj ne smemo dočakati obdobja, ko bi se sistem iztrošil oziroma povsem odpovedal. Novi sistem bo odpravil vse evidentirane ključne pomanjkljivosti starega sistema ter vpeljal novosti na področju varnosti in funkcionalnosti.

Razvojni projekt nove telemedicine v slovenski transfuzijski službi poteka v skladu s časovnico in v okviru finančnega plana. Zelo pomembno je sodelovanje vseh ključnih uporabnikov in razumevanje njihovega dela s strani razvijalcev. Imamo tudi bogate izkušnje iz razvoja in uvajanja predhodnega sistema, ekipa razvijalcev pa je mednarodno uveljavljena in potrjena v praksi. Tako nastaja nov slovenski izdelek na področju medicinske informatike, ki se bo lahko enakovredno kosal s podobnimi aplikacijami na svetovnem tržišču.

Literatura

1. Breskvar M, Lukič L: Deset let informacijskega sistema v slovenski transfuziologiji. *Bilt - Ekon Organ Inform Zdrav* 2000; 16(4):100-103.
2. Breskvar M, Tasič JF, Rožman P: Remote telemedicine terminal in the blood transfusion service. *Eur J Med Res* 2002; 7(S1): 14.
3. Meža M, Breskvar M, Košir A, Bricl I, Tasič JF, Rožman P: Telemedicine in the blood transfusion laboratory - remote interpretation of pretransfusion tests. *J Telemed Telecare* 2007; 13(7): 357-362.
4. Meža M, Breskvar M, Tasič JF: Arhitektura sistema za telekonzultacije v transfuzijski medicine. *Elektroteh Vestn* 2005; 72(2/3): 145-151.
5. Breskvar M, Velušček I, Bricl I, Peterlin S: Ekonomski učinki uvedbe telemedicine v slovensko transfuzijsko službo. *Inf Med Slov* 2010; 15(S): 11-12.
6. Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino: *Strategija 2010-2014: Vzpostavitev slovenskega transfuzijskega enotnega informacijskega Sistema – STEISi*. Ljubljana 2012: Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino. [http://www.ztm.si/res/doc/strategija%20ZTM%20\(2010\)-4332.pdf](http://www.ztm.si/res/doc/strategija%20ZTM%20(2010)-4332.pdf) (2012-06-04)
7. Rudel D, Vidjen T, Gašperšič J, Breskvar M: National Strategy on Telehealth for Slovenia – One Year Progress in Preparation of The Document. In: *Med-e-Tel 2012: 10th Edition of the International Telemedicine and eHealth Forum*. http://www.medetel.eu/download/2012/parallel_sessions/abstract/day3/Telemental_Health_in_Biomedicine.doc (2012-06-04)