



Hrvatsko nacionalno središte za razmjenu internetskog prometa

Obljetnica: 15 godina CIX-a

Prije 15 godina, 8. rujna 2000., potpisivanjem Memoranduma o uspostavi nacionalnog središta za razmjenu internetskog prometa i službeno je uspostavljen CIX (Croatian Internet eXchange). CIX je neprofitna usluga Sveučilišnog računskog centra (Srca) kojom se omogućava da davatelji internetskih usluga u Hrvatskoj i privatne internetske mreže velikih sustava ostvaruju jednostavnu razmjenu internetskog prometa

Croatian Internet eXchange (CIX) hrvatsko je nacionalno središte za razmjenu internetskog prometa udomljeno u Sveučilišnom računskom centru (Srca), a otvoreno za sve davatelje internetskih usluga u Republici Hrvatskoj, kako za komercijalne tako i nekomercijalne, odnosno privatne mreže.



Hrčak i OpenAIRE

Radovi objavljeni u Hrčku vidljivi su kroz portal OpenAIRE

Hrčak je postao četvrti repozitorij iz Hrvatske uključen u portal OpenAIRE. Za uredništva časopisa i autore ta novost znači da su radovi objavljeni u Hrčku dostupni i kroz tražilicu portala OpenAIRE, čime se povećava njihova vidljivost i vjerojatnost citiranosti

Hrčak je prošao validaciju usklađenosti sa smjernicama i registriran je kao izvor podataka na portalu OpenAIRE. Za uredništva časopisa i autore ta novost znači da su radovi objavljeni u Hrčku dostupni i kroz tražilicu portala OpenAIRE, čime se povećava njihova vidljivost i vjerojatnost citiranosti.



Razgovor: Ivan Marić,
zamjenik ravnatelja Srca

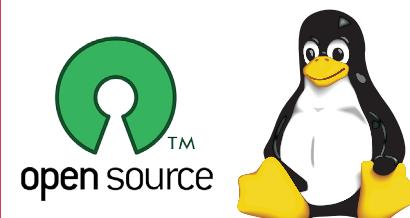
Petnaest godina CIX-a

CIX je jedan od 500-tinjak otvorenih IXP-ova u svijetu, koji predstavljaju nezaobilazni element u arhitekturi današnjeg Interneta i neizostavni dio hrvatskog internetskog prostora



Croatian Internet eXchange (CIX) ove godine obilježava svoju 15. obljetnicu. Tom prigodom donosimo kratki intervju s Ivanom Marićem, zamjenikom ravnatelja Srca, koji je krajem 90-ih godina prošlog stoljeća inicirao i operacionalizirao rad CIX-a.

Otvoreni sustavi – to smo mi...



Otvoreni sustavi u Srca

Od samih početaka Interneta u Hrvatskoj 1992. godine, Srce je dom otvorenih sustava. Čak toliko da gotovo i ne znamo drugačije razmišljati, planirati, djelovati. Danas se prednošću smatra i veća pouzdanost otvorenih sustava, kao i sigurnosna djelotvornost zbog ogromne zajednice koja i stvara i kontrolira i potom prema potrebi reagira.

Otvorene sustave razmatramo i uzimamo ponajprije zbog njihove prilagodljivosti.

Gotovo sve infrastrukture u Srca koriste se otvorenim sustavima, bez obzira radi li se o internim uslugama ili onima s desecima tisuća korisnika.



Hrvatsko nacionalno središte za razmjenu internetskog prometa

Obljetnica: 15 godina CIX-a

Prije 15 godina, 8. rujna 2000., potpisivanjem Memoranduma o uspostavi nacionalnog središta za razmjenu internetskog prometa i službeno je uspostavljen CIX (Croatian Internet eXchange). CIX je neprofitna usluga Sveučilišnog računskog centra (Srca) kojom se omogućava da davatelji internetskih usluga u Hrvatskoj i privatne internetske mreže velikih sustava ostvaruju jednostavnu razmjenu internetskog prometa



Croatian Internet eXchange (CIX) hrvatsko je nacionalno središte za razmjenu internetskog prometa udomljeno u Sveučilišnom računskom centru (Srcu), a otvoreno za sve davatelje internetskih usluga u Republici Hrvatskoj, kako za komercijalne tako i nekomercijalne, odnosno privatne mreže.

Točke razmjene internetskog prometa – IXP

IXP (*Internet eXchange Point*) fizička je točka povezivanja kojom se davatelji internetskih usluga (ISP – *Internet Service Provider*) koriste za izravnu razmjenu internetskog prometa na nacionalnoj razini. IXP rezultira smanjenjem operativnih troškova davateljima internetskih usluga, a krajnjim korisnicima doprinosi kvalitetnijim servisom (manjim kašnjenjima u isporuci internetskih paketa).

IXP osigurava da se nacionalni internetski promet, gdje su i korisnik i izvor smješteni u hrvatski internetski prostor, umjesto preko skupih međunarodnih veza razmjenjuje preko CIX-a, što rezultira značajnom uštedom.

Kvaliteta pristupa lokalnim internetskim sadržajima u smislu brzine poboljšana je, iskustva pokazuju čak i do 10 puta. Brzina pristupa međunarodnim sadržajima također se može poboljšati (jako znatno manje) – lokalni promet više se ne razmjenjuje međunarodnim vezama, što ih čini manje zagušenima.

Memorandum o uspostavi nacionalnog središta za razmjenu internetskog prometa

Prije 15 godina, 8. rujna 2000. godine, potpisivanjem *Memoranduma o uspostavi nacionalnog središta za razmjenu internetskog prometa* i službeno je uspostavljen CIX (Croatian Internet eXchange).

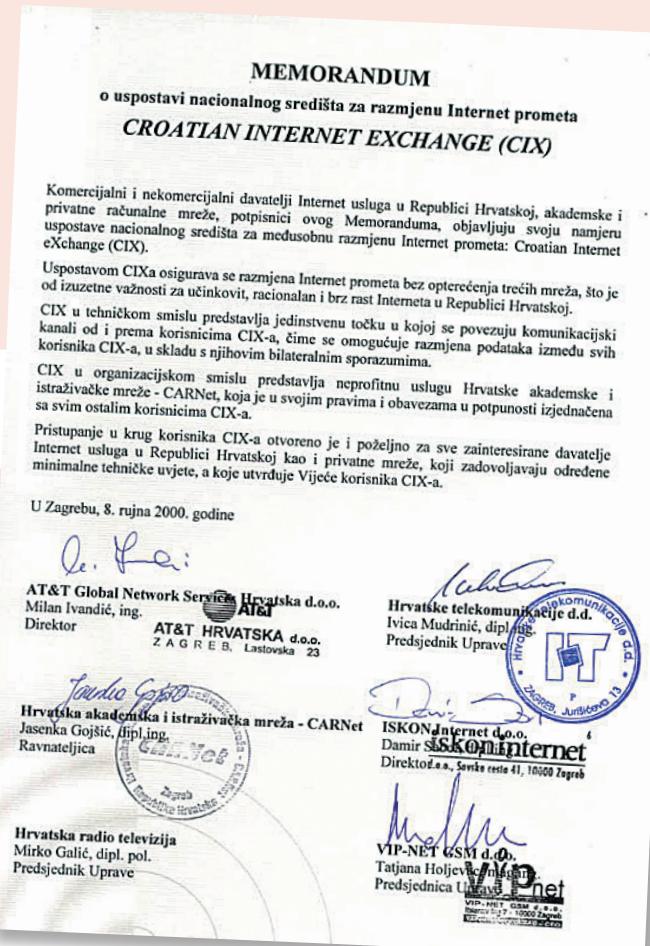
Pet potpisnika memoranduma su bili: Hrvatska akademska i istraživačka mreža CARNet, AT&T Global Network Services Hrvatska, Hrvatske telekomunikacije, Iskon Internet i VIP-NET.

O CIX-u

CIX u tehničkom smislu predstavlja jedinstvenu fizičku točku susreta telekomunikacijskih kanala i mrežne opreme članica CIX-a. To je model učinkovitije razmjene internetskih paketa među korisnicima te između korisnika i pružatelja raznih internetskih servisa, čime se omogućava racionalnija uporaba prijenosnih kapaciteta. Time se smanjuju i troškovi davateljima internetskih usluga i krajnjim korisnicima, povećavaju se sigurnost internetskog prometa i ukupna kvaliteta interneta u Hrvatskoj.

CIX je neprofitna usluga Sveučilišnog računskog centra (Srca) kojom se omogućava da davatelji internetskih usluga u Hrvatskoj i privatne internetske mreže velikih sustava ostvaruju jednostavnu razmjenu internetskog prometa. Spajanjem na CIX ostvaruje se najkraći put za razmjenu prometa među pojedinim članicama CIX-a, čime se postižu značajne uštede. Članice CIX-a samostalno i bilateralno dogovaraju međusobnu razmjenu prometa (*peering*), koja je moguća sa svim ili samo s nekom od članica.

Srce, kao domaćin CIX-a, brine se za sve tehničke zahtjeve vezane uz smještaj, održavanje i nadzor opreme članica CIX-a. U okviru pružanja usluge domaćina CIX-a, Srce osigurava:



Memorandum o uspostavi CIX-a

- odgovarajući prostor za smještaj opreme članica CIX-a (klimatizirani prostor s odgovarajućim električnim napajanjem i kontroliranim pristupom opremi)
- lokalnu računalnu mrežu CIX-a
- osnovnu tehničku podršku članicama CIX-a.

U radu CIX-a posebnu ulogu ima Vijeće CIX-a kao savjetodavno tijelo koje čine imenovani predstavnici članica CIX-a i Srca, a koje se sastaje jednom godišnje.

Članstvo u CIX-u

Članicom CIX-a mogu postati bilo koji komercijalni davatelj internetskih usluga i nekomercijalna ili privatna mreža koji zadovoljavaju tehničke uvjete propisane *Pravilnikom o članstvu i korištenju CIX usluge*. Članica mora posjedovati AS-broj (*Autonomous System Number*) te sklopiti ugovor o članstvu i korištenju usluge CIX sa Srcem kao nositeljem usluge.

Najveći udio u članstvu CIX-a danas čine davatelji internetskih usluga, a u manjoj mjeri su to državna tijela/tvrtke te nacionalna akademска mreža.

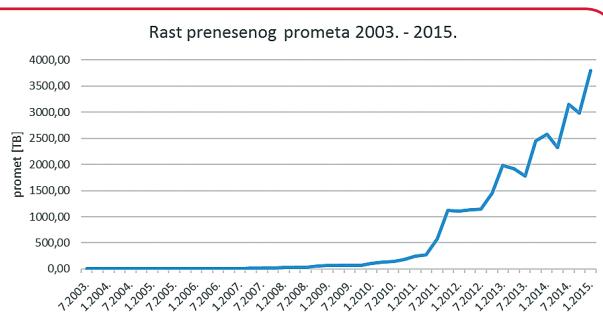
CIX postaje članom Euro-IX-a

Na osnivačkom sastanku Vijeća CIX-a 2005. godine Srce je kao domaćin u potpunosti preuzeo brigu o CIX-u. CIX je tako postao neprofitnom uslugom Srca, čime su osigurani uvjeti za međusobno povezivanje i neprekidni rad CIX-a 24 sata dnevno tijekom cijele godine. Godine 2006. održana je prva sjednica Vijeća CIX-a, a iste godine CIX je dobio i svoju petnaestu članicu.

Početkom 2008. godine CIX je postao novom članicom udruženja europskih središta za razmjenu internetskog prometa (*European Internet Exchange Association*, skraćeno EurolX), čiji je cilj promoviranje kulture otvorene razmjene ideja i iskustava među članicama. Iste je godine potpisana i prvi ugovor o članstvu i korištenju usluge CIX s jednom od inozemnih članica (*VeriSign*).

Od 2000. do danas

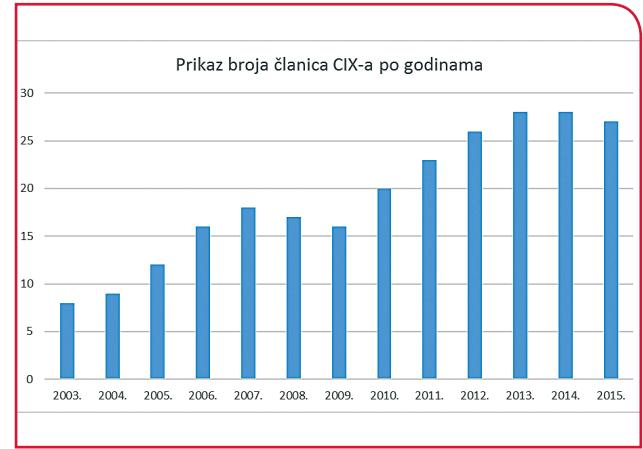
Broj članica CIX-a, brzina prijenosa i količina prenesenih podataka u posljednjih su petnaest godina u stalnom su porastu.



Slika 1. Porast prometa preko CIX-čvorista u razdoblju 2003. – 2015.

2000. – 2005.

Od osnivanja 2000. godine do 31. ožujka 2005. godine rad CIX-a financirala je Hrvatska akademski i istraživački mreža CARNet kao svoju uslugu, a koju je osmislio i tehnički održavalo Srce. U tom razdoblju broj aktivnih članica CIX-a narastao je na 12 članica, a maksimalna mjesecačna vrijednost prenesenih podataka iznosila je 3,47 TB.



Slika 2. Članice CIX-a po godinama u razdoblju 2003. – 2015.

Do kraja 2010. godine broj članica CIX-a porastao je na dvadeset, a maksimalna mjesecačna vrijednost prenesenih podataka u tom petogodišnjem razdoblju iznosila je 204,34 TB.

2010. – 2015.

Hrvatski Telekom, najveći davatelj internetskih usluga u Hrvatskoj, tek je 2010. godine postao članicom CIX-a.

U svibnju 2011. godine u Srcu je pušteno u rad sjedište *Google Global Cache* (GGC). Odabir Srca za domaćina te važne infrastrukture dodatno je naglasio ulogu CIX-a u razvoju Interneta u Hrvatskoj. Također, 2011. godine promet preko CIX preklopnika prvi put je prešao granicu od 5 Gbps, a preneseni mjesecični promet u listopadu iznosio je više od 1 PB.

Na dan 27. svibnja 2015. CIX je imao 28 aktivnih članica:

Akton, Amis Telekom, B.net Hrvatska, BTnet, CARNet, Google, H1 Telekom, HEP – Hrvatska elektroprivreda, HT – Hrvatski Telekom, Iskon Internet, Magic Telekom, Metronet, Metronet telekomunikacije, Ministarstvo uprave, Odašiljači i veze, Omonia, Optika kabel TV, Optima Telekom, Podatkovni centar Križ, rPeer Inc, Sedmi odjel, Serbia Broadband – Srpske kablovske mreže, SoftNET, Stelkom, Styria IT Solutions, Terrakom, VeriSign i VIPnet.

Maksimalna mjesecačna vrijednost prenesenih podataka iznosi 4,1 PB. ❤

mr. sc. Aida Horvatek Lončar, Sektor za mrežne i komunikacijske sustave Srca



Razgovor: Ivan Marić, zamjenik ravnatelja Srca

Petnaest godina CIX-a

CIX je jedan od 500-tinjak otvorenih IXP-ova u svijetu, koji predstavljaju nezaobilazni element u arhitekturi današnjeg Interneta i neizostavni dio hrvatskog internetskog prostora



Croatian Internet eXchange (CIX) ove godine obilježava svoju 15. obljetnicu. Tom prigodom donosimo kratki intervju s Ivanom Marićem, zamjenikom ravnatelja Srca, koji je krajem 90-ih godina prošlog stoljeća inicirao i operacionalizirao rad CIX-a.

■ **Kako je sve započelo?**

IM: U drugoj polovici 90-ih godina, kada je internetska revolucija poprimila masovnije obrise, kada se počelo ozbiljnije govoriti o Internetu kao industriji, došlo je do povećanja broja novih *start-up* kompanija i povećanja sadržaja. To je i vrijeme liberalizacije telekomunikacijskog tržišta u Europi koje je započelo i u Hrvatskoj rađanjem novih telekomunikacijskih kompanija, a nedugo zatim i kompanija koje su prepoznale mogućnosti Interneta. Nakon što je, početkom 90-ih uspostavljena akademска mreža, sredinom 90-ih i u drugoj polovici pojavili su se i prvi komercijalni pružatelji internetskih usluga, ISP-ovi.

Usljedilo je međupovezivanje ISP-ova, odnosno različitih AS-ova (*Autonomous Systems*), CARNeta i Iskona u prvom trenutku, a potom i ostalih. Naravno, umjesto realizacije spojnosti svatko-svakim inicirao sam uspostavu središnjeg mjesta na kojem bi se radili svi međuspojevi. Zgrada Srca je u to doba već bila etabrirano središte akademске mreže CARNet i međunarodno čorište, ali i mjesto na kojem su svi ISP-ovi željeli biti prisutni. Nakon što je ideja pala na plodno tlo, instalirali smo središnji preklopnik *Ethernet* kapaciteta 10/100Mbit/s, realizirali prve spojeve, "digli" prve *BGP peering* (*Border Gateway Protocol*) i CIX je zažvio.

■ **Koji su bili tehnološki trendovi u to doba?**

U to vrijeme još su uvijek prevladavale pristupne telekomunikacijske tehnologije analognih vodova, malih brzina. Domaćinstva i tvrtke bile su spojene sporim analognim modemskim vezama. Razvojem komunikacijskih tehnologija, kako optičkih, što je kao posljedicu imalo dizanje kapaciteta na okosnici mreža, tako i pristupnih tehnologija, uzrokovali su pojavu i naglo širenje tzv. *broadbanda*, širokopojasnog pristupa.

Paralelno s razvojem pristupnih mrežnih tehnologija bujao je i sadržajni dio na Internetu. Posebno razvojem video sadržaja. *Web* je već tada postao općeprihvaćen.

Hijerarhijska arhitektura Interneta, na čijem vrhu je bilo nekoliko Tier-1 operatera krajem 90-ih i početkom 2000. godine počela se mijenjati. Promjenu arhitekture u većoj mjeri uzrokovale su otvorene točke za međupovezivanje (*Internet eXchange Points*, IXP), a kao posljedice preskupog tranzitnog prometa koji su morali plaćati

Tier-2 i *Tier-3* operateri. IXP-ovi su postali i ostali kritični dio arhitekture Interneta.

■ **Tko su bile prve članice i koji je organizacijski model CIX-a?**

8. rujna 2000. godine organizirano je svečano potpisivanje *Memoranduma o uspostavi nacionalnog odredišta za razmjenu Internetskog prometa* u prostorima Hrvatske gospodarske komore. Potpisali su ga direktori i ravnatelji ovih ustanova: AT&T Global Network Service Hrvatska d.o.o., Hrvatske telekomunikacije d.d., Hrvatska akademika i istraživačka mreža – CARNet, ISKON Internet d.o.o., VIP-NET GSM d.o.o. te Hrvatska radiotelevizija.

Prve "operativne" članice CIX-a bile su CARNet i ISKON. Oni su ostvarili i prvi *peering* kroz CIX.

CIX je započeo, i prvih pet godina predstavljao, neprofitnu uslugu CARNeta koju je osmislio i tehnički opsluživalo Srce, a 2005. godine i organizacijski prelazi pod okrilje Srca.

Od samog početka CIX je bio ustrojen prema modernom načelu uključujući korisnike u upravljanje. Tako u radu CIX-a ravnopravno sudjeluju Srce kao koordinator i nositelj te Vijeće CIX-a koje čine predstavnici članica.

■ **Možete li izdvojiti neke elemente iz proteklih 15 godina?**

Prve su godine nakon uspostave i u slučaju CIX-a bile najbitnije. U tim godinama, rast, koji je bio uvjetovan tržištem i naravno činjenicom da smo mala zemљa, nije išao tempom kako sam ja i mi u



Ivan Marić, zamjenik ravnatelja Srca, inicijator osnivanja CIX-a

Srcu priželjkivali. Iako sam od početka vjerovao u ideju, priznajem da su te prve 2 – 3 godine bile ispod mojih osobnih očekivanja.

Posebno bih izdvojio ulogu koju smo odigrali u izgradnji svijesti države o važnosti ne samo postojanja nacionalnog središta za razmjenu internetskog prometa nego i provođenja politike smještaja javnih internetskih servisa prema kojoj članica koja udomljuje bilo koji javni servis mora imati otvorenu *peering* politiku prema svim drugim članicama.

Svakako bih izdvojio dolazak većih svjetskih pružatelja sadržaja (*Content Delivery Networks*, CDN) prije svega *Googlea* sa servisom *Google Global Caching*, *Verisigna* i drugih.

Zatim, priključivanje asocijaciji EURO-IX 2007. godine, od kada smo aktivni član najbrojnije asocijacije IXP-ova u svijetu.

■ Kako gledate na budućnost?

Nakon 15 godina mogu reći da sam zadovoljan dostignutom veličinom, ali prije svega prometom koji se ostvaruje preko CIX-a, odnosno trendom porasta ukupnog prometa. Najave dolazaka novih članica naznačuju daljnji rast i jamče svjetlu budućnost. CIX je jedan od 500-tinjak otvorenih IXP-a u svijetu, koji predstavljaju nezaobilazni element u arhitekturi današnjeg Interneta. CIX je neizostavni dio hrvatskog internetskog prostora. S druge strane, CIX je postao prepoznata kritična infrastruktura, što se očitava u *Strategiji kibernetičke sigurnosti*, gdje je CIX naveden u posebnoj akciji.

CIX je postao svojevrsni brand i na to sam zajedno s kolegama posebno ponosan. I želim nam svima još 150 godina! ☺

Kako radi CIX?

Fizička infrastruktura za razmjenu internetskog prometa

CIX (*Croatian Internet eXchange*) u tehničkom smislu predstavlja fizičku infrastrukturu udomljenu u Srcu kroz koju članice CIX-a izmjenjuju promet.

Svaka članica mora biti fizički prisutna u Srcu s iznajmljenim ili vlastitim telekomunikacijskim kapacitetima. Članica, da bi se spojila na CIX, može imati udomljenu i mrežnu opremu u Srcu ili se koristiti opremom na čvoruštu od kojeg ima telekomunikacijski kapacitet prema CIX-u. Sučelja kojim se spajaju na CIX moraju podržavati protokol *Ethernet* i brzine koje nudi CIX, a oprema mora "pričati" *BGP* (*Border Gateway Protocol*) inačice 4, kojim se izmjenjuju usmjerivačke informacije.

Fizička infrastruktura trenutačno se sastoji od preklopnika *Ethernet* i dvaju *BGP route* servera. Za funkcioniranje na višim slojevima

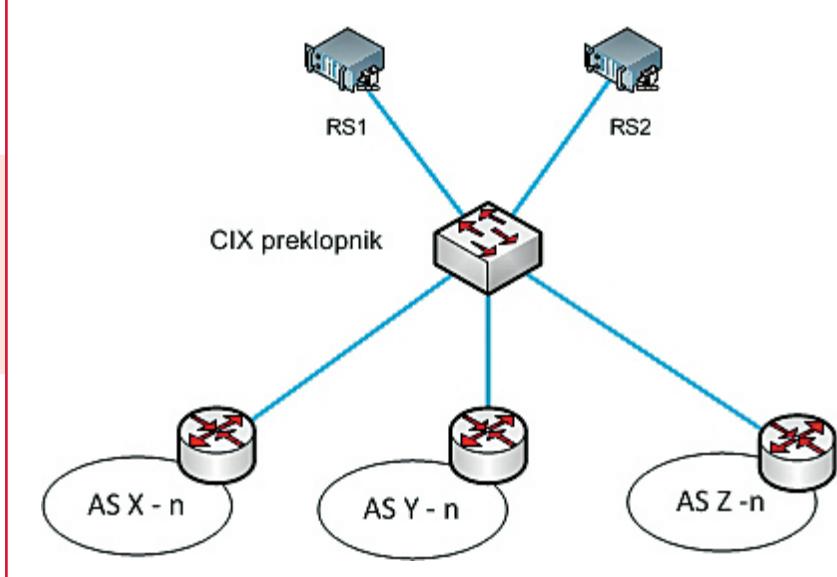
koristi se AS (*Autonomous System*) broj 51702 te adresni prostor 193.192.15.64/26 (IPv4 PI) i 2001:7f8:28::/48 (IPv6 PI).

Članice CIX-a, ovisno o potrebama, odabiru kapacitet kojim će se spojiti na preklopnik. Trenutačna infrastruktura CIX-a članicama omogućava korištenje spoja od 100MbE, 1GbE ili 10GbE na CIX, odnosno više sučelja iste brzine u LAG-u (*Link Aggregation*) ili kao posebne spojeve. Upotreba STP-a (*Spanning Tree Protocol*) zabranjena je u CIX-u. U procesu spajanja svakoj se članici dodjeljuju adrese u CIX LAN-u. *Route* serveri omogućavaju multilateralan *peering* između članica. Za razliku od standardnog *BGP peeringa*, gdje svatko mora uspostaviti BGP-vezu sa svakim, uspostavom *BGP route* servera, članicama IXP-a nudi se usluga gdje je jednom BGP-vezom moguće dohvatiti sve mreže u IXP-okruženju. *Route* serveri posebno su pogodni za članice koje imaju otvorenu *peering* politiku, odnosno žele otvoreno bez ograničenja razmjenjivati promet sa svima koji to žele. Srce se za *route* servere koristi *OpenBGPD*-om, a rade u paru radi osiguravanja visoke dostupnosti.

Uz *peering* LAN, Srce članicama CIX-a nudi i uslugu VLAN, poseban VLAN između jedne ili više članica preko kojeg dodatno mogu razmjenjivati promet prema nekim svojim parametrima.

Za nadzor preklopnika i izradu statistika sučelja CIX koristi se posebno razvijena aplikacija, a korisnicima je omogućen i pristup *looking glass* na *route* servere. ☺

Mario Klobučar, voditelj Usluge CIX – hrvatsko središte za razmjenu internetskog prometa, predstojnik Sektora za mrežne i komunikacijske sustave



Shema CIX preklopnika



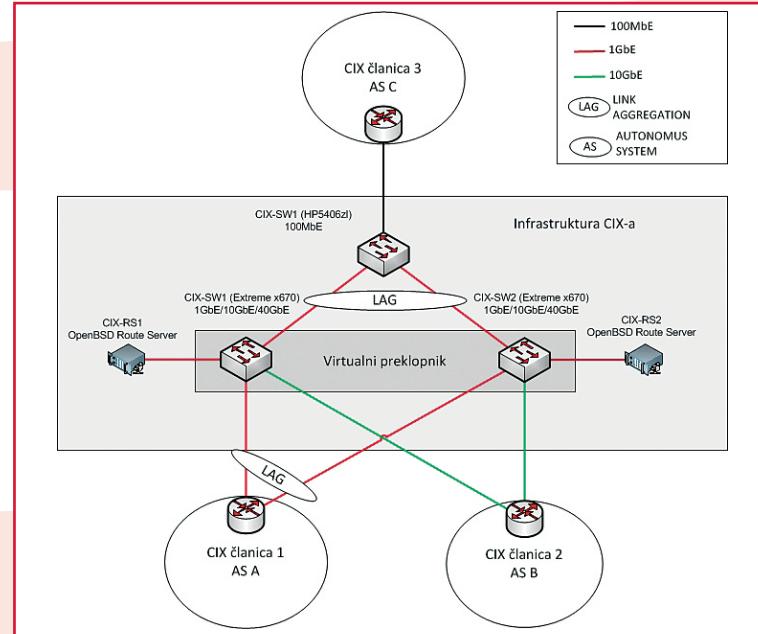
Unaprijeđenje usluge

Nova mrežna infrastruktura CIX-čvorišta

Nova mrežna infrastruktura CIX-a uspostavljena je da bi se članicama CIX-a omogućila visoka dostupnost usluge. U slučaju ispada jednog CIX-preklopnika, članicama je omogućena razmjena internetskog prometa preko drugog CIX-preklopnika bez ispada usluge. Preduvjet za to je da članice nadgradite svoju uslugu dodatnim portom i tako ostvare visku dostupnost usluge. Nova mrežna infrastruktura CIX-a puštena je u rad 26. svibnja 2015. godine.

Postojeća mrežna infrastruktura CIX-a, koja se sastoji od jednog HP5406zl preklopnika i dva route servera, nadograđena je dvama preklopnicima *Extreme Summit X670V-48X* složenima u tzv. *stack*. Novi preklopniči kapacitetima i nadogradnjom osiguravaju članicama CIX-a dovoljan broj 1/10/40G sučelja za njihove buduće potrebe. Članice koje se koriste uslugom 100M ostale su na spojene na „stari“ CIX-preklopnik, koji je spojen na dva nova preklopnika u LAG 2x1GbE (1GbE prema svakom od preklopnika).

Stjepko Ivezić, Sektor za mrežne i komunikacijske sustave Srca



Nova mrežna infrastruktura CIX-čvorišta

Razgovor: Bijal Sanghani, glavna tajnica, European Internet Exchange Association (Euro-IX)

Promičemo otvorenu razmjenu ideja, iskustava i znanja

Nove trendove u Internetu i važnostima IXP-ova kratko je za Srce novosti prokomentirala glavna tajnica *Euro-IX-a* gospođa Bijal Sanghani.

- **Koja je globalna važnost IXP-ova u današnjem Internetu?**



Internet Exchanges Points (IXP-ovi) važni su jer:

- povećavaju fleksibilnost i učinkovitost razmjene internetskog prometa
- omogućavaju da se lokalnom sadržaju pristupa lokalno
- unaprijeđuju lokalnu ekonomiju dajući domaćim tvrtkama šanse za uspjeh

euro-IX

- smanjuju ovisnost o kritičnoj nacionalnoj infrastrukturi
- pomažu povećanju znanja dijeleći iskustva kroz zajedničke sastanke IXP-ova i preko zajedničkih email-lista.

■ Koja je važnost Euro-IX-a kao organizacije?

Euro-IX je udruga IXP-ova koja promiče otvorenu razmjenu ideja, iskustava i znanja. To je važno jer daje zajednici priliku da se saštane i raspravlja otvoreno o temama, koje sam prije spomenula. Tako pomažemo i dajemo podršku jedni drugima i omogućavamo napredak za zajednicu u cjelini.

■ Koji su najnoviji trendovi?

Posljednjih nekoliko godina IXP-ovi se sve više suočavaju s povećanjem online video sadržaja, a sukladno tome i povećanjem prometa.

Otvoreni sustavi – to smo mi...

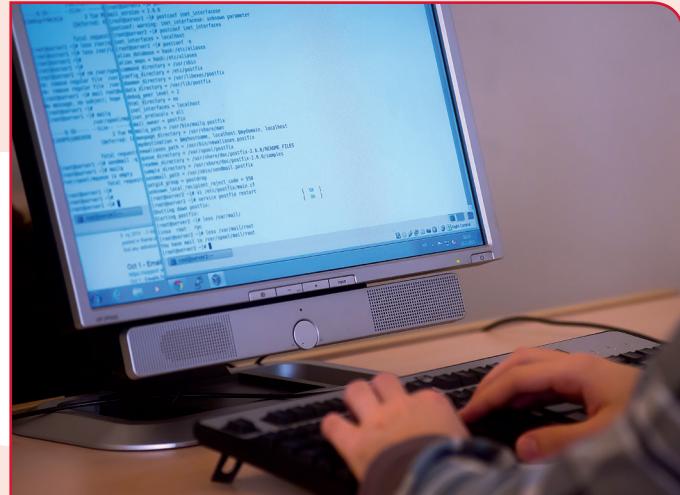
Otvoreni sustavi u Srcu

Gotovo sve infrastrukture u Srcu koriste se otvorenim sustavima, bez obzira radi li se o internim uslugama ili onima s desecima tisuća korisnika. Danas se prednošću smatra i veća pouzdanost otvorenih sustava.

Od samih početaka Interneta u Hrvatskoj 1992. godine, Srce je dom otvorenih sustava. Čak toliko da gotovo i ne znamo drugačije razmišljati, planirati, djelovati. Znate ono kad čovjek počne razmatrati kako doprogramirati vremenske prilike, vlastiti nos, nervozu u čekaonici... Gotovo sve infrastrukture u Srcu koriste se otvorenim sustavima.

četovo sve infrastrukture u srcu koriste se otvorenim sustavima, bez obzira radi li se o internim uslugama ili onima s desecima tisuća korisnika. Pritom nam je znatna finansijska ušteda vrlo važna, iako ne i primarna. Otvorene sustave razmatramo i uzimamo ponajprije zbog njihove prilagodljivosti. Potom, oni nam omogućavaju slobodu koja proizlazi iz nevezanosti uz jedan *brand*, daju veću mogućnost interoperabilnosti s drugim sustavima, fleksibilnost priširenju. Osim toga, otvoreni sustavi često su predvodnici u nekoj tehnologiji, ideji ili pristupu, daju pomak koji još ne postoji nigdje drugdje. Danas se prednošću smatra i veća pouzdanost otvorenih sustava, kao i sigurnosna djelotvornost zbog ogromne zajednice koja i stvara i kontrolira i potom prema potrebi reagira. Ako znaš, a mi znamo, otvorene sustave slažeš i međusobno integriraš kao Lego-kockice – problema naravno uvijek ima, ali ima i rješenja!

Srce je uvelo *Linux* na produkcijske poslužitelje širom Hrvatske 2001. godine, dakle u doba tad neprikošnovenih vladara, dinosaure *Digital Unixa* i *Sun Solarisa*. Uobičajeni internetski servisi još od 1992. godine neupitno su bili i danas jesu iz otvorenog koda. Napredno računarstvo (HPC, grid, *cloud*) danas uspostavljamo malom iz otvorenih komponenti – u tom svijetu velikih igrača postoje i drugi respektabilni sustavi koje bismo rado isprobali kad bi bilo potrebnih financijskih sredstava, ali ponosni smo i na naše kompo-



zicije. Područje mreža još je uvijek većinom zatvoreno, ali i tu smo predvodnici u uvođenju otvorenih sustava, npr. u *route* serverima. Informacijska, podatkovna i posrednička infrastruktura koju Srce gradi također se temelji na alatima i rješenjima otvorenog koda. Slijedeći orijentaciju na operacijski sustav *Linux*, LAMP (*Linux*, *Apache*, *MySQL*, *PHP*) je jedna od standardnih okolina u Srcu. Gotovo svi naši *web*-poslužitelji utemeljeni su na platformi *Apache*. Bilo da se radi o primjeni i prilagodbi pojedinih programskih rješenja (poput OTRS-a, *Islandore* ili *Moodlea*) ili o razvojnim okolina-ma (poput *Laravela*, *Springa* ili *Eclipsea*) otvoreni kod omogućuje učinkovitu prilagodbu aplikativnog rješenja specifičnim potrebama naših korisnika. Na primjer, posrednička infrastruktura, sustav

AAI@EduHr temelji se na tri poznate, referentne implementacije internetskih standarda: *OpenLDAP*, *FreeRADIUS* i *SimpleSAMLphp* koje su se pokazale dovoljno fleksibilnima i doraslima zadatku – osiguravanju pouzdanog rada zahtjevne infrastrukture.

Po otvorenim rješenjima poznati smo i u međunarodnoj zajednici: naša rješenja prihvaćena su u infrastrukturama *eduroam*, *eduGAIN* i *EGI* (*European Grid Infrastructure*).

Otvoreni sustavi – to smo mi... I ne bismo htjeli da bude drugačije, jer uz sposobne ljudе тој је најбољи пут. 

Dobriša Dobrenić, pomoćnik ravnatelja za računalnu i mrežnu infrastrukturu i mr. sc. Miroslav Milinović, pomoćnik ravnatelja za informacijsku i posredničku infrastrukturu



Otvoreni sustavi u Srcu

Srce sudjelovalo na konferenciji DORS/CLUC



dr. sc. Zoran Bekić, ravnatelj Srca na otvaranju konferencije DORS/CLUC

Fakultet elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu mjesto je na kojem se i ove godine održala najveća regionalna konferencija posvećena temama slobodnog softvera – DORS/CLUC (Dani otvorenih računarskih sustava / Croatian Linux Users' Conference).

U razdoblju od 18. do 20. svibnja 2015. godine zajednica otvorenog koda, poslovni korisnici i predstavnici javnog sektora izmjenjivali su iskustva u primjeni otvorenih tehnologija. Kao i proteklih godina i ovo, 22. po redu, održavanje konferencije ponudilo je aktualna i zanimljiva predavanja te doprinijelo razmjeni znanja i iskustava iz područja uporabe otvorenih sustava.

Srce ima dugogodišnje iskustvo u primjeni otvorenih sustava pa je i ova konferencija bila odlično mjesto za predstavljanje nekoliko otvorenih sustava kojima se koristimo u svakodnevnom radu ili koji su temelj za usluge koje pružamo akademskoj i istraživačkoj zajednici u Republici Hrvatskoj.

Zaposlenici Srca pripremili su i održali ova predavanja:

- "Središnji sustav za upravljanje sistemskim zapisima (*Elasticsearch* i *Kibana*)"
- "Islandora kao temelj za nacionalni sustav digitalnih repozitorija *Dabar*"
- "Sustav *eduuroam™* sondi (Raspberry Pi & LAMP)"
- "Route serveri i njihova primjena u CIX-u"
- "Linux akademija i širi program Srca za obrazovanje IT-specijalista".

Uz navedeno, Srce je u nagradnoj igri organizirano u okviru konferencije doniralo i ciklus od četiri tečaja *Linux akademije*. Na kraju drugog konferencijskog dana izvučen je dobitnik te nagrade – Dalibor Kirchmayer iz CARNeta, kojemu još jednom čestitamo na osvojenoj nagradi. Za ovu je prigodu izrađen i poseban broj biltena *Srce novosti* koji je podijeljen sudionicima konferencije i u kojem smo prikazali i ukratko opisali najznačajnije otvorene sustave kojima se koristimo. Nadamo se da smo i tako uspjeli zainteresirati sudionike konferencije za sve aktivnosti koje provodimo i da će nam se pridružiti u održavanju postojećih sustava, ali i uspostavi novih. Jer izbor koji nudimo nije uopće malen – više od 130 otvorenih sustava. Respektabilan broj, zar ne? Treba također napomenuti da to nije prvo sudjelovanje Srca na konferenciji DORS/CLUC. Dapače, Srce i DORS/CLUC veže dugo-godišnja i više nego uspješna suradnja, koja će se, vjerujemo, i nastaviti. ❤

Sabina Rako, voditeljica usluge Obrazovni programi za IT-specijaliste, predstojnica Sektora za obrazovne usluge

Otvoreni sustavi u Srcu – Laravel PHP framework

Programski jezik web-aplikacija Srca



Srce se koristi programskim jezikom PHP za izradu svih svojih web-aplikacija. PHP smo odabrali stoga što je je *open source*, izvrsna platforma za brz razvoj, ima mnogo gotovih komponenti te živi i aktivnu zajednicu koja ga razvija i podržava.

Prije donošenja konačne odluke krenuli smo s analizom dostupnih alata. U uži izbor ušli su Zend, Yi, Symfony, Laravel, CodeIgniter te Cake. Zadatak je bio napraviti jednostavnu web-aplikaciju u pojedinom *frameworku* s predefiniranim ključnim elementima važnim za Srce te uvidjeti sve njegove prednosti i nedostatke. Osobno sam proučavao i demonstrirao CodeIgniter *framework*. Nakon razdoblja testiranja i prezentiranja drugih okvira, glasovanjem smo odlučili da ćemo se koristiti Laravel *frameworkom*.

Laravel je besplatan *framework* koji je nov i moderan te je vrlo brzo dobio naklonost velike publike. Kao i većina drugih, temelji

se na modelu programiranja MVC. Rabi Eloquent ORM i Blade templating engine.

Uvođenjem Laravela imamo dobru podlogu za standardiziranje programskog koda prema najboljim praksama. Smatram da je to velik korak u pozitivnom smjeru.

Svaki programer PHP-a u razvoju programskog jezika ostavlja svoj osobni pečat, što ponekad može dovesti i do otežane prilagodbe ostalih programera. Rješenje takvi problema ogleda se u uvođenju standardizacije u pisanju programskog koda, koja olakšava rad na kodu svim programerima. Prvi korak standardizacije je donošenje odluke o korištenju jednog *frameworka* za važne razvojne projekte. Srce podržava svaku inicijativu u standardizaciji razvoja PHP-a. ❤

Igor Lukšić, Sektor za informacijske sustave Srca

Otvoreni sustavi u Srcu – OpenBSD

Route serveri i njihova primjena u CIX-u



OpenBSD



Hrvoje Popovski (Srce) tijekom predavanja na konferenciji DORS/CLUC

CIX kao hrvatsko nacionalno sjedište za razmjenu internetskog protoka koristi se protokolom *Border Gateway* (BGP). Svaka članica spojena u okolini CIX mora na svojim graničnim usmjeriteljima omogućiti BGP-protokol kako bi uspostavila komunikaciju s drugim članicama. Ovisno o *peering* politici, članica sama odlučuje s kim će uspostaviti BGP-sesiju i razmjenjivati rute. Razmjenu ruta preko protokola BGP između članica u okolini CIX moguće je napraviti na dva načina.

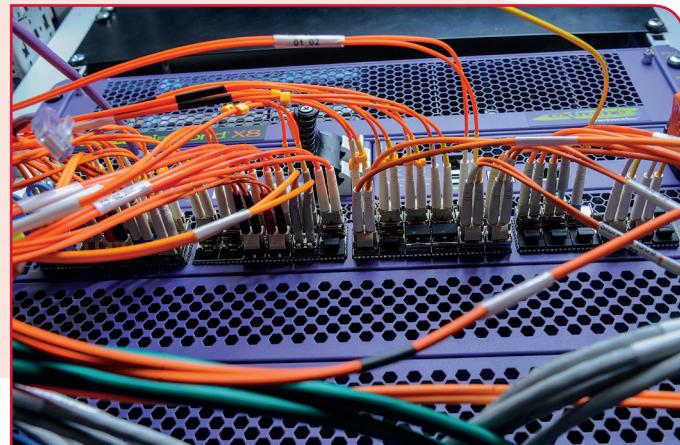
Prvi način je bilateralnim sporazumom, gdje dvije strane izravnom BGP-sesijom i *peering* politikom razmjenjuju rute. Takvim modelom BGP-*peeringa* jedna članica ima N-1 aktivnih BGP-sesija, gdje je N broj članica spojenih u okruženje CIX. Taj pristup bio je prije češće korišten, no zbog količine zasebnih BGP-sesija, kompleksnosti održavanja, veličine konfiguracije graničnih usmjeritelja te zbog eventualnih birokratskih problema pri uspostavi BGP-komunikacije, nije optimalan.

Drugi je način, koji adresira navedene probleme, multilateralan spoj u okruženje CIX. Taj pristup podrazumijeva treću stranu, *route* servere, koji preuzimaju na sebe svu kompleksnost održavanja, drastično smanjuju broj aktivnih BGP-sesija, a pri tome obuhvaćaju sve značajke izravne BGP-sesije i *peering* politike. U ovom slučaju članica nema N-1 aktivnih BGP-sesija nego samo jednu, prema *route* serveru. Kako je visoka dostupnost vrlo važna značajka u CIX-u, istovremeno su aktivna dva *route* servera te članica BGP-sesiju uspostavlja s obja.

Route server je značajka BGP-servisa koja bitno mijenja svrhu BGP-usmjeritelja. Standardni BGP-usmjeritelj proslijeđuje pakete na temelju dobivenih ruta, za razliku od *route* servera koji ne proslijeđuje pakete, nego rute prikupljene od spojenih članica proslijeđuje drugim članicama. Drugim riječima, uloga *route* servera je proslijeđivanje *ruting* informacija standardnim BGP-usmjeriteljima.

Operacijski sustav OpenBSD i servis OpenBGPD BGP

Zbog veličine *ruting* tablica koje su smještene u memoriju *Random Access Memory* (RAM) i neproslijeđivanja paketa, za *route* server su pogodni standardni x86-64 poslužitelji. Operacijski sustavi pogodni za tako specifičnu uporabu su *Linux* ili *Berkeley Software Distribution* (BSD) s BGP-servisima, kao što su *BIRD*, *QUAGGA* ili *OpenBGPD*. CIX se za *route* servere koristi operacijskim sustavom *OpenBSD* i servisom *OpenBGPD BGP* na poslužiteljima *Dell PowerEdge™ R420*. *OpenBSD*, operacijski sustav slobodnog koda, odabran je zbog proaktivne sigurnosti, jake integrirane kriptografije u jezgru operacijskog sustava, integriranog vatrozida i jednostavnosti korištenja. Zbog njegovih sigurnosnih značajki, Europski Parlament u studiji pod nazivom "EU should finance key open source tools" preporuča *OpenBSD* kao vatrozid, *intrusion-detection systems* (IDS) i kao *Virtual Private Network gateway* (VPN).



OpenBGPD je BGP-servis koji je usko integriran s cijelim operacijskim sustavom i razvijaju ga isti developeri koji razvijaju *OpenBSD*, što pretvara standardan x86-64 poslužitelj u usmjeritelj koji se po svojim značajkama može mjeriti s proizvođačima mrežne opreme. *OpenBGPD* može se konfigurirati pomoću komandnog sučelja "bgpctl" ili izravnim upisom u konfiguracijsku datoteku. U oba slučaja sintaksa je vrlo jednostavna i intuitivna, čime se smanjuje mogućnost ljudske pogreške. Članicama je vrlo zanimljiva značajka servisa *OpenBGPD Looking glass* (LG). *BGP LG* omogućuje potpun pregled i pretraživanje ruta na *route* serverima preko web-preglednika, što članicama uvelike ubrzava otklanjanje eventualnih problema pri krivoj konfiguraciji BGP-peeringa. *OpenBSD* i *OpenBGPD* u okolini CIX pokazali su se kao vrlo sigurne i stabilne osnove za *route* servere koji trenutačno imaju 35 BGP uspostavljenih *peeringa*, a u budućnosti nadamo se i više. ❤

Hrvoje Popovski, voditelj projekata u Srcu



Otvoreni sustavi u Srcu – Sustav Moodle

Najrašireniji LMS na svijetu

Moodle je LMS (Learning Management System) otvorenog kôda kojim se koriste mnoge obrazovne ustanove u Hrvatskoj i u svijetu, a u Srcu se njime koristimo već osam godina



Pogled unutar korisničkog sučelja sustava

Sustav Moodle trenutačno je najrašireniji LMS (Learning Management System) na svijetu, a u Srcu se njime koristimo već osam godina. Prema statistikama sjedišta Moodle.org, trenutačno je registrirano 54.100 instalacija sustava Moodle u čak 225 zemalja, od toga je u Hrvatskoj registrirano 100 sustava. Stvarni broj instalacija zasigurno je daleko veći, što puno govori o velikoj popularnosti toga sustava.

U Srcu je korisnicima dostupno 17 instalacija sustava Moodle od kojih su najznačajnije: sveučilišni sustav za e-učenje Merlin, sustav za projekte e-učenja u zajednici MoD, sustav za e-učenje u osnovnim i srednjim školama MuS, sustav za on-line tečajeve Srca, sustav za testiranje Moodle2Test i sustav za pregled mogućnosti Moodle2Demo.

Sustav Moodle inačice 2.7

Trenutačno se u Srcu koristimo sustavom Moodle inačice 2.7, a za sljedeću akademsku godinu pripremamo nadogradnju na inačicu 2.9. Vizualni identitet, odnosno teme za sustave Moodle u Srcu su izrađene prema konceptu univerzalnog dizajna odnosno tako da povećaju pristupačnost studentima s invaliditetom. Za sljedeću je akademsku

godinu u planu razvoj novih tema temeljenih na responzivnom dizajnu za korisnike mobilnih uređaja.

Među brojnim drugim LMS sustavima, Moodle je odabran zato što se radi o sustavu otvorenog kôda, modularnom sustavu koji, posred brojnih ugrađenih resursa i aktivnosti, podržava jednostavnu nadogradnju novim mogućnostima. Zahvaljujući velikoj globalnoj zajednici, sustav se brzo razvija te prati razvoj internetskih tehnologija kao i pedagoške potrebe korisnika.

Integracija sustava Moodle s drugim sustavima u Srcu

Srce podržava sustave otvorenog kôda jer, pored finansijskog aspekta, postoji mogućnost prilagođavanja sustava potrebama korisnika, ali i sudjelovanja u njihovu razvoju te doprinosa zajednici. Srce ulaže veliki trud u integraciju svojih instalacija sustava Moodle s drugim resursima i sustavima Srca pa je tako sustav za e-učenje Merlin povezan sa sustavom za webinare, e-portfolio sustavom, ISVU-om, uslugom MojOblak itd. omogućavajući tako korisnicima virtualno okruženje za učenje (*Virtual Learning Environment*).

Djelatnici Centra za e-učenje Srca sudjelovali su u prijevodu sustava Moodle na hrvatski jezik, a aktivno sudjeluju i u razvoju sustava Moodle prijavljivajući uočene greške, ali i rješenja na sustav Moodle Tracker, čime pomažu drugim korisnicima na Moodleovu forumu u razmjeni informacija i znanja. Centar za e-učenje Srca posebno je aktivan i u širenju mreže korisnika sustava Moodle u Hrvatskoj i regiji između ostaloga i organizacijom godišnjeg skupa MoodleMoota Hrvatska. ☺

Zvonko Martinović, voditelj usluge Sustavi za učenje na daljinu

Sučelje sustava za e-učenje

Otvoreni sustavi u Srcu – Islandora

Temelj nacionalnog sustava digitalnih repozitorija Dabar



Dabar (Digitalni akademski arhivi i repozitoriji) je sustav koji svim ustanovama iz sustava znanosti i visokog obrazovanja omogućava jednostavnu uspostavu i održavanje digitalnih repozitorija. Uspostavom digitalnog repozitorija ustanove dobivaju mrežno mjesto za prikupljanje, pohranu, organizaciju, distribuciju i javnu objavu svoje digitalne imovine. Za realizaciju *Dabara* odabrana je platforma otvorenog programskog koda *Islandora*.

Islandora je programski okvir (engl. *framework*) dizajniran tako da ustanovama olakša suradničko upravljanje digitalnom imovinom te da korisnicima olakša otkrivanje te imovine. Inicijalno je razvijena u Knjižnici Robertson Sveučilišta Prince Edward Island, a implementira ju i dorađuje sve veća međunarodna zajednica.

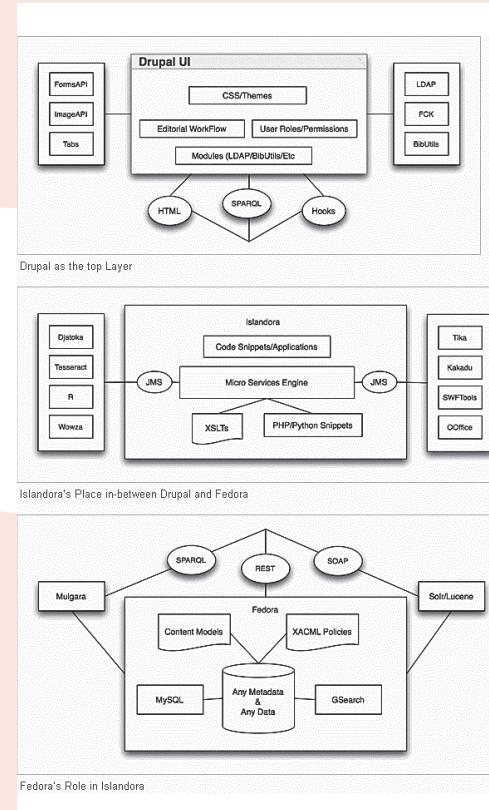
Islandora se temelji na tri komponente:

1. **Fedora Repository** – fleksibilno i skalabilno repozitorijsko rješenje koje omogućava pohranu i dohvati bilo koje vrste digitalnih sadržaja.

2. **Drupal CMS** – sustav za upravljanje web-sadržajem pomoću kojeg je u *Islandori* realizirano korisničko sučelje. Kroz Drupal vlasnici repozitorija u *Dabru* mogu vizualno i sadržajno prilagoditi sučelje svojim potrebama. Za implementaciju repozitorija na domenama ustanova koristimo funkcionalnost Drupala - *multisite*.

3. **Apache SOLR** – skalabilna platforma za pretraživanje pomoću koje je implementirano pretraživanje metapodataka i tekstova dokumenata spremiljenih u *Fedoru*. *Islandora* prema potrebi uključuje i druge komponente, npr. *FFmpeg* za konverziju audio i video formata, *Tesseract OCR* za optičko prepoznavanje znakova u skeniranim dokumentima, *Djatoka* za dinamičko posluživanje velikih slika itd. Sve navedene komponente okvira *Islandora* otvorenog su programskog koda, a u jednu cjelinu povezuje ih skup modula za Drupal zajedničkog naziva – *Islandora*.

Draženko Celjak, voditelj Službe za podatkovne usluge i kolaboracijske alate, Srce



Shema prikazuje okvir *Islandora*

Otvoreni sustavi u Srcu – XenServer

Pouzdan i siguran sustav virtualnih privatnih poslužitelja VPS



Srce je 2012. godine prepoznalo da je akademskoj zajednici i istraživačkim institutima potrebna usluga koja bi im omogućila jednostavan pristup računalnim resursima u obliku privatnih poslužitelja. Uz potporu MZOS-a Srce je takvo rješenje implementiralo preko usluge VPS. Pri implementacije smo testirali nekoliko tehnologija, međutim odlučili smo se za *Citrix XenServer* pred koji smo postavili portal za upravljanje. Razlog je tome bio taj što smo tražili pouzданo rješenje, sa što više mogućnosti a prihvatljive cijene. Usluge *XenServer* danas opslužuju svoje korisnike sa 161 virtualnih instanci, međutim ustanove sve manje nabavljaju vlastiti hardver i broj virtualnih instanci svakodnevno raste (popis ustanova korisnika: www.srce.unizg.hr/vps/aktivniposlužitelji). *XenServer* je postao dio zajednice otvorenog koda, što nas jako veseli, jer u narednih nekoliko mjeseci sustav paniramo nadograditi novim inačicama softvera i novim hardverom. Novi korisnički portal

također je u pripremi kao i potpuna podrška za nove operacijske stave. Imamo još puno ideja za unaprjeđenje sustava i nadamo se da ćemo većinu ideja uspjeti realizirati na zadovoljstvo nas i korisnika. Velik broj ustanova, koji su korisnici usluge VPS-a, pronašli su rješenje u besplatnoj infrastrukturi koja im omogućuje brzi diskovni pristup, procesorsku snagu i memoriske resurse koji se prema potrebi mogu skalirati. S gledišta informacijske sigurnosti korištenjem redundancije na svim poljima i sigurnosnom pohranom osigurano je da korisnički VPS-ovi i njihovi podaci budu uvijek dostupni. Sustav se redovito nadgleda IDS-om i redovito nadograđuje, čime pokušavamo minimizirati sigurnosne rizike. Uz sve navedene mehanizme ustanove korisnici imaju punu kontrolu nad operacijskim sustavom i pridajući podacima koristeći se pristupom preko web-portala.

Dubravko Sever, Sektor za računalne sustave Srca



Otvoreni sustavi u Srcu – OTRS

Osnovno sučelje za rješavanje upita korisnika



OTRS (*Open-source Ticket Request System*, www.otsr.com) sustav je za rješavanje korisničkih upita. Srce se koristi inačicom koja je prilagođena tako da se koristi autentikacijom AAI@EduHr (detalji su dostupni na <http://developer.aai.edu.hr/faq/otrs3.html>). To je dobar primjer obostrane koristi otvorenog koda: budući da je OTRS otvorenog koda, prilagodba Srca za autentikaciju AAI@EduHr korisna je za cijelu zajednicu.

Za Helpdesk Srca OTRS je osnovno sučelje za rješavanje upita korisnika. OTRS omogućuje grupni rad, uklanja ograničenja u mjestu pristupa i načinu rada, ima mehanizme za rad u zatvorenim grupama, za rangiranje i prosleđivanje upita, ima mogućnost pretraživanja sadržaja i statistiku potrebnu za izveštaje. Najčešće postavljana pitanja (FAQ) dodana su kao pomoć za brže i kvalitetnije odgovaranje korisniku. OTRS ima niz učinkovitih rješenja koji omogućuju preglednost operateru kakva mu treba za djelotvoran rad i zaštitu od pogrešaka. Na primjer, na isti upit ne mogu odgovarati dva operatera istovremeno nego onaj koji ga prvi otvoriti.

Prednosti OTRS-a

Naposljetku, što nam donosi takav sustav? Tamo gdje se radi s većim brojem korisnika koji se obraćaju mailom, OTRS omogućuje lakše rukovanje upitima, učinkovito i transparentno dijeljenje svega što na kraju proizvodi odgovor korisniku. U konačnici to se vidi u brzini i kvaliteti odgovora korisniku. Tome pomažu i predlošci ti-

piziranih odgovora te FAQ u koji unosimo odgovore koji nisu tipizirani, ali su vrijedni i mogli bi se ponavljati. Dijeljenje kvalitetnih i provjerenih odgovora posebno je važno u okruženju kad agenti nisu u mogućnosti izravno izmjenjivati informacije zbog zauzetosti, smjenskog rada ili dislociranosti. Što je broj korisnika veći, a samim tim i broj agenata, to se više takav sustav čini neophodnim. Naša iskustva s OTRS-om mogu se ocijeniti prilično dobrima. Kao i u svemu, i OTRS zahtijeva prilagodbu, ali je ona kratko-trajna. Novi djelatnici mogu vrlo brzo svladati njegovo korištenje. Veliki je broj odgovora na Helpdesk-u Srca tipiziran, jer se odnose na prijavu tečajeva i OTRS je tu jako zahvalan. Polako ga preuzimaju i druge usluge Srca. Nedavno su to napravili Ispitni centri Srca. ☺

Krešimir Raič, Sektor za podršku korisnicima Srca i Denis Stančer, Sektor za posredničke sustave i podatkovne usluge



Otvoreni sustavi u Srcu – Asterisk

Internetska telefonija



Asterisk™ je softverska implementacija kućnih telefonskih centrala (PBX, *Private Branch Exchange*) koje su za potrebe usluge Internetska telefonija (VoIP) smještene na virtualizacijskom sustavu Srca. Odabrana zbog naprednih mogućnosti telefonije i mogućnostima proširenja prema sustavu objedinjene komunikacije (UC, *Unified communications*), glavna je prednost IP telefonske centrale Asterisk u cijeni implementacije.

Riječ je o besplatnom *open-source* servisu instaliranom na operativnom sustavu utemeljenom na *Linuxu*. Implementacija je u potpunosti oslobođena licenciranja prema broju IP-telefona, osnovnim ili naprednim funkcionalnostima te količini istovremenih govornih kanala.

Rješenje sustava IP-telefonije koje Srce nudi sastavnica Sveučilišta u Zagrebu utemeljeno je na centraliziranim virtualnim sustavima smještenim u zgradama Srca i Znanstveno-ucilišnom kampusu Borongaj pri čemu se kod krajnjeg korisnika nalazi samo IP-telefon, a pristup do Srca vrši se kroz CARNetovu mrežu ili mrežnu okosnicu kampusa Borongaj. Osim standardnih funkcio-

nalnosti telefonije, implementacije Asteriska u Srcu nude i funkcionalnosti poput automatske distribucije poziva (ACD, *Automatic Call Distribution*) prema određenoj skupini korisnika ili npr. prema vremenu primitka poziva, sustav glasovne pošte (*voicemail*), interaktivne glasovne izbornike (IVR, *Interactive Voice Response*) te mnoge druge. Proširenja funkcionalnosti telefonije koja se također nude u sklopu VoIP usluge vezana su uz mogućnost korištenja softverski baziranih klijenata na pametnim telefonima u svrhu povećanja mobilnosti korisnika ili npr. centraliziranog elektroničkog sustava za faksiranje dokumenata bez potrebe za hardverskim telefaks uređajima i postojanjem papirnate inačice dokumenta, što predstavlja dodatne uštede u ovom segmentu komunikacije.

Srce je prepoznalo da implementacija i održavanje sustava telefonije ne ulaze u opis redovnog posla IT-administratora ustanove pa uslužu nudi uz potpuno održavanje, kao što je to slučaj i u standardnim sustavima *Centrex* (*Central Office Exchange Service*). ☺

Davor Jovanović, voditelj usluge Internetska telefonija (VoIP)

Otvoreni sustavi u Srcu – Elasticsearch i Kibana

Upravljanje sistemskim zapisima



Sva aktivnost računalne infrastrukture ogleda se u sistemskim zapisima – logovima. Zbog toga je praćenje sistemskih zapisa osnovni element održavanja i nadzora te infrastrukture. Široko rasprostranjeni protokol za bilježenje sistemskih zapisa koji se koristi klijentsko-serverskom infrastrukturom zove se *syslog*. *Syslog*-poruke mogu se slati kroz protokole TCP ili UDP, iako je zbog boljih performansi uobičajeno da se šalju kroz protokol UDP.

Uobičajena je praksa da se osim na lokalnom uređaju svi sistemski zapisi bilježe na središnjem sustavu za pohranu logova. To je posebno važno na mrežnim uređajima kao što su usmjerilici i preklopnici, koji obično i nemaju veliki prostor za pohranu podataka. Dodatne su prednosti središnjeg bilježenja logova mogućnost korelacije logova na više uređaja i stvaranje rezervne kopije logova, što je neizmerno važno kod gubitka logova ili u slučaju sigurnosnog kompromitiranja uređaja.

Manipulacija logovima

Prikupljanje logova na središnjem mjestu stoga je vrlo važno, a isto je tako veliki izazov organizacija tih logova. Najjednostavniji je i vrlo tipičan scenarij u prikupljanju sistemskih zapisa da se kroz *syslog* logovi šalju na središnji poslužitelj, tamo se pohranjuju u sirovom obliku te se dnevno komprimiraju. Prednost je takvog načina organizacije i pohrane logova u tome što je jednostavan a logovi su sačuvani u izvornom obliku. No zbog velike količine podataka i nestrukturiranosti, pretraživanje tako pohranjenih logova i izvlačenje bilo kakvih statistika postaje veliki izazov.

Dugi niz godina nije bilo kvalitetnih sustava otvorenoga koda koji bi bili prikladni za analizu velikih količina sistemskih zapisova. Vrlo popularni komercijalni sustav *Splunk* besplatan je do određene količine logova, no zadnjih nekoliko godina situacija se promjenila. Pojavilo se niz alata otvorenoga koda kao što su *elasticsearch*, *logstash*, *Kibana*, *Redis* itd., koji omogućuju pouzdaniji prijenos, organizaciju, indeksiranje i pretraživanje logova.

Sustavi Srca dnevno generiraju velike količine logova (>2GB) pa smo zato za svoje potrebe uspostavili sustav koji uključuje *rsyslog* (središnji *syslog-server*), *elasticsearch* (pretraživački mehanizam) i *Kibana* (vizualizacija i interaktivno pretraživanje kroz web-sučelje). Sustav je potpuno redundantan, distribuiran, skalabilan i omogućuje učinkovitu analizu sistemskih zapisova svih računalnih resursa Srca. Redundancija je ostvarena kroz klaster HA. Svi logovi se spremaju u izvornom obliku, ali i u klaster čvorova *elasticsearcha* koji omogućuje dodavanje novih čvorova prema potrebi i osigura va redundanciju i visoku dostupnost podataka.

U konačnici čitav sustav omogućuje inženjerima Srca brzu i učinkovitu analizu cijelokupnosti logova, njihovu korelaciju, izvlačenje izvještaja i to kroz komandnu liniju (*elasticsearch RESTful API*) i kroz vrlo bogato web-sučelje koje pruža *Kibana*. ☺

Zdenko Škiljan, voditelj IT sigurnosti, Sektor za središnju infrastrukturu i sustave Srca

Otvoreni sustavi u Srcu – JAVA



Free and open-source softver u ISVU-u

Informacijski sustav visokih učilišta (ISVU) razvijen je i temelji se na velikom broju free and open-source softvera (FOSS), od operacijskih sustava do raznih programskih okvira za razvoj aplikacija temeljenih na Java platformi. Ukratko, razlozi su zašto se koristimo velikim brojem FOSS-rješenja njihova kvaliteta, fleksibilnost, mogućnost prilagodbe našim potrebama, sigurnost i cijena. Dijelovi informacijskog sustava su komercijalni, poput sustava za upravljanjem bazama podataka, ili korištene Java Virtual Machine (*Hotspot*). Od korištenih FOSS-rješenja izdvajamo: *Apache HTTP Server* (<http://httpd.apache.org/>) – najkorišteniji HTTP-server na svijetu, *Apache Tomcat* (<http://tomcat.apache.org/>) – implementacija tehnologija Java Servlet i JavaServer Pages, *HAProxy* (www.haproxy.org/) – vrlo brzo i pouzdano rješenje za *high availability* i *load balancing*, *Spring Framework* (<http://projects.spring.io/spring-framework/>) – temeljni dio svih web i serverskih aplikacija, pokriva i olakšava rješavanje širokog spektra uobičajenih problema u razvoju aplikacija temeljenih na Java platformi. Osim *Spring Framework*, koristimo se i većim brojem drugih *Spring* projekata

(<http://spring.io/projects>). *JUnit* (<http://junit.org/>) – jednostavan programski okvir za izradu automatiziranih testova, *Apache Subversion* (<http://subversion.apache.org/>) – sustav za praćenje promjena programskog koda, *Git* (<http://git-scm.com/>) – distribuirani sustav za praćenje promjena programskog koda, *Apache Maven* (<http://maven.apache.org/>) – alat za upravljanje programskim modulima, *Jenkins* (<https://jenkins-ci.org/>) – alat za automatizirano pokretanje raznih poslova kao što su npr. *compile*, *build*, *test*, *release*, *deploy*, *Eclipse IDE* (<https://eclipse.org/ide/>) – razvojno sučelje za razvoj aplikacija Java, *Firefox* (www.mozilla.org/en-US/firefox/developer/) – internetski preglednik prilagođen programerima, *jQuery* (<https://jquery.com/>) – *JavaScript* koji značajno olakšava i ujednačava rad s raznim internetskim preglednicima, *Bootstrap* (<http://getbootstrap.com/>) – HTML, CSS i *JavaScript* programski okvir za razvoj web-aplikacija. ☺

Denis Kranjčec, voditelj Informacijskog sustava visokih učilišta (ISVU), predstojnik Sektora za informacijske sustave



Otvoreni sustavi u Srcu – Sustav AAI@EduHr

Komponente sustava temeljene na otvorenom kodu



Sustav AAI@EduHr autentikacijska je i autorizacijska infrastruktura sustava znanosti i visokog obrazovanja u Republici Hrvatskoj. Omogućava jednostavnu, sigurnu i pouzdanu autentikaciju korisnika za pristup raznim uslugama dostupnim unutar sustava. Kako bi bio što skalabilniji i robusniji, sustav je distribuiran i temelji se na postojanju imenika na matičnim ustanovama – davateljima elektroničkog identiteta.

Sredinom svibnja 2015. sustav AAI@EduHr imao je 228 matičnih ustanova – davatelja elektroničkih identiteta, više od 790.000 korisnika kojima je kroz sustav dostupno više od 340 usluga. AAI@EduHr je povezan s drugim sličnim sustavima iz Europe i svijeta pa svojim korisnicima kroz sustave *eduroam* i *eduGAIN* omogućava pristup uslugama koje nude davatelji usluge izvan Republike Hrvatske. Sustav trenutačno mjesечно obrađuje oko 18.000.000 autentikacijskih zahtjeva.

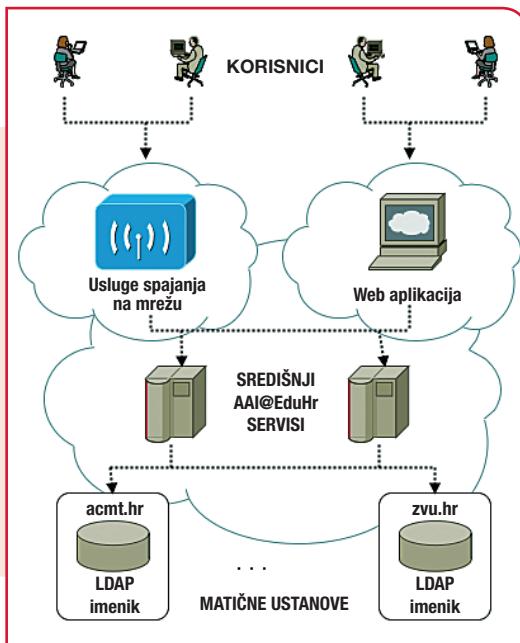
Činjenica da je sustav distribuiran i da je okruženje u kojem će pojedine komponente raditi jako heterogeno, predstavljala je poseban izazov u pri projektiranju sustava. Projektirajući ga vodili smo se idejom da sve komponente u sustavu moraju biti dovoljno jednostavne za instalaciju i održavanje na poslužiteljima matičnih ustanova, da moraju

biti dovoljno robusne, dovoljno sigurne te da moraju biti u skladu sa standardima. Budući da Srce oduvijek podržava korištenje programske podrške otvorenog koda, odluka se nametnula sama po себи: sustav ćemo izgraditi koristeći se programskom podrškom otvorenog koda gdje god postoji (ili možemo sami razviti) rješenje u skladu sa svojim očekivanjima i potrebama.

Trenutačno su sve komponente sustava, osim središnjih poslužitelja *RADIUS proxy*, utemeljene na programskoj podršci otvorenog koda. Programsku podršku otvorenog koda u uporabi na središnjim poslužiteljima sustava AAI@EduHr čine: *MySQL*, *PHP*, *Apache*, *Apache Tomcat*, *SimpleSAMLphp*, *CentOS*.

Programska podrška otvorenog koda instalirana na matičnim ustanovama potrebna za rad sustava AAI@EduHr sastoji se od: *OpenLDAP*, *FreeRADIUS*, *Apache*, *PHP*, *AOSI web-sučelje* i *AOSI web-servis*. Nakon punih devet godina produžinskog rada sustava, s pravom možemo tvrditi da je izbor programske podrške otvorenog koda bio pun pogodak, jer je zadovoljio sva naša očekivanja i ispunio sve zahtjeve koji se nameće pred sustav s velikim brojem korisnika kojem je pouzdanost rada kritično važna. ❤

Mijo Đerek, voditelj Usluge AAI@EduHr, predstojnik Sektora za posredničke sisteme i podatkovne usluge



Mjesec eduroama™



U sklopu Mjeseca eduroama 2015. od 27. travnja do 10. svibnja mjerili smo broj novih *eduroam* korisnika koji su svoj uređaj konfigurirali preko *eduroam installer* (<http://installer.eduroam.hr>). Konačni rezultati tog mjerjenja prikazani su na web-stranici www.eduroam.hr/eduroam-mjesec/stat.php. Na kraju događanja, 14. svibnja u Srcu dodijeljena su tri priznanja za doprinos popularizaciji *eduroama* ustanovama koje su imale najveći postotak novih korisnika u odnosu na ukupan broj korisnika u LDAP-imeniku ustanove.



S lijeva na desno: Damir Krešić, prof. dr. sc. Mirjana Hruškar, mr.sc. Miroslav Milinović, dr. sc. Zoran Bekić, prof. dr. sc. Miodrag Roić

Priznanja za doprinos popularizaciji usluge *eduroam* uručena su g. Damiru Krešiću, predstavniku Instituta za turizam, prof. dr. sc. Miodragu Roiću, dekanu Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te prof. dr. sc. Mirjani Hruškar, dekanici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. ❤

Dubravka Orešković, Sektor za posredničke sisteme i podatkovne usluge Srca

Hrčak i OpenAIRE

Radovi objavljeni u Hrčku vidljivi su kroz portal OpenAIRE

Hrčak je postao četvrti repozitorij iz Hrvatske uključen u portal OpenAIRE. Za uredništva časopisa i autore ta novost znači da su radovi objavljeni u Hrčku dostupni i kroz tražilicu portala OpenAIRE, čime se povećava njihova vidljivost i vjerojatnost citiranosti



Hrčak je prošao validaciju usklađenosti sa smjernicama i registriran je kao izvor podataka na portalu OpenAIRE. Za uredništva časopisa i autore ta novost znači da su radovi objavljeni u Hrčku dostupni i kroz tražilicu portala OpenAIRE, čime se povećava njihova vidljivost i vjerojatnost citiranosti. Time je Hrčak, uz repozitorije Medicinskog fakulteta, Instituta Ruđer Bošković (FULIR) i InTecha, postao četvrti hrvatski repozitorij uključen u portal OpenAIRE, pri čemu je trenutačno jedini koji je usklađen sa zadnjom aktualnom inačicom smjernica: *OpenAIRE Guidelines for Literature Repository Managers 3.0*.

Name	Country	Documents	Institution	Compatibility
FULIR	Croatia	1159 (updated 2015/04/14)	Ruđer Bošković Institute	OpenAIRE 2.0+ (DRIVER OA, EC funding)
Hrčak	Croatia	131206 (updated 2015/05/19)	Sveučilišta u Zagrebu, University of Zagreb	OpenAIRE 3.0 (OA, funding)
InTech	Croatia	-	InTech Europe, Rijeka, Croatia	OpenAIRE Basic (DRIVER OA)
University of Zagreb Medical School Repository	Croatia	1519 (updated 2015/04/13)	Sveučilište u Zagrebu Medicinski Fakultet	OpenAIRE Basic (DRIVER OA)

Hrvatski repozitoriji na portalu OpenAIRE

OpenAIRE

OpenAIRE (*Open Access Infrastructure for Research in Europe*) obuhvaća niz projekata (*OpenAIRE*, *OpenAIRE Plus*, *OpenAIRE2020*) koje finansira Europska komisija s ciljem promocije i provedbe otvorenog pristupa znanstvenim publikacijama i istraživačkim podacima. Kroz projekte OpenAIRE-a gradi se Europska znanstveno-istraživačka podatkovna infrastruktura za pohranu, pronaalaženje i ponovno korištenje rezultata istraživanja. U sklopu te infrastrukture, preko protokola za pobiranje metapodataka (*OAI-PMH*), skupljaju se bibliografski zapisi registriranih repozitorija usklađenih sa smjernicama OpenAIRE-a. Prikupljeni metapodatci pretraživi su kroz tražilicu OpenAIRE na adresi www.openaire.eu, a korisnici se kroz rezultate pretraživanja upućuju na izvorene repozitorije.

Osim agregiranja podataka, izrađuju se poveznice među publikacijama, istraživačkim podacima, izvorima financiranja, ljudima

i organizacijama čime korisnici portala dobivaju bolju navigaciju, veću mogućnost otkrivanja sadržaja i određene statističke pokazatelje.

Za koordinatora projekata važna je informacija da je *OpenAIRE* ključna infrastruktura za praćenje istraživačkih rezultata i izvještavanje o znanstvenim publikacijama H2020-a s obzirom na to da će biti povezana s informacijskim sustavima Europske komisije.

Registracija repozitorija

Za registraciju repozitorija u infrastrukturi OpenAIRE moraju biti zadovoljena dva preduvjeta:

1. repozitorij mora biti registriran u direktoriju repozitorija u otvorenom pristupu *OpenDOAR* (www.opendoar.org/)
2. repozitorij mora biti usklađen sa smjernicama OpenAIRE-a (<https://guidelines.openaire.eu/>). Usklađenost se provjerava pomoću servisa za validaciju koji je dostupan na portalu OpenAIRE. Validacija je automatizirani postupak u kojem se provjerava implementacija protokola OAI-PMH na strani repozitorija te podaci koje repozitorij na taj način isporučuje. Dio rezultata validacije su i eventualne upute što vlasnici repozitorija moraju ili mogu doraditi da bi povećali stupanj usklađenosti sa smjernicama.

Nakon uspješne registracije repozitorija, infrastruktura OpenAIRE od njega periodički automatizirano preuzima metapodatke preko protokola za harvestiranje metapodataka (*OAI-PMH*).

Hrčak i OAI-PMH

Hrčak od 2006. godine ima implementiran protokol za harvestiranje metapodataka (*OAI-PMH*) preko kojeg metapodatke preuzimaju razni servisi pa se radovi objavljeni u Hrčku mogu pronaći npr. u katalogu *WorldCat* (www.worldcat.org/), servisu *BASE* (www.base-search.net/), a sada i na portalu OpenAIRE (www.openaire.eu/). Naglašavamo da se kroz Hrčko sučelje OAI-PMH isporučuju samo metapodaci radova s cijelovitim tekstom pa bi to trebalo dodatno motivirati uredništva časopisa da u Hrčku ažurno objavljaju cijelovite tekstove radova. ☺

Draženko Celjak, voditelj Službe za podatkovne usluge i kolaboracijske alate, Srce



Obrazovne usluge Srca

www.srce.unizg.hr/edu

- Osnovni i napredni informatički tečajevi

- **Online Tečajevi Srca**



- Tečajevi Centra za e-učenje



Obrazovni programi za IT-specijaliste

- Ciscova akademija mrežnih tehnologija



- Linux akademija Srca



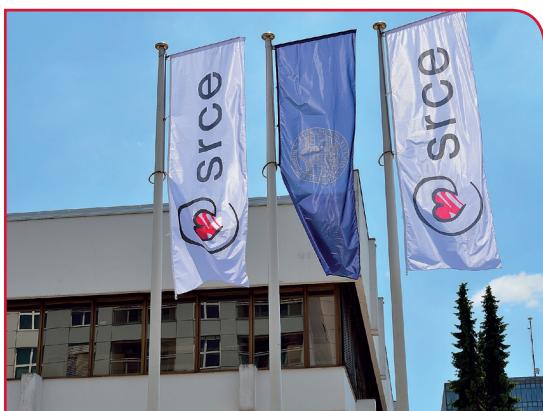
- Obrazovni programi iz statistike

- EUCIP Core



Ispitni centri Srca

- Ispitni centar ECDL
- Ispitni centar Certiport
- Ispitni centar za EUCIP
- Ispitni centar za Pearson VUE



Prijavite se na jedan od novih tečajeva Srca!



ECDL Osnove računala (Windows 7)

Način održavanja: online tečaj



ECDL Osnove komunikacija (Internet Explorer 9, Microsoft Outlook 2010)

Način održavanja: online tečaj



ECDL Online suradnja

Trajanje: 12 školskih sati
Način održavanja: u učionici



ECDL IT-sigurnost

Trajanje: 12 školskih sati
Način održavanja: u učionici



Upoznavanje sa sintaksom jezika R i njegova primjena u osnovnoj statističkoj i grafičkoj analizi podataka

Trajanje: 20 školskih sati
Način održavanja: u učionici



Osnove JavaScripta

Trajanje: 12 školskih sati
Način održavanja: u učionici

Raspored tečajeva: www.srce.unizg.hr/tecajevi/raspored

Prijava na tečajeve u učionici: <http://abc.srce.hr>

Prijava na on-line tečajeve: <http://lms.srce.hr>

srce novosti

Izdavač:
Sveučilište u Zagrebu
Sveučilišni računski centar
Josipa Marohnića 5
10000 ZAGREB

Za izdavača: dr.sc. Zoran Bekić
Uredništvo:
Nataša Dobrenić, urednica
Mijo Derek, član Uredništva
Kruno Golubić, član Uredništva
Sabina Rako, članica Uredništva

Kontakt: tel.: 616 58 40;
fax: 616 55 59
e-mail: press@srce.hr
Naklada: 2.800 primjeraka
Tisk: AKD, Zagreb
ISSN 1334-5109

