



Cloud computing: što s bazom podataka (u oblacima)?

Sažetak: Za krajnjeg korisnika Cloud computing predstavlja mogućnost udomljavanja infrastrukture, podataka i aplikacija van okvira organizacije. U tom kontekstu se sve više istražuju mogućnosti kao i ograničenja koja cloud sa sobom donosi. Poslovne aplikacije korištene u clodu promatraju se kao servisi koji se mogu naslanjati na baze podataka kao i na cijelokupnu infrastrukturu koja se također nalazi negdje u clodu. Podaci koje krajnji korisnik unosi, nalaze se „negdje“ u „nekoj“ bazi podataka. Ukoliko je baza definirana as-a-Service govorimo o Database-as-a-service (DaaS). Pitanje sigurnosti podataka za krajnjeg korisnika vrlo je osjetljivo, kao i pitanje povlačenja granica odgovornosti za vlasništvo nad podacima ili vlasništva nad bazom u slučaju bilo kakvih zahvata. Zbog opsluživanja velikog broja korisnika, pojavljuju se problemi skalabilnosti i performansi, te se sve više razmatraju objektne i NoSQL baze podataka, odnosno reducirani sustavi za upravljanje podacima. U ovom radu će se dati osvrt na probleme baza podataka u clodu, kao neminovne dijelove aplikativnog poslovnog softvera, kako sa aspekta sigurnosti, tako i sa aspekta modela, a obzirom na sama svojstva clouda kao takvog.

Ključne riječi: cloud, database-as-a-service, korisnik, sigurnost, model baze

Summary: For end users cloud computing is the ability to accommodate the infrastructure, data and applications outside of its own organization. In this context, more research opportunities and limitations that cloud brings. Business applications used in the cloud can be observed as services that can draw on a database as well as the entire infrastructure which is also located somewhere in the cloud. The data show that the end user, are "somewhere" in "a"database. If the base is defined as-a-Service talking about Database-as-a-Service (Daas). The issue of data security for the end user is very sensitive, and the issue of withdrawal limits for ownership or ownership of the data base in the event of any intervention. Due to handling a large number of users, there are issues of scalability and performance, and is increasingly discussed and NoSQL object database, and reduced data management systems. This paper will give an overview of the problems of databases in the cloud, as inevitable parts of the business application software, both from the aspect of security, as well as from the aspect of the model, and considering the properties of Cloud itself.

Uvod

Briga oko sigurnosti podataka, te pristupa podacima u bazi, postaju nužan dio poslovanja kad se prijeđe na udomljavanje podataka u oblaku.

Korisnik želi znati da su njegovi podaci u oblaku zaštićeni i dostupni.

Pružatelj usluge postavlja pitanje kakvu uslugu treba ponuditi korisniku: na koji način smjestiti korisničke podatke u oblak, odnosno koju bazu koristiti a da odgovara skalabilnosti i distribuiranosti clouda, kako administrirati bazu, te kome dopustiti administriranje.

Obje strane zanima tko je u konačnici odgovoran za podatke koji se nalaze u *oblaku*, a tko za bazu.

Trebalо bi s jedne strane definirati što Cloud computing znači za krajnjeg korisnika, koja su pravila, obaveze, prednosti, te eventualne opasnosti na koje krajnji korisnik može naići pri postavljanju osjetljivih podataka u *oblak*. S druge strane, teži se također postavljanju jasnih pravila, obaveza i za pružatelja usluge koji se bez jasno definiranih granica mogu naći u neprilici da budu odgovorni ne samo za podatke, nego i za zakonski neregulirane situacije na još neistraženom terenu.

U radu se razmatraju problemi s kojima se korisnici mogu sresti prilikom smještanja podataka u *oblak*, te pitanje oblika baze s kojim se sreću isporučitelji usluge Database-as-a-service.



Podaci u oblaku

Cloud computing predstavlja globalni koncept koji kaže da krajnji korisnik može bilo gdje držati svoje podatke, može koristiti bilo koju aplikaciju unutar oblaka i može koristiti bilo koju infrastrukturu i platformu. Kod smještanja podataka u *oblak*, korisniku nije bitno gdje se ti podaci nalaze, dok god se poštuje:

- privatnost podataka,
- zaštita od neovlaštenog pristupa,
- integritet podataka,
- dostupnost,
- brz pristup podacima,
- ugovorni odnos koji će zakonski regulirati prava i obaveze i korisnika i pružatelja usluge,

Dakle, osim odabira vrsta usluge koja se traži od *oblaka* odnosno od pružatelja usluge, kod smještanja svojih podataka u *oblak* treba analizirati i slijedeće faktore:

- Sigurnost - kontrola pristupa podacima i poštovanje standarda
- Sigurnost - fizička sigurnost (i mrežni dio)
- Latencija - koliko će udaljenost baze utjecati na performanse
- Standardi - kako se podaci pune u bazu te vade van
- Zadržavanje podataka - kako "izvaditi" podatke u slučaju raskida suradnje

Sigurnost pri kontroli pristupa podacima je jasan zahtjev. Kod baza podataka unutar organizacije zna se tko ima prava pristupa i pod kojim uvjetima. Kada je baza smještena izvan organizacije postaje teže znati tko ima pristup do podataka, te postaje važno kojih standarda sigurnosti podataka se vanjska organizacija pridržava.

Slično je i kod sigurnosti u fizičkom smislu, osim kod mrežnog dijela. Zahtjevi na fizičku sigurnost objekta su jasni i svi bi ih trebali poštovati, no problem nastaje kod fizičke zaštite mreže. Standardno se u mrežnom svijetu koriste DMZ zone, firewall-ovi, IDS sustavi i slično, da bi se osigurala naša mreža od neovlaštenog pristupa. Stavljanjem podataka u *oblak* dolazimo u situaciju da gotovo bilo tko, pa tako na primjer i naši konkurenti, mogu legalno zakupiti uslugu na istom fizičkom segmentu mreže, što otvara mogućnost pristupa određenom djelu naših podataka mimo naše volje.

Latencija može smetati manje ili više. Zavisno o tome gdje se nalaze naši podaci/baze u *oblaku* i lokaciji korisnika, korištenjem udaljene baze možemo čak i popraviti performanse odnosno odaziv naše aplikacije.

Korisnici mogu zahtjevati da se ne osjeti razlika u radu sa lokalnom bazom ili bazom negdje u *oblaku*.

Dostupnost podataka u bazi je vezan uz probleme da li korisnik cijelo vrijeme ima mrežni pristup, pri čemu se postavlja pitanje pristupa od strane korisnika, te pristupa prema bazi. Da li će se događati zaustavljanja baze radi održavanja, ili postoji način da se bilo kakvi prekidi izbjegnu.

Standardi za punjenje baza su naravno neophodni, da ne bi došli u priliku da moramo razvijati posebnu aplikaciju samo da bi prebacili podatke iz sadašnje baze u bazu u *oblaku* i obratno, što je pak vezano uz slijedeću točku.

Zadržavanje podataka, odnosno kako biti sigurni da su naši podaci "izvađeni" iz poslužitelja davatelja usluge u slučaju prekida suradnje? Ugovorni odnos bi trebao regulirati prava i obaveze obje strane. Međutim, kako možemo biti sigurni da će ugovor biti ispoštovan ako se pružatelj usluga nalazi na nekom drugom mjestu na svijetu?

Što napraviti ako zatražimo aplikativnu uslugu (SaaS) koji pružatelj usluga dogovara s nama, a s drugim pružateljem usluga dogovara uslugu smještanja naših podataka?

Trebalo bi jasno definirati gdje su granice odgovornosti nad podacima, nad bazom, nad aplikacijom, odnosno granice odgovornosti nad pojedinim uslugama.



Sigurnost podataka u oblaku

Evolucija Cloud computinga sve više ide u smjeru postavljanja jasno definiranih pravila za korisnike i pružatelje usluge. Obzirom da krajnjim korisnicima neće bitno gdje se podaci u cloudu nalaze, može se desiti da su podaci smješteni i u drugoj državi. Cloud "briše" granice između država, ostavljajući korisnike na nejasnom terenu – što u slučaju krađe podataka, zaključavanja podataka, da li su zakoni drugih država regulirani tako da spriječe neželjene događaje, ili su korisnici prepušteni sami sebi. Prepuštanje brige oko sigurnosti osjetljivih podataka provideru koji smješta te podatke unutar cloud platforme moralo bi biti jasno zakonski regulirano. Vlade mnogih zemalja iskazale su želju da upravljaju razvojem digitalizacije unutar njenih fizičkih granica, gdje bi glavno usmjerenje bio dogovor sa pružateljima usluga oko smještanja servera koji rade s podacima u cloudu.

Tijekom 2010. i 2011. World Economic Forum je donio 8 akcijskih područja za pružatelja cloud usluga, kao i za vladine agencije, te analizirao pitanja krajnjih korisnika. Pitanja uključuju poteškoće korisnika u razumjevanju tko može pristupiti podacima koje oni stave u cloud, kako su ti podaci zaštićeni i kako korisnici mogu biti sigurni da su podaci obrisani onda kada bi to trebali biti.

Područja djelovanja uključuju:

- poboljšanje transparentnosti o tome kako su servisi podržani, tko je odgovoran za što, kako su podaci zaštićeni i koji zakonski sustav se primjenjuje – ovo je kritičan korak prema širim potrebama koje moraju osigurati povjerenje u cloud.
- daljnja istraživanja u smjeru razumjevanja i širenja svijesti o prednostima clouda uz razumijevanje rizika i trenutnih mogućnosti upravljanja rizicima – to će osigurati pomoć u donošenju odluka korisnicima i nadzoru
- olakšavanje interoperabilnosti sustava – omogućiti korisnicima da prilagode vlastita cloud rješenja između mnogih providera i olakšavanje portabilnosti podataka kako bi se korisnicima smanjio strah od zadržavanja podataka kod pružatelja usluge i strah uprave od nedostatka kompeticije.
- garancija dovoljne mrežne povezanosti kako bi korisnici koji povjeravaju podatke cloudu mogli biti sigurni da će po zahtjevu moći pristupiti podacima

Problemska pitanja:

- Vlasništvo nad podacima – lokacija podataka i zakoni, privatnost i pouzdanost, vlasništvo
- Sigurnosna pitanja – interoperabilnost i portabilnost, pouzdanost, obvezivanje na servis, zrelost
- Pitanja poslovnog okruženja – autorizirani pristup, integritet i dostupnost, gubitak podataka, uništavanje podataka. (WEF, 2011)

Database-as-a-Service

S tehnološke strane, cloud computing je paradigma koja predstavlja okvir za udomljavanje različitih IT usluga van okvira organizacije. IT usluge se mogu smjestiti unutar osnovna 3 nivoa:

- Infrastructure-as-a-Service (IaaS) koji osigurava usluge na najnižem tehnološkom nivou – davanja procesorskih usluga, skladištenja podataka
- Platform-as-a-Service (PaaS) koji osigurava razvojne alate za izgradnju aplikacija
- Software-as-a-Service (SaaS) koji opisuje model korištenja aplikacija na zahtjev

Ovdje ulaze i usluge koje nude smještanje podataka u *oblak*.



Cloud Storage je model servisa u kojem se korisnicima omogućuje da spremaju svoje podatke u *oblak* kao da ih spremaju na bilo koji drugi uređaj. Neki servisi koriste posebne alate ili web browser ali većina omogućava manipulaciju podacima kroz uobičajeni način u korisničkom OS-u.

DaaS odnosno Data-as-a-Service omogućava smještaj podataka u *oblaku* dok se za pristup koriste lokalne aplikacije. Za razliku od baza podataka, ovim podacima se ne pristupa preko uobičajenog sučelja kao što je npr SQL. Ova usluga je primjenjiva samo za osnovno baratanje i manipulaciju podacima. DaaS je usluga koja se postavlja između IaaS i PaaS

DBaaS - Database-as-a-Service je najkompleksnije i najmoćnije rješenje za rad i čuvanje podataka u *oblaku*. DBaaS nudi potpunu funkcionalnost koja se očekuje od moderne baze podataka, te je pristup moguć korištenjem API poziva. Upravljački sloj se nalazi u pozadini i brine se o nadgledanju baze te konfiguriranju iste da bi se postigla optimalna skalabilnost, visoka dostupnost i efektivna upotreba resursa *oblaka*.

DBaaS možemo gledati i kao podskup SaaS (Software-as-a-Service), koji pokriva pružanje softvera i hardvera za baze podataka kao servis ili uslugu.

Da bi neku uslugu mogli smatrati DBaaS-om mora zadovoljiti slijedeće uvjete:

- Usluga mora biti dostupna na zahtjev, bez potrebe za predinstalacijom softvera ili hardvera
- Pružatelj usluge je odgovoran za održavanje baze

Pri odabiru koja će se usluga odabrati, treba uzeti u obzir potrebe i prirodu aplikacije koju korisnici koriste. Je li potreban samo udaljeni smještaj podataka, u kom slučaju može poslužiti i najjednostavniji *Cloud storage* ili se traže osobine koje daje baza podataka. Da li aplikacija traži ili će tražiti npr. *transakcije*.

Danas se sve više spominje termin Cloud Database. Taj termin bi se odnosio na baze koje su prilagođene za smještaj podataka u oblak. Pitanje je kakav oblik baze i DBMS-a odgovara svojstvima clouda.

Baze u oblaku bi trebale odgovarati zahtjevima korisnika i svojstvima clouda.

Neke od osnovnih karakteristika koje bi trebale imati baze u clodu, koje bi odgovarale korisnikovim zahtjevima i osobinama clouda kao takvog su:

- visoka dostupnost
- brzina
- sigurnost i privatnost
- pouzdanost
- konzistentnost
- skalabilnost
- distribuiranost

Od posebne važnosti za korisnike je visoka dostupnost baze. Podaci u bazi trebali bi korisniku biti dostupni u svakom trenutku. Replikacija podataka bi trebala poboljšati pouzdanost, otpornost na greške i dostupnost. Radi povećanja brzine izvršavanja upita ostavljena je mogućnost da se uključi i svojstvo paralelnog izvršavanja.

Baza bi morala biti proširiva i lako nadogradiva - skalabilna. Dodavanje novih resursa bi trebalo poboljšavati performanse, što znači da ulaganja, nadograđivanja i izmjene ne bi smjeli remetiti rad baze. Također bi trebalo sačuvati sigurnost i konzistentnost podataka.

Distribuiranost bi trebala poboljšati performanse baze i osigurati veću dostupnost podacima. Distribuirana baza je skup baza smještenih na više računala u mreži koje se obično prikazuju kao jedna baza. Distribuirani DBMS (DDBMS) je sustav za upravljanje distribuiranim bazama. Distribuirani DBMS je particioniran. Svaka particija se širi preko više čvorova, a korisnik na čvoru može izvoditi lokalne transakcije na particiji. Ukoliko jedan čvor izgubi vezu



s ostalima, može se dopustiti funkcioniranje tog čvora, što se naziva "partition tolerance". Baza u tom slučaju normalno nastavlja raditi, jedino se javlja pitanje konzistentnosti podataka, obzirom da svi čvorovi ne "vide" iste podatke.

U razmatranju 2 tipa arhitekture distribuiranih baza – *shared-nothing* i *shared-disk* (Cloud Computing & Databases, 2008), autor smatra da je većina današnjih arhitektura *shared-nothing* arhitektura. Ona se bazira na podjeli (particioniranju) podataka po serveru – svaki server zasebno bi bio odvojeno skladište podataka. Naime dodavanjem novog servera se ne poboljšavaju performanse (vremenski zbog puno servera koje se mora proći kod pristupa podatku. Predlaže *shared-disk* baze koje dopuštaju klasterima lservera da koriste jednu kolekciju podataka. Svi podaci su dostupni svim serverima, nema particioniranja podataka, zahtjeva se manje servera, jednostavnije održavanje, visoka dostupnost. Ovaj pristup dopušta skalabilnost koja bi odgovarala svojstvima clouda.

U tom slučaju se niti sve distribuirane baze se ne bi mogle razmatrati kao Cloud baze.

Trebalo bi se također provjeriti koji su krajnji zahtjevi korisnika, jer je moguće da neće sve ove karakteristike koje se razmatraju biti bitne svim korisnicima. Najvjerojatnije će samu prirodu Cloud baza odrediti veličina i priroda informacijskih sustava koje će korisnik koristiti.

Odabir baze u oblaku

Ovdje ćemo promotriti nekoliko vrsta baza koje bi se mogle razmatrati kao Cloud baze.

Relacijske baze podataka i RDBMS počivaju na transakcijama koje imaju ACID (atomicity, consistency, isolation, durability) svojstva.

- Atomnost - transakcija je nedjeljiva, atomična i izvodi se u komadu.
- Dosljednost - svaka transakcija transformira bazu iz jednog korektnog stanja u drugo korektno stanje.
- Izolacija - transakcije se ne smiju sukobljavati i jedna transakcija ne može vidjeti međurezultate druge transakcije.
- Postojanost - potvrđena transakcija je trajno napravljena.

U relacijskim DBMS dosljednost je osigurana. Kada je transakcija potvrđena, svi naknadni zahtjevi biti će obaviješteni o toj transakciji i nitko neće vidjeti djelomične rezultate transakcije. DBMS uz transakcije koje imaju ACID svojstva, također osigurava i kontrolu istovremenosti.

Relacijske baze podataka počivaju na strogim principima pa im je prednost: stabilnost i pouzdanost, otpornost na greške, strukturirani jezik za rad sa podacima. Međutim, u oblaku, ukoliko je potrebno osigurati bazu koja mora biti brza, lako proširiva i nadogradiva, relacijske baze nailaze na problem.

Nedovoljna skalabilnost relacijskog DBMS-a bila je razlog pojave drugačijih mehanizama za upravljanje podacima: NoSQL baza podataka i MapReduce sustava.

Firme poput Google, Tweeter, Facebook, Amazon koje rade s ogromnom količinom podataka kreirale su vlastite tehnologije za spremanje i procesiranje velike količine podataka u cloudu, nastojeći istovremeno održati distribuiranost i skalabilnost baza. Navedene baze nisu relacijske, te ne podržavaju ACID svojstva.

Amazon je razvio SimpleDB baziran na key-value principu (K-V baza), a Google BigTable baziranu na MapReduce okviru.

Navedene baze, nazvane još i **NoSQL** baze podataka su zapravo čista spremišta podataka sa vrlo jednostavnim mehanizmima kontrole podataka i transakcija.

NoSQL baze razlikuju se od tradicionalnih relacijskih baza prvenstveno po tome kako rukuju dosljednošću podataka. NoSQL ima dvije opcije za čitanje:

- *uvjetno dosljedno čitanje* - moguće je da promjene nisu do kraja izvršene u danom trenutku
- *dosljedno čitanje* (promjene su napravljene i pročitane).

Prema CAP (Brewer's) teoremu kod distribuiranih shared-nothing DBMS moguće je imati samo 2 od 3 karakteristike: **dosljednost** (svi čvorovi u klasteru vide u istom trenutku točno iste podatke), **dostupnost** (greška na čvoru ne čini bazu neoperativnom), „**partition tolerance**“ (čvorovi i dalje mogu funkcionirati iako je komunikacija između njih izgubljena). NoSQL baze su se prema tom teoremu odrekle konzistentnosti.

K-V baze spremaju podatke u key-value formatu. Fleksibilnost K-V baze se očituje u jednostavnom dodavanju novih zapisu, te jednostavnoj izmjeni strukture tablica. Podaci se repliciraju na različitim čvorovima u slučaju k-v pohrane što osigurava visoku dostupnost podataka. Rad sa podacima u bazi se oslanja na aplikacijsku logiku pa se mora napisati poseban API za izmjenu ili kreiranje podataka. Transakcije su jednostavne (nema kompleksnih transakcija i relacija). Transakcijska semantika podržava: uvjetno kreiranje i brisanje – insert, replace i delete vrijednosti za jedan ili više atributa. Uvjetno kreiranje i brisanje se ovdje koriste za kontrolu istovremenosti kada različiti izvori istovremeno pišu u isti element.

Općenito, NoSQL baze su se pokazale pogodne za spremanje velike količine podataka u distribuiranim sustavima. Mogući nedostatak im je postojanje svojstava DBMS-a, no one svakako nalaze primjenu kod rada sa ogromnom količinom podataka.

Objektno orientirane baze i OODBMS povezuje objektno orientirane principe sa sustavom za upravljanje bazom podataka. OODBMS bi trebao moći spremati objekte koji skoro nemaju razlike u odnosu na objekte podržane programskim jezikom. Svaki objekt ima svoj OID (object identifier) koji se koristi za jedinstveno identificiranje određenog objekta. OID smješta reference na druge objekte u bazi, ali može uzrokovati problem referencijalnog integriteta ako se objekt izbriše dok drugi objekti još imaju referencu na njegov OID. Objektno orientirani DBMS u odnosu na relacijski DBMS ima pojednostavljenu manipulaciju podacima, bržu navigaciju i nižu latenciju. Glavna prednost objektnih baza je što nema relacijskih neusklađenosti (impedance mismatch) pa je time i postignuta brzina. Relacijska neusklađenost se često sreće kada se u programu pisanom u oo programskom jeziku koristi relacijska baza. Tada se radi mapiranje objekata ili definicija klase na neposredan način u tablice u bazi. Primarno svojstvo u oodbms je da se objektima u bazi pristupa transparentno, tako da interakcija s stalnim objektima se ne razlikuje od interakcije s objektima u memoriji.

Objektno orientirane baze se ponovo razmatraju u kontekstu rada u cloudu. Osnovna prednost im je brzina, te objektna orientiranost i DBMS. Međutim, postoji također nedostatak skalabilnosti i standardiziranog upitnog jezika, te je baza ovisna o specifikaciji objektno orientiranog jezika.

Sve navedene vrste baza se trenutno koriste u oblaku ili imaju potencijala za korištenje, pa je moguće da ćemo naići na upotrebu različitih tipova, ovisno o zahtjevima korisnika, kao i prirodi aplikacija koje budu koristili.

Prednost NoSQL baza je rad sa ogromnom količinom podataka, brzina i skalabilnost. Prednost relacijske baze je postojanje standarda koji bi olakšao prijenos podataka u slučaju migracije na drugi sustav, što je vrlo bitno za krajnjeg korisnika. Prednost objektnih baza je brzina i jednostavnost rada sa podacima.



Zaključak

Cloud computing je, iako baziran na starim principima udaljenog pristupa podacima, ipak uveo jedan nov način razmišljanja, gledan iz šireg konteksta.

Kod ponude usluga udomljavanja podataka, u krajnjem fokusu biti će korisnik kojem se treba osigurati privatnost podataka, zaštita od neovlaštenog pristupa, integritet podataka, dostupnost, brz pristup podacima, gdjegod se oni nalazili, te zakonska regulativa.

Uređeni dogovori poput definiranja vlasništva nad podacima (lokacija podataka i zakoni, privatnost i pouzdanost, vlasništvo), sigurnosna pitanja (interoperabilnost i portabilnost, pouzdanost, obvezivanje na servis, zrelost), te pitanja poslovnog okruženja (autorizirani pristup, integritet i dostupnost, gubitak podataka, uništavanje podataka) dati će dodatni poticaj razvoju *oblaka*.

Koja usluga spremanja podataka u oblak će se nuditi, ovisiti će o zahtjevima korisnika, kao i mogućnostima tehnologije. Pri tome će se birati neka od postojećih rješenja koje pružatelji usluga nude, ili će se najvjerojatnije naći i bolja rješenja, te se postojeći tipovi baza prilagoditi kako bi što više odgovarale zahtjevima korisnika.

U doglednoj budućnosti može se očekivati daljnji razvoj usluge Database-as-a-Service. Usluga bi se s obzirom na sigurnost i količinu podataka mogla nuditi u većim data centrima, bilo da je zakupljuju drugi osiguravatelji usluga ili korisnici direktno.

Literatura

1. Hogan,M.: Cloud Computing & Databases, ScaleDB Inc., 2008.
2. World Economic Forum: Advancing Cloud Computing: what to do now?, WEF & Accenture, 2011
3. Manger,R.: Baze podataka, Sveučilište u Zagrebu,PMF, 2003.
4. Medak,D. : Baze podataka, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2008
5. http://www.infosysblogs.com/cloudcomputing/2010/05/k-v_store_vs_relational_database_in_cloud_context.html (pristupljeno 11.04.2011)
6. Torres,J.: Concurrency and Transaction Management in an Object Oriented Database, 2003.
7. http://nosqlpedia.com/wiki/Why_cloud_databases (pristupljeno 6.05.2011)
8. <http://www.technologyevaluation.com/research/articles/cloud-assets-a-guide-for-smbs-part-1-21983/> (pristupljeno 15.04.2011)
9. <http://www.odbms.org/blog/2010/09/object-database-technologies-and-data-management-in-the-cloud/> (pristupljeno 15.04.2011)
10. http://www.service-architecture.com/object-oriented-databases/articles/object-oriented_database_oodbms_definition.html (pristupljeno 2.05.2011)

(picture here)
1. First / Middle / Family Name: Vlatka, Davidović
2. Titles: B.Sc.
3. Position / Since: Asistent
4. Institution: Polytechnic of Rijeka
5. Place and Date of Birth : Rijeka, 03-03
6. Nationality / Citizenship: Croatian/Croatia
7. Field of interests (key words): Object-Oriented Analysis and Design
8. Hobbies:
9. E-mail address: vlatka.davidovic@veleri.hr
10. Site:
11. Phone & Fax #: +385 91 253 7260
12. Postal address: Trinajstici 21, 51215 Kastav, Croatia

(picture place)
1. First / Middle / Family Name: Elvis, Kukuljan
2. Titles:
3. Position / Since:
4. Institution:
5. Place and Date of Birth :
6. Nationality / Citizenship:
7. Field of interests (key words):
8. Hobbies:
9. E-mail address: ekukuljan@gmail.com
10. Site:
11. Phone & Fax #:
12. Postal address:

	
• First / Middle / Family Name: Ivan, Pogarčić	
• Titles: MSc in Information System	
• Position / Since: Head of Education	
• Institution: Polytechnic of Rijeka	
• Place and Date of Birth : 1953-07-18	
• Nationality / Citizenship: Croatian/Croatia	
• Field of interests (key words): Database, Object-Oriented Analysis and Design , Developement of Information System, Project management ,e-learning	
• Hobbies: Skiing, music	
• E-mail address: pogarcic@veleri.hr	
• Site: www.veleri.hr/~pogarcic	
• Phone & Fax #: +385 98 456 065 & +385 51 673 529	
• Postal address: Marinici Mucici 46 a, 51216 Viskovo, Croatia	