

## Korištenje infrastrukture oblaka u obrazovanju

Adriana Telebar, [adriantelebar@gmail.com](mailto:adriantelebar@gmail.com)

Tedo Vrbanec, [tedo.vrbanec@gmail.com](mailto:tedo.vrbanec@gmail.com)

### Sažetak

E-obrazovanje ima tehnološki i pedagoški aspekt. Oba aspekta podrazumijevaju pomoć računalno-komunikacijske tehnologije u procesu učenja: u tehnološkom smislu kao obrazovanje, a u pedagoškom kao interaktivni proces učenja. E-obrazovanje u Hrvatskoj se odvija uz pomoć usluga koje nude privatne i javne ustanove, škole i visoka učilišta svih vrsta i razina, te dvije specifične javne ustanove: Sveučilišni računalni centar (SRCE) i Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet. Za e-obrazovanje se sve više koristi infrastruktura u oblaku, koja je opisana u radu. Prikazani su protagonisti e-obrazovanja u Hrvatskoj i njihovi napori u unapređenju i promociji infrastrukture oblaka u funkciji e-obrazovanja.

### Ključne riječi

Cloud, e-obrazovanje, Moodle, LMS

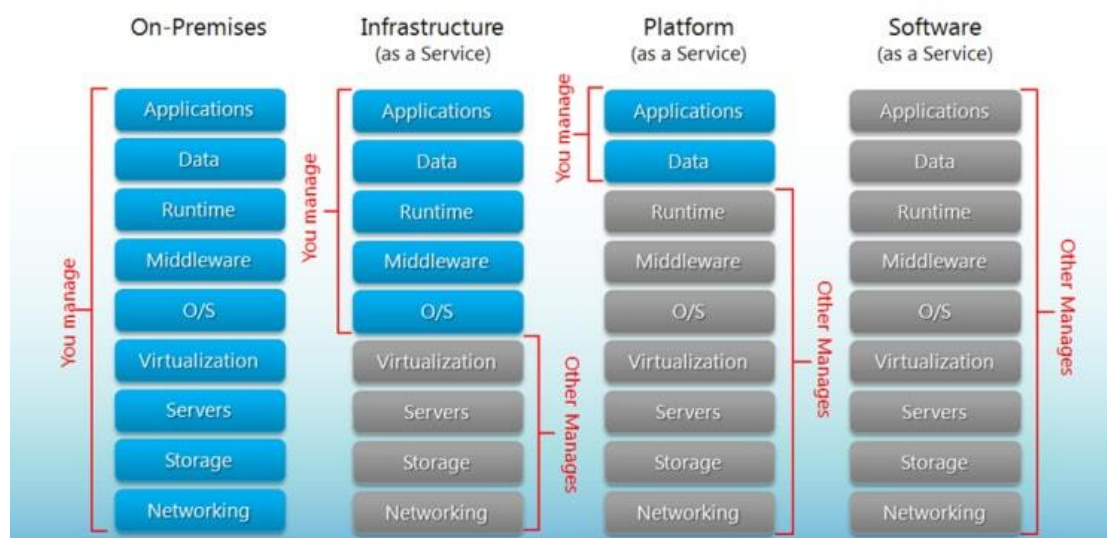
### Uvod

Računalstvo u oblaku predstavlja novi model poslovanja koji uključuje čitav niz koncepata kao što su virtualizacija, dizajn distribuiranih aplikacija i poduzetno IT-upravljanje koje omogućuje fleksibilniji pristup razmještanju i skaliranju aplikacija (Zorić 2012). Može se reći da je računalstvo u oblaku koncept podjele programskog okruženja koji koristi internet kao platformu te omogućava da aplikacije i dokumenti poslani iz bilo kojeg dijela svijeta budu pohranjeni i čuvaju se na za to predviđenim poslužiteljima. Pristup podacima u oblaku odvija se putem web preglednika ili specijaliziranih aplikacija. Organizacije koje pružaju usluge računalstva u oblaku korisnicima omogućuju pristupanje aplikacijama i virtualnim poslužiteljima preko web preglednika (NacionalniCERT 2010).

Danas u društvu u kojem je važno obrazovanje mnogi dionici obrazovnog sustava na svim razinama pokušavaju pronaći nove pristupe, te metode učenja i poučavanja koje mogu biti i tehnološki utemeljene. Jedna od tih novih tehnologija je i računalstvo u oblaku koje se može koristiti i u e-obrazovanju, no potrebno je više raditi da se u njega uključe učenici, učitelji, profesori i roditelji. Učitelje i profesore je potrebno više upoznati s uslugama koje se nude i koje mogu koristiti u nastavi i radu s učenicima. Danas, nažalost, još uvijek malo profesora i učitelja zna koristiti sustave za e-učenje (Vrbanec 2017). Učitelji i profesori generalno nisu dovoljno upoznati s e-obrazovanjem i računalstvom u oblaku, ne znaju njihove prednosti i nedostatke, te kako ih koristiti da učenicima pruže nove i zanimljivije načine usvajanja nastavnog sadržaja.

### Modeli pružanja usluga računalstva u oblaku

Tijekom istraživanja i razvoja usluga računalstva u oblaku te suradnjom zainteresiranih strana: analitičara, proizvođača i IT korisnika, došlo je do razvoja više modela, pri čemu su tri osnovna modela prikazana na slici 1 (Izvor: <http://www.hostingadvice.com/how-to/iaas-vs-paas-vs-saas/>), dok su ostali modeli usko povezani s osnovnima, odnosno izvedeni su iz njih.



Slika 1 Modeli pružanja usluga računalstva u oblaku (Bernheim 2017)

### **SaaS**

Software as a Service je model koji korisnicima omogućuje da preko preglednika dostavlja aplikaciju mnoštvu korisnika. Za korištenje ovog oblika korisnici ne moraju investirati u nove poslužitelje i licencirane programe. Takav model usluga omogućuje (NacionalniCERT 2010):

- dostupnost aplikacija putem interneta, bez potrebe za instalacijama na korisničkim računalima,
- najam aplikacija prema potrebi, čime se izbjegava trošak kupovine, instalacije, nadogradnje i održavanja programa na računalima.

### **PaaS**

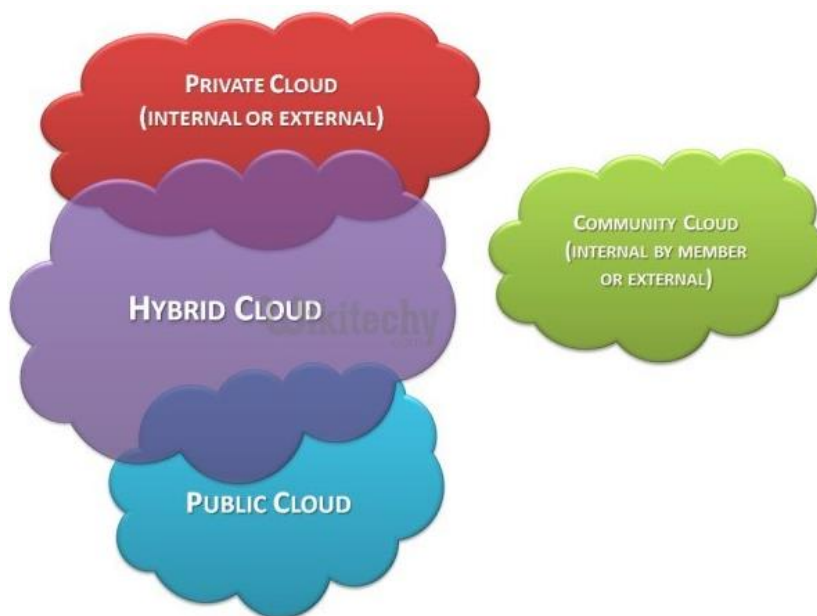
Platform as a Service je model računalstva u oblaku koji kao uslugu pruža razvojnu okolinu. Korisnik gradi vlastite aplikacije koje se pokreću na infrastrukturi davatelja usluge, te se putem preglednika dostavljaju korisniku. Poslužitelji su u vlasništvu davatelja usluga. Ove usluge su ograničene dizajnom i mogućnostima isporučitelja tako da korisnik nema potpunu slobodu. Korisnik ima nadzor nad razvijenim aplikacijama, ponekad ima i mogućnost nadzora okolinske konfiguracije (NacionalniCERT 2010).

### **IaaS**

Infrastructure as a Service kao model korisniku pruža mogućnost korištenja računalne infrastrukture. Korisnici ne kupuju poslužitelje, programe, prostore za pohranu ili mrežnu opremu, već kupuju navedene resurse kao vanjsku uslugu. Korisniku je pružena mogućnost upravljanja obradom, pohranom, umrežavanjem i drugim osnovnim računalnim resursima. On može pokrenuti različite vrste programske podrške, od operacijskog sustava do aplikacija. Korisnik nema nadzor nad infrastrukturom oblaka, ali ima nadzor nad operacijskim sustavima, pohranom podataka i razvojem aplikacija, a može imati i ograničeni nadzor nad odabranim komponentama umrežavanja (NacionalniCERT 2010).

## Modeli izvedbe usluge računalstva u oblaku

Neovisno o modelima pružanja usluga postoje četiri različita modela izvedbe usluga računalstva u oblaku. Ta četiri modela prikazana slikom 2 (Izvor: <https://www.wikitechy.com/cloud-computing/cloud-types/>), a izvedena su na četiri različita načina, ovisno o specifičnim potrebama (NacionalniCERT 2010).



Slika 2 Modeli izvedbe usluge računalstva u oblaku (Wikitechy – Cloud Types/Types of Cloud Computing 21.2.2018.)

### **Privatni oblak**

Privatni oblak dostupan je samo jednoj organizaciji. Njime može upravljati sama organizacija ili netko drugi. Organizacije koriste privatne oblake kada trebaju ili žele veći nadzor nad podacima nego što ga mogu imati korištenjem javnog oblaka. Privatni oblaci napravljeni su isključivo za uporabu jednog klijenta, pružajući mu najveći nadzor nad podacima i najveću sigurnost imovine pohranjene u oblaku. Organizacija posjeduje vlastitu infrastrukturu i ima nadzor nad raspodjelom aplikacija na vlastitoj infrastrukturi (NacionalniCERT 2010; Zorić 2012). Primjeri privatnih oblaka (Narayan Singh 2011) su Eucalyptus, Amazon VPC (Virtual Private Cloud), VMware Cloud Infrastructure Suite, Microsoft ECI data center.

### **Javni oblak**

Javni oblak je dostupan i otvoren za javnost, neovisno radi li se o pojedincima ili organizacijama. U vlasništvu je tvrtke koja prodaje usluge računalstva u oblaku. U slučaju javnih platformi postavlja se pitanje sigurnosti vlastitih podataka. Aplikacije različitih korisnika često se nalaze na istim poslužiteljima. Javni oblaci smanjuju sigurnosne rizike i troškove pružanjem promjenjive infrastrukture.

Prednost javnih oblaka je da mogu biti veći od privatnih oblaka, a uz to nude mogućnost povećanja ili smanjivanja zaokupljenog dijela oblaka. U slučaju pojave neplaniranih rizika odgovornost se s organizacije može prebaciti na davatelja usluga.

Dijelovi javnog oblaka mogu se odijeliti za isključivo korištenje jednog korisnika stvarajući virtualni privatni centar podataka. Virtualni privatni centar podataka pruža

korisnicima veći uvid u svoju infrastrukturu i omogućuje njegovu djelomičnu kontrolu (NacionalniCERT 2010; Zorić 2012). Primjeri javnog oblaka su Google App Engine, Microsoft Windows Azure, IBM Smart Cloud, Amazon EC2, itd. (Narayan Singh 2011)

### ***Zajednički oblak***

Zajednički oblak je model izvedbe kod koje nekoliko organizacija dijeli strukturu oblaka. Infrastruktura podržava posebne zajednice koje imaju zajedničke potrebe, zahtjeve sigurnosti i sl. Njima mogu upravljati same organizacije, jedna, više njih zajedno ili netko drugi u njihovo ime (NacionalniCERT 2010). Primjeri zajedničkih oblaka (Narayan Singh 2011) su Google Apps for Government i Microsoft Government Community Cloud.

### ***Hibridni oblak***

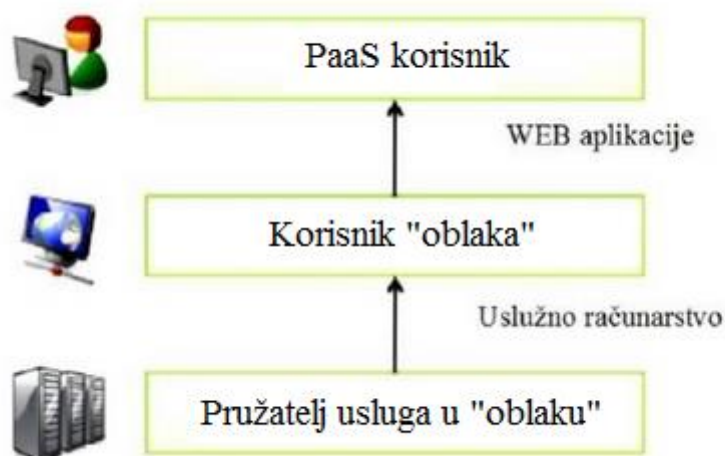
Hibridni oblak čine dva ili više različita oblaka koji ostaju jedinstveni, ali su međusobno povezani prikladnim tehnologijama koje omogućavaju efikasan prijenos podataka ili aplikacija. Hibridni oblaci povezuju javne i privatne oblake. Mogućnost proširivanja privatnog oblaka s resursima javnog oblaka može se koristiti za održavanje uslužnih razina kako bi se lakše izdržala velika opterećenja. Također hibridni oblak se može koristiti za upravljanje planiranim velikim opterećenjima. Privatni oblaci mogu se koristiti za izvođenje periodičkih zadataka koji se jednostavno raspoređuju na javne oblake. Kod dizajniranja oblaka dizajneri trebaju paziti na način razmjешtanja podataka. Način razmjешtanja podataka ima veliki utjecaj na buduću prilagodljivost, sigurnost i mobilnost krajnjeg rješenja (NacionalniCERT 2010). Primjeri hibridnog oblaka su Windows Azure i VMware vCloud (Narayan Singh 2011).

### **Obrazovanje korištenjem oblaka**

Obrazovanje korištenjem oblaka je dobrodošla na svim razinama obrazovanja – od osnovne škole preko srednjeg i visokog obrazovanja do obrazovanja odraslih i cjeloživotnog učenja. Osnovni preduvjeti za obrazovanje korištenjem oblaka su kvalitetna specijalizirana platforma te internet (Drljaca 2012). Današnje Microsoftove i Googleove platforme u oblaku pružaju naizgled besplatne usluge učenicima, studentima i osoblju obrazovnih ustanova, no u Hrvatskoj te usluge financira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta. Usluge uključuju e-poštu, kalendare, pohranu dokumenata, stvaranje i dijeljenje dokumenata te mogućnost kreiranja web stranica (Ercan 2010). Tako se pomoću obrazovanja korištenjem oblaka nastava više ne ograničava samo na učionicu s učenicima, već korisnik pristupa platformama i aplikacijama sa bilo kojeg drugog mjesta ovisno o potrebama (Desai i ostali 2016).

### ***Platforma kao usluga***

Ove platforme se instaliraju i pokreću na računalima i infrastrukturi neke institucije ili na virtualnim poslužiteljima (VPS), a korisnici ih koriste putem zaštićenog kanala kao WEB baziranu aplikaciju. Platforme često sadrže i druge specijalizirane aplikacije i softvere, kao što su e-mail, chat, aplikacije za obradu slika i teksta i sl. (Drljaca 2012) Najčešće korištena platforma je Moodle jer je to sustav otvorenog koda (engl. open source), s naprednim mogućnostima prilagođavanja vlastitim potrebama. Uz Moodle koristi se još i Sakai, ILIAS, Dokeos i dr. koji predstavljaju tipičan primjer računalstva u oblaku koji se klasificiraju kao PaaS.



Slika 3 PaaS arhitektura (Drljaca, D., 2012. *Cloud for Higher Education*. 25. 7. 2017.)

## Moodle

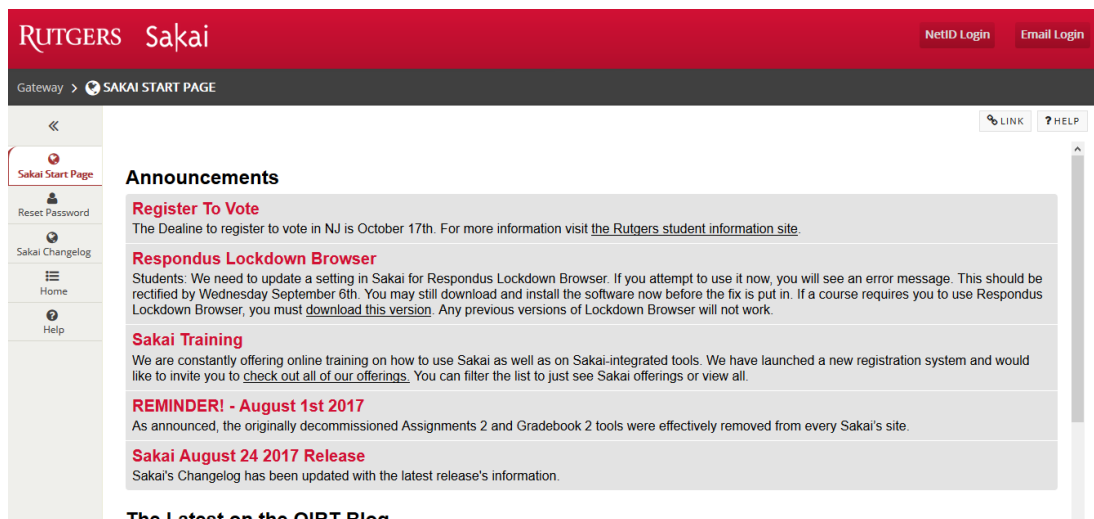
Moodle je prvenstveno usmjeren na obrazovno tržište, ali i mnoge tvrtke ga koriste za eLearning. Moodle sadrži: nadzorne ploče učenika, praćenje napretka i podršku za multimedijске tečajeve, dodatno uključuje teme koje se temelje na mobilnim aplikacijama, podršku za dodatke treće strane, te mogućnost prodaje tečajeva putem PayPal-a. Pošto je riječ o sustavu otvorenoga koda, Moodle je besplatan, ali određene dodatne periferije i podrška trećih strana mogu se dodatno naplaćivati (Wille 2016).



Slika 4 Moodle – početna stranica

## Sakai

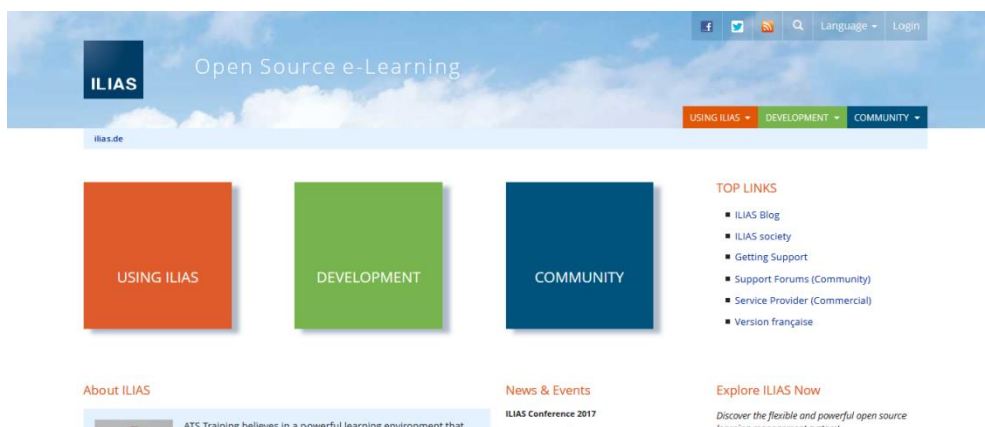
Sakai je primjer sustava otvorenog koda namijenjen akademskim ustanovama. Izrađen je u Javi, a izvorni kod mogu doradivati samo određeni sudionici i komercijalne podružnice. Sakai se integrira s Google dokumentima pa sadrži: wikipediju, online testiranje, prezentacijske alate i mogućnost korištenja Dropboxa. Uspoređujući s Moodle-om, Sakai nema široku podršku zajednice korisnika i koristi ga manji broj klijenata (Wille 2016).



Slika 5 Sakai - početna stranica

## ILIAS

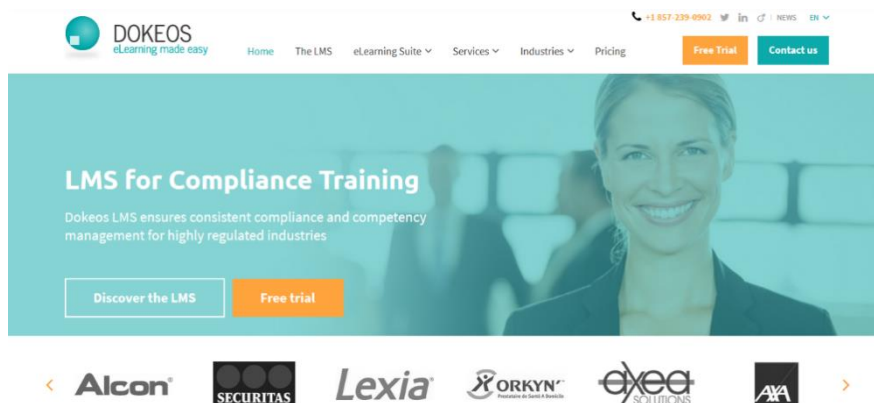
ILIAS je razvijen na Sveučilištu u Kölnu u Njemačkoj gdje ima veliku korisničku bazu instalacija koja se sastoji od europskih sveučilišnih, vladinih i obrambenih organizacija. ILIAS ima sigurnosni certifikat od NATO-a te se koristi u njihovom visoko sigurnosnom intranetu, kao i u nekoliko nacionalnih odbora i oružanih snaga. ILIAS uspijeva zadržati rastuću korisničku bazu i koherentnu kodnu bazu, te odgovara korisnicima koji traže platforme visoke razine sigurnosti (Wille 2016).



Slika 6 ILIAS - početna stranica

## Dokeos

Dokeos je podrijetlom iz Francuske, a rasprostranjen je i u Belgiji. Dokeos ima ugrađeni alat za izradu tečajeva, sadrži kvizove, privatne grupe i chat. Dokeos se teško prilagođava zahtjevima korisnika, a korisnici se žale i na dugo vrijeme čekanja na odgovore putem foruma (Wille 2016).



Slika 7 Dokeos - početna stranica

### ***Softver kao usluga***

U SaaS modelu oblaka, davatelji usluga omogućuju hardverske i softverske proizvode te komuniciraju s korisnikom preko web portala. SaaS omogućuje pristup aplikacijama bilo kada, bilo gdje te za bilo koju vrstu uređaja poput prijenosnog računala, pametnog telefona, tableta ili drugog uređaja koji ima pristup internetu. Kod SaaS usluga administracija je vrlo jednostavna, ažuriranja dolaze automatski, korisnici imaju istu verziju softvera, a suradnja je vrlo jednostavna. Obrazovne institucije koriste SaaS usluge za komunikaciju (E-mail), smanjenje troškova (licencirani programi), dostupnost softvera, učenje i mogućnost pristupa većoj količini podataka. Postoje mnoge popularne SaaS aplikacije za korisnike kao što su: Google dokumenti, Yahoo korisničke aplikacije, Facebook, Microsoftove mrežne usluge poput MS DynamicsWorld i Office 365, CRM (Customer Relationship Management) aplikacija za upravljanje odnosa s klijentima koju pruža tvrtka Salesforce.com, SAP-ova aplikacija ERP (Enterprise Resource Planning) koja služi za planiranje resursa poduzeća, IBM-ova aplikacija Lotus, a tvrtka Zoho nudi cijeli set usluga u oblaku (CRM, mail, Docs...). Takve aplikacije čine baze podataka, uredske aplikacije (programi za obradu teksta, prezentacije, proračunske tablice), alati za izradu web stranica i sl. Tehnološka infrastruktura više nije zapreka u današnjem tehnološkom razdoblju jer računalstvo u oblaku osigurava financijsku učinkovitost kao i pedagoške prednosti. LMS (Learning Management System) glavna je aplikacija e-učenja. Navedene, te druge aplikacije i sustavi mogu se premjestiti u računalstvo u oblaku i tako osigurati fleksibilnost vremena i beskrajn pristup resursima (Desai i ostali 2016; Rahim i ostali 2013; Richardson 2003; Gvardijan 2012).

### ***Infrastruktura kao usluga***

Korištenjem IaaS modela korisnik može pokrenuti različite vrste programske podrške, od operacijskog sustava do aplikacija. IaaS model može biti koristan za podršku laboratorijskim aktivnostima u procesu poučavanja i učenja. Računalni laboratoriji temeljeni na IaaS modelu koriste fleksibilnost i okretnost koju nudi tehnologija računalstva u oblaku. Primjeri IaaS modela su: Google Cloud, Microsoft Azure, Oracle Cloud, Amazon AWS, Elastic Compute Cloud (EC2), itd. Jedan od poznatijih primjera koji nudi različita rješenja je tvrtka Bitnami. Bitnami pruža gotove pakete aplikacija za različite platforme zasnovane na oblaku, ali klijent može izabrati i „prazno“ rješenje, tj. krenuti sa instalacijom vlastite platforme, bez pomoćnih softvera. Na taj način programsko rješenje razvijeno i testirano na klasičnom PC računalu, može biti

implementirano u oblaku. Korištenjem IaaS modela zadovoljavaju se potrebe za infrastrukturom kod osoblja i akademske zajednice (Desai i ostali 2016; Chao 2014; Milošević 2017; Gvardijan 2012).

### ***Prednosti i nedostaci obrazovanja u oblaku***

Prednosti obrazovanja u oblaku

- Uz pomoću PaaS modela mogu se održavati praktične sjednice prema potrebi.
- Korisnici mogu učiti i biti podučavani na bilo kojem mjestu u bilo koje vrijeme jer imaju stalan pristup aplikacijama.
- Smanjuju se troškovi jer korisnik ne plaća softver koji koristi već ga iznajmljuje.
- Omogućeni su novi modeli učenja poput on-line učenja (kolaborativno i hibridno) koji pomoću raznih alata dostupnih u oblaku omogućavaju korisnicima zajedničke rasprave ili rješavanje određenih zadataka ili problema.
- Nastavnici pomoću oblaka mogu održavati nastavu, provoditi online testiranja radi ponavljanja nastavnog gradiva, a svojim učenicima ili studentima mogu dijeliti materijale za učenje koji će učenicima biti dostupni u svako vrijeme.
- Nastavnici sve svoje radove mogu pohranjivati u oblaku, pa su ima tako materijali dostupni na bilo kojem mjestu u bilo koje vrijeme (Desai i ostali 2016).
- Obrazovanje u oblaku omogućava fleksibilan, skalabilan i troškovno efikasan model koji omogućava institucijama da koriste modernu infrastrukturu ili aplikacije bez potrebe za investicijama (Drljaca 2012).

Nedostaci obrazovanja u oblaku

- Najveći strah kod korisnika javlja se po pitanju zaštite podataka, no ugovorom se precizno definiraju prava i obveze korisnika kod primjene mjera zaštite i daje se garancija na sigurnost podataka.
- Pružatelji usluga pružaju samo određenu podršku korisniku. Ukoliko organizacija ima više korisnika koji rade u oblaku onda korisnik mora sam organizirati određenu stručnu podršku.
- Do negativnih efekata može doći u slučaju kada korisnik želi postaviti aplikaciju koja ne može funkcionirati u oblaku. Ukoliko ne postoji mogućnost prilagođavanja, onda će to zasigurno uzrokovati problem (Drljaca 2012).

### **E-obrazovanje u Hrvatskoj**

E-obrazovanje može se gledati s dva aspekta: tehnološkog i pedagoškog. Prema tehnološkom, uz naglasak na tehnologiji, e-obrazovanje se može definirati kao proces obrazovanja uz pomoć informacijsko-komunikacijske tehnologije. Kod pedagoškog aspekta naglasak je na obrazovanju. Ovdje e-obrazovanje obuhvaća interaktivan proces između nastavnika i učenika potpomognut upotrebom računalnih tehnologija. Pojam e-obrazovanja obuhvaća raznolike medije elektroničke isporuke kao što su web podržana, multimedijaska, interaktivna televizija, video konferencije, virtualne učionice itd. Odnos tehnologije i e-obrazovanja može se grupirati u sljedeće skupine: klasična nastava, nastava uz pomoć informacijsko-komunikacijske tehnologije, mješovito (hibridno) obrazovanje i online obrazovanje gdje su mješovito i online obrazovanje vezani uz učenje na daljinu. Učenje na daljinu se može definirati kao „stjecanje znanja i vještina kroz dostavljanje informacije i uputstva, primjenom različitih tehnologija i ostalih oblika učenja na daljinu“ (Američka asocijacija za učenje na daljinu) (Mirković Moguš 2014).



		Oblik	Opis	Tehnologija
E-obrazovanje		Klasična nastava	Nastava u učionici	Ne koristi se (osim za pripremu nastave, npr. word procesor)
		Nastava uz pomoć IKT-a	Tehnologija za poboljšanje klasične nastave	Prezentacijski softver, multimedijски CD-ROM, e-pošta, forum, web sjedišta,...
	Učenje na daljinu	Mješovito obrazovanje	Kombinacija klasične i nastave uz pomoć IKT-a	Sadržaji za učenje se isporučuju putem Web sjedišta ili pomoću sustava za upravljanje učenjem (LMS-a), videokonferencije...
		U potpunosti online obrazovanje	Učenje i poučavanje isključivo uz pomoć IKT-a	

Slika 8 Nastava uz pomoć tehnologije (Mirković Moguš, 2014)

### SRCE i e-obrazovanje

Sveučilišni računski centar (SRCE) osnovan je 29. travnja 1971. godine odlukom Savjeta Sveučilišta u Zagrebu, tada jedinog sveučilišta u Hrvatskoj. SRCE je osnovano kao središnja informatička, računalna infrastrukturna ustanova akademske i istraživačke zajednice u Republici Hrvatskoj, ali i kao ustanova koja će odigrati vodeću ulogu u razvoju računalizacije čitave Hrvatske i služiti ne samo Sveučilištu nego i svima ostalima (SRCE 2017d).

SRCE djeluje na području izgradnje, održavanja i podrške uporabi moderne računalne, komunikacijske, posredničke, podatkovne i informacijske infrastrukture (e-infrastrukture). SRCE je istovremeno i računski informacijski centar Sveučilišta u Zagrebu, nadležan za koordinaciju razvoja e-infrastrukture Sveučilišta. SRCE kontinuirano osiguravan stabilan, pouzdan i kvalitetan rad postojeće e-infrastrukture. Istovremeno SRCE planira i ostvaruje iskorake u unapređenju te e-infrastrukture i implementaciji najnovijih tehnologija, čime postavlja važne temelje modernome obrazovanju i istraživanjima, te omogućava povezivanje Hrvatske i hrvatskih znanstvenika u europski istraživački visokoobrazovni prostor. SRCE je tijekom svoje povijesti, ali i danas, prepoznato i kao važan čimbenik izgradnje moderne e-infrastrukture na državnoj razini (SRCE 2017a).

Predvodnička uloga SRCE-a u izgradnji napredne e-infrastrukture ostvaruje se i kroz kvalitetan i dostupan sustav podrške, obrazovanja i osposobljavanja korisnika za uporabu novih tehnologija, te prikupljanje i prenošenje znanja u području primjene informacijskih tehnologija. Time se šire spoznaje o mogućnostima informacijske i komunikacijske tehnologije i podiže razina i učinkovitosti primjene novih tehnologija u svim segmentima društva, posebno u istraživanjima i obrazovanju (SRCE 2017a).

### Merlin

Jedna od usluga koje SRCE nudi su sustavi za učenje na daljinu, tu se nalazi sustav za e-učenje Merlin. Merlin se bazira na softverskom rješenju Moodle koje je razrađeno i

prilagođeno potrebama korisnika. Sustav održavaju djelatnici centra za e-učenje, a omogućuje ustanovama, nastavnicima i studentima pouzdanu platformu za e-učenje bez naknade. Sustav se kontinuirano razvija i prilagođava potrebama svojih korisnika. Veći dio aplikacije je na hrvatskom jeziku, a na prijevodu ostatka aplikacije još se radi. Uz sustav za e-učenje Merlin nalaze se i podsustavi MoD i Mus.

MoD (Moodle Community) je namijenjen projektima e-učenja u zajednici, na njemu se udomljuju kolegiji vezani uz projekte e-učenja u zajednici koji su nastali ili su pokrenuti u okviru akademske zajednice.

MuS (Merlin u školi) je sustav za e-učenje namijenjen nastavnicima i učenicima osnovnih i srednjih škola. Merlin u školi nudi fleksibilnost mjesta i vremena poučavanja, bolju i olakšanu komunikaciju sa učenicima, te omogućuje učenicima jednostavniji pristup svim važnim informacijama. Koristeći sustav Merlin u školi može se bolje organizirati nastavni sadržaj, administrirati datoteke i korisnike, brže i jednostavnije analizirati testove, a nastavni materijali se mogu koristiti iz godine u godinu uz dorade i prilagodbe svakoj generaciji (SRCE 2017c).

### **E-portfolio**

Centar za učenje uspostavio je i sustav za e-portfolio koji omogućava studentima, nastavnicima i ustanovama izradu e-portfolioja. E-portfolio je sustav koji služi za evidentiranje i prezentiranje stečenih kvalifikacija i iskustava. Sastoji se od skupa radova u digitalnom obliku kojima se dokumentiraju ideje, aktivnosti i postignuća. Uporaba digitalne tehnologije omogućava prikupljanje i organizaciju sadržaja u portfolioju u više različitih medijskih oblika (audio, video, grafika, tekst) (SRCE 2017c).

### **Računalstvo u oblacima**

Jedna od usluga koje omogućava SRCE su Virtualni privatni poslužitelji (VPS) i Virtualne učionice i laboratoriji (VCL) koji omogućavaju stvaranje i upotrebu virtualnih poslužitelja za trajne potrebe ustanova, kao i virtualnih poslužitelja za dinamičke potrebe nastavnika i istraživača iz sustava znanosti i visokog obrazovanja RH. Usluge su dostupne bez naknade, te osiguravaju značajne uštede ustanovama, ali i ukupne uštede na razini sustava u odnosu na nabave i održavanje fizičkih poslužitelja (SRCE 2017e).

### **Virtualne učionice i laboratoriji (VCL)**

Usluga Virtualne učionice i laboratoriji je usluga koja djelatnicima ustanova iz sustava znanosti i visokog obrazovanja omogućava upotrebu skupova virtualnih poslužitelja. Usluga VCL po paradigmi računalstva u oblacima omogućava korisnicima fleksibilno zadovoljavanje njihovih dinamičkih potreba kao što su virtualne učionice za potrebe nastave ili virtualni laboratoriji u nastavi ili istraživanjima. Korisnici smiju koristiti uslugu isključivo za potrebe aktivnosti na matičnoj ustanovi koja im je dala identitet u sustavu AAI@EduHr. SRCE osigurava i održava skup sistemskih slika virtualnih poslužitelja, s odabranim operacijskim sustavima i programskom podrškom. Korisnik ima mogućnost stvaranja korisničke slike virtualnog poslužitelja za buduće potrebe. Za pojedinačnu sliku virtualnog poslužitelja moguće je definirati broj dopuštenih usporednih rezervacija. Mehanizam je pogodan za programsku potporu čija licenca dopušta istovremeno pokretanje ograničenog broja instanci. Jedna korisnička slika virtualnog poslužitelja može kao svoje podslike sadržavati više drugih istih ili različitih slika virtualnog poslužitelja. Korisnik može definirati najviše 30 podslika po korisničkoj slici virtualnog poslužitelja. Pomoću ovog mehanizma moguće je pripremiti skup virtualnih

poslužitelja za održavanje radionica ili predložak kompleksnog sustava s više različitih komponenta (SRCE 2017f).

### **Virtualni privatni poslužitelji (VPS)**

Usluga Virtualni privatni poslužitelji je usluga SRCA koja ustanovama iz sustava znanosti i visokog obrazovanja omogućava upotrebu virtualnih poslužitelja. Usluga VPS po paradigmi računalstva u oblacima omogućava ustanovama zadovoljavanje njihovih trajnih potreba za poslužiteljskim kapacitetima i to s razinom podrške standardnom za moderni podatkovni centar (visoka raspoloživost, stabilnost, skalabilnost, fleksibilnost upravljanja). Usluga je dostupna javnim visokim učilištima, javnim znanstvenim institutima, studentskim centrima i sveučilišnim knjižnicama (SRCE 2017g).

### **Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak (HR-ZOO)**

SRCE radi na ostvarenju novog projekta: Hrvatski znanstveni i obrazovni oblak – HR-ZOO. Glavni cilj HR-ZOO projekta je izgradnja računalnog i podatkovnog oblaka kao temeljne sastavnice nacionalne istraživačke i inovacijske e-infrastrukture. Projekt predviđa uspostavu mreže od pet sjedišta u četiri grada, u okviru sljedećih ustanova: Sveučilište J.J. Strossmayera Osijek, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu, Sveučilište u Zagrebu (kampus Borongaj) te Sveučilišni računski centar – SRCE. Mreža od pet povezanih sjedišta, odnosno HR-ZOO infrastruktura predstavljat će distribuiranu nacionalnu e-infrastrukturu računalnih, spremišnih i mrežnih resursa različitih namjena koja će biti široko dostupna znanstvenim organizacijama u RH u različitim Znanstvenim područjima. Paralelno s uređenjem pet sjedišta u postojećim prostorima projektnih partnera i s implementacijom neposredne opreme informacijsko-komunikacijskih tehnologija (IKT opreme), uspostaviti će se i specijalizirani timovi koji će pružati podršku sustavu i njegovim korisnicima, a u konačnici se formulira usluga prema potrebama krajnjih korisnika. Predviđa se provedba projekta HR-ZOO u trajanju od 36 mjeseci, s početkom 2018.godine (SRCE 2017b).

### ***CARNet***

Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet nastala je 1991. godine kao projekt Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske. U ožujku 1995. godine Vlada Republike Hrvatske donosi Uredbu o osnivanju ustanove CARNet sa svrhom pospješivanja napretka, kako pojedinca tako i društva u cjelini pomoću novih informacijskih tehnologija. Riječ CARNet je skraćenica od engleskog naziva ustanove: Croatian Academic and Research Network. CARNet-ove usluge u jednakoj su mjeri dostupne obrazovnim ustanovama od osnovnoškolskog do visokog obrazovanja i pojedinačnim korisnicima. Institucionalni korisnici automatski su uključeni u mrežu CARNet-ovih članova, a kao rezultat toga povezani su na CARNet-ovu mrežu i stječu pravo korištenja CARNet-ovih usluga. Pojedinačni korisnici uključuju učenike osnovnih i srednjih škola, nastavnike, studente, profesore, znanstvenike i zaposlenike ustanova članica CARNet-a. U posljednje vrijeme CARNet-ove usluge dostupne su i drugim javnim ustanovama poput bolnica, određenim ministarstvima i sl.

CARNet-ova mreža je privatna mreža akademske, znanstvene i istraživačke zajednice Republike Hrvatske, kao i institucija u sklopu osnovnog i srednjoškolskog obrazovnog sustava. Mrežnu infrastrukturu posjeduje CARNet, ali su vodovi iznajmljeni od raznih davatelja telekomunikacijskih usluga. Mreža je povezana na paneuropsku mrežu GEANT, a brzina veze trenutno iznosi 20 Gbps.

CARNet nudi razne obrazovne programe, alate i usluge, počevši od temeljne edukacije, internetskih tečajeva i tečajeva na licu mjesta pa sve do osiguravanja složenih platformi za digitalne obrazovne resurse. Također nudi i nacionalni centralizirani hosting sustav za upravljanje učenjem. Omogućuje brojne platforme za pružanje digitalnih obrazovnih resursa, uključujući multimedijiska predavanja iz područja znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike, kompletna djela obavezne školske lektire u formatu e-knjiga, platformu za distribuciju i kupovinu obrazovnih e-knjiga itd. Također posjeduje opširno iskustvo u pružanju internetskih tečajeva, nastave u učionici i internetskih seminara, a trenutno se aktivno razvija i provodi masovne otvorene internetske tečajeve iz područja korištenja IKT-a u obrazovanju. CARNet trenutno povezuje gotovo 1400 škola i više od 250 akademskih ustanova, od kojih 35 pripada zdravstvenoj zajednici (CARNet 2018c).

### **CARNet LMS**

CARNet LMS je nacionalni portal za učenje na daljinu Nikola Tesla. To je sustav koji omogućuje izvođenje nastave i učenje pomoću računala upotrebom digitalnih edukacijskih sadržaja. Za pristup portalu potreban je elektronički identitet u sustavu AAI@EduHr. Portal sadrži sadržaje iz matematike, fizike, biologije, kemije i engleskog jezika; E-tečajeve programiranja za škole; ECDL module koji obuhvaćaju sadržaje potrebne za stjecanje diploma; tečajeve o primjeni upotrebe interneta i alatima za izradu sadržaja za internet; digitalne nastavne materijale nastali kroz projekt ICT Curricula (CARNet 2018a).

Nacionalni portal za učenje na daljinu „Nikola Tesla“ ne koristi infrastrukturu oblaka već se nalazi na dedicanim poslužiteljima visoke dostupnosti smještenima u podatkovnom centru koji je spojen preko nacionalnog središta za razmjenu internetskog prometa (Matotek 2017).

### **CARNet Loomen**

CARNet Loomen je Moodle e-learning portal verzije 2.x. Moodle je besplatan alat otvorenog koda što znači da je dozvoljen uvid u programski kod, njegovo mijenjanje i prilagođavanje, ali pod uvjetom da se ponudi zajednici na korištenje pod originalnom licencom. S obzirom da je Moodle zaštićeno ime vlasnika licence, korisnici koji kreiraju vlastita Moodle sjedišta trebaju odabrati drugo karakteristično ime. CARNet je odabrao ime Loomen. Loomen je usluga dostupna svim CARNet korisnicima od 2008. godine. Pristup sustavu omogućen je svim korisnicima iz akademske i istraživačke zajednice koji imaju elektronički identitet u sustavu AAI@EduHr te učenicima i nastavnicima osnovnih i srednjih škola u Hrvatskoj koji imaju elektronički identitet u okviru HUSO sustava. Nastavnici i profesori mogu otvarati nove tečajeve u kojima će izraditi vlastiti sadržaj ili koristiti otvorene tečajeve dostupne svima koje mogu preuzeti i prilagoditi potrebama nastave, administrirati upise učenika i studenata, raditi procjenu znanja, zadatke za vježbu, organizirati komunikaciju i sve ostalo potrebno za kvalitetnu kombiniranu nastavu. Broj korisnika i tečajeva otvorenih u sustavu Loomen svake godine raste. Brojka trenutno prelazi 162000 korisnika, preko 6900 tečajeva od čega veći dio zauzimaju korisnici i tečajevi iz sustava osnovnih i srednjih škola, dok je manji dio iz akademske zajednice. Svaki nastavnik prema potrebama bira način na koji će sustav koristiti, prilagođava ga te nadopunjuje. Velika većina korisnika koristi sustav u kombiniranoj nastavi, kao podršku i dopunu nastave u razredu (Skole.hr 2018b). Teme otvorenih tečajeva su: ECDL tečajevi; Uvod u e-učenje; Alati za primjenu u nastavi; Korištenje

interneta; Tečajevi o alatu Moodle; Tečajevi programiranja; Web dizajn; AMORES projekt (CARNet 2018d).

### **CARNet Libar**

CARNet Libar je web aplikacija za izradu, objavu i pregled digitalnih nastavnih materijala kojoj se pristupa putem AAI@EduHr korisničkog računa. Libar je usluga koja CARNet-ovim korisnicima omogućava jednostavnu izradu, objavu i korištenje digitalnog sadržaja primjenjivog u nastavi: multimedijских digitalnih dokumenata, prezentacija, te e-knjiga u EPUB i PDF formatu. Usluga se sastoji od dvije komponente: web aplikacije koja je namijenjena prvenstveno nastavnicima i profesorima s ciljem jednostavne online izrade digitalnog nastavnog sadržaja, te od mobilne aplikacije koja se preuzima na mobilne uređaje, a namijenjena je korištenju objavljenih digitalnih nastavnih materijala. Aplikacija je prilagođena nastavnicima u osnovnim i srednjim školama te korisnicima bez velikog tehničkog predznanja, a odlikuje se jednostavnošću i intuitivnošću korištenja. Digitalni sadržaj kreiran pomoću Libra može sadržavati: tekst, slike, multimediju i kratke testove za samo provjeru (Skole.hr 2018).

### **e-Škole**

CARNet je nositelj projekta „e-Škole“ čiji je cilj uspostava sustava razvoja digitalno zrelih škola kroz pilotiranje i evaluaciju primjene ITK-a u obrazovnim i poslovnim procesima u 10% škola u Hrvatskoj. Projekt je dio šireg istoimenog programa e-Škole koji se provodi kroz više projekata informatizacije školskog sustava u razdoblju od 2015.-2022. godine. Program e-Škole se sastoji od: pilot projekta, koji se provodi od 2015.-2018. te glavnog projekta, koji se planira provoditi od 2019.-2022. na temelju rezultata pilot projekta. Opći cilj programa e-Škole pridonosi jačanju kapaciteta osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovnog sustava s ciljem osposobljavanja učenika za tržište rada, daljnje školovanje i cjeloživotno učenje. U digitalno zrelim školama adekvatna uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije (IKT) doprinosi: učinkovitom i transparentnom upravljanju; razvoju digitalno kompetentnih nastavnika spremnijih za primjenu inovacija u vlastitim pedagoškim praksama; razvoju digitalno kompetentnih učenika spremnijih za nastavak školovanja i konkurentnijima na tržištu rada (CARNet 2018b). Organizacija Ujedinjenih naroda za obrazovanje, znanost i kulturu (UNESCO) proglasila je pilot projekt „e-Škole“ jednim od dvanaest najboljih projekata u svijetu u području IKT-a u obrazovanju za 2017. godinu (Gelenčir 2018).

### **E-obrazovanje na Učiteljskom fakultetu**

Na učiteljskom fakultetu koji je jedan od najvećih fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i koji djeluje na tri lokacije postoji nekoliko primjera korištenja e-obrazovanja, a među njima i onih temeljenih na oblačnoj infrastrukturi.

Na Odsjeku u Čakovcu koriste se Moodle platforme, LMS (engl. Learning Management System) na nekoliko poslužitelja, pri čemu su četiri (cms.ufzg.hr, ed2.ufzg.hr/moodle, ed2.ufzg.hr/press, student.ufzg.hr/moodle2, student.ufzg.hr) stacionirana u samom Odsjeku, dok su četiri u oblaku SRCE-a (cee.ufzg.hr, cco.ufzg.hr, ms.ufzg.hr, buz.ufzg.hr), kao virtualni poslužitelji (PaaS), tj. VPS (engl. Virtual Private Server). Ed2.ufzg.hr/moodle je online sustav za upravljanje kolegijima, a student.ufzg.hr/moodle2 studentski online sustav za upravljanje kolegijima. Ed.ufzg.hr/press je online sustav za upravljanje izdanjima/rukopisima online katalog izdanja Učiteljskog fakulteta, dok se na

student.ufzg.hr nalaze korisnički računi i osobne web stranice. Na buz.ufzg.hr nalaze se nastavni materijali unutar nekoliko informatičkih kolegija. U oblaku SRCE-a nalaze se web stranice: web Centra za europsko obrazovanje Učiteljskog fakulteta (cee.ufzg.hr), web Centra za cjeloživotno obrazovanje Učiteljskog fakulteta (cco.ufzg.hr) i web projekta potpore Matematička slikovnica – Likovno i književno stvaralaštvo kao poticaj u ranome učenju (ms.ufzg.hr).

Središnjica u Zagrebu koristi se još tri poslužitelja koja se nalaze u oblaku (cje.ufzg.hr, cje2.ufzg.hr, conferences.ufzg.hr). Cje2.ufzg.hr je sustav za upravljanje online časopisom Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje (engl. Croatian Journal of Education), dok je cje.ufzg.hr rezervni sustav za upravljanje tim online časopisom. Conferences.ufzg.hr je sustav za upravljanje prijavama i recenziranjem sažetka i radova za konferencije u organizaciji Učiteljskog fakulteta. Poslužiteljima se služe nastavnici fakulteta, studenti i svi zainteresirani vanjski suradnici. Nastavnici i studenti uz to koriste ili mogu koristiti Google Disk/Google Docs, Microsoft OneDrive, Microsoft Office 365 i Wordpress (Oreški 2018).

### **Zaključak**

Računalstvo u oblaku nastalo je kao želja IT stručnjaka za povećanjem kapaciteta i dodavanjem novih mogućnosti vlastitih sustava bez investiranja u novu infrastrukturu i potrebe za osposobljavanjem novog osoblja i kupnje novih licenciranih programa. Lak pristup podacima, korištenje resursa po potrebi, povećanje kapaciteta sustava i ostale karakteristike mogu biti vrlo korisne i povoljne za korištenje u odgojno obrazovnim ustanovama, a najčešće korištene usluge u domeni obrazovanja koje se nalaze u oblaku su Moodle, Sakai, ILIAS i Dokeos.

U Hrvatskoj su dva glavna centra koja pružaju usluge e-obrazovanja, uključujući i usluge temeljene na oblačnoj infrastrukturi: SRCE i CARNet. Oni usluge u toj domeni ispunjavaju na mnoštvo načina, većinom na komplementarni način. U oblaku se nalazi većina usluga koje nudi SRCE, dok se CARNetove usluge nalaze na dediceranim poslužiteljima visoke dostupnosti smještenim u podatkovnom centru koji je spojen preko nacionalnog središta za razmjenu internetskog prometa. Usluge koje nude CARNet i SRCE najviše se koriste na akademskoj razini, manje u srednjoškolskom obrazovanju, a najmanje u osnovnoškolskom obrazovanju.

### **Literatura**

- CARNet, 2018a. CARNET - Nacionalni portal za udaljeno učenje Nikola Tesla - Portal Nikola Tesla. Available at: [http://www.carnet.hr/nacionalni\\_portal\\_za\\_udaljeno\\_ucenje\\_nikola\\_tesla](http://www.carnet.hr/nacionalni_portal_za_udaljeno_ucenje_nikola_tesla) [Pristupljeno veljača 20, 2018].
- CARNet, 2018b. CARNET - O CARNetu - e-Škole. Available at: [http://www.carnet.hr/o\\_carnetu/e-skole](http://www.carnet.hr/o_carnetu/e-skole) [Pristupljeno veljača 20, 2018].
- CARNet, 2018c. CARNET - O CARNetu - O nama. Available at: [http://www.carnet.hr/o\\_carnetu/o\\_nama](http://www.carnet.hr/o_carnetu/o_nama) [Pristupljeno veljača 19, 2018].
- CARNet, 2018d. CARNet lms - loomen. Available at: <https://loomen.carnet.hr/> [Pristupljeno veljača 20, 2018].
- Chao, L., 2014. Application of Infrastructure as a Service in IT Education. *American Journal of Information Systems*, 2(2), str.42–48. Available at:

- <http://pubs.sciepub.com/ajis/2/2/3/> [Pristupljeno rujan 20, 2017].
- Desai, T., Patel, P. & Patel, R., 2016. Cloud Computing in Education Sector. Available at: [http://www.academia.edu/24351935/Cloud\\_Computing\\_in\\_Education\\_Sector](http://www.academia.edu/24351935/Cloud_Computing_in_Education_Sector) [Pristupljeno srpanj 25, 2017].
- Drljaca, D., 2012. Cloud for Higher Education. Available at: [http://www.academia.edu/21162478/Cloud\\_for\\_Higher\\_Education](http://www.academia.edu/21162478/Cloud_for_Higher_Education) [Pristupljeno srpanj 25, 2017].
- Ercan, T., 2010. Effective use of cloud computing in educational institutions. Available at: [http://ac.els-cdn.com/S1877042810001709/1-s2.0-S1877042810001709-main.pdf?\\_tid=e2a43ce4-7184-11e7-a4cb-00000aab0f01&acdnat=1501020302\\_6afb8d5cb228317ecbe79206e5af006f](http://ac.els-cdn.com/S1877042810001709/1-s2.0-S1877042810001709-main.pdf?_tid=e2a43ce4-7184-11e7-a4cb-00000aab0f01&acdnat=1501020302_6afb8d5cb228317ecbe79206e5af006f) [Pristupljeno srpanj 26, 2017].
- Gelenčir, M., 2018. U jakoj konkurenciji CARNET-ov projekt svrstan u 12 najboljih u svijetu. Available at: <https://www.srednja.hr/zbornica/nastava/jakoj-konkurenciji-carnet-ov-projekt-svrstan-12-najboljih-svijetu/> [Pristupljeno ožujak 11, 2018].
- Gvardijan, F., 2012. Usluge i poslovni modeli zasnovani na računarstvu u oblaku. Available at: [https://www.fer.unizg.hr/\\_download/repository/Diplomski\\_rad\\_-\\_Filip\\_Gvardijan.pdf](https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Diplomski_rad_-_Filip_Gvardijan.pdf) [Pristupljeno rujan 29, 2017].
- Matotek, I., 2017. *Konverzacija elektroničkom poštom (3. studeni 2017.)*,
- Milošević, M., 2017. SERVISI RAČUNARSTVA U OBLAKU I E-UČENJE CLOUD COMPUTING SERVICES AND E-LEARNING. Available at: [http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/ITOP17/Radovi/Marjan\\_Milosevic.pdf](http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/ITOP17/Radovi/Marjan_Milosevic.pdf) [Pristupljeno rujan 21, 2017].
- Mirković Moguš, A., 2014. *PROCJENA KVALITETE PROCESA E-OBRAZOVANJA NA VISOKIM UČILIŠTIMA U REPUBLICI HRVATSKOJ*,
- NacionalniCERT, 2010. Cloud computing. Available at: <http://www.cert.hr/sites/default/files/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf>.
- Narayan Singh, B., 2011. Cloud Deployment Models – Private, Community, Public, Hybrid with Examples ~ Techno-Pulse. Available at: <http://www.techno-pulse.com/2011/10/cloud-deployment-private-public-example.html> [Pristupljeno veljača 22, 2018].
- Oreški, P., 2018. *Konverzacija elektroničkom poštom (13. ožujak 2018.)*,
- Rahim, S. i ostali, 2013. SaaS Applications and Resources for Grade 3 to 12 Education of Rural Areas of Developing Countries: Google Applications. Available at: [https://www.researchgate.net/profile/Sabit\\_Rahim/publication/235685291\\_SaaS\\_Applications\\_and\\_Resources\\_for\\_Grade\\_3\\_to\\_12\\_Education\\_of\\_Rural\\_Areas\\_of\\_Developing\\_Countries\\_Google\\_Applications/links/5453305f0cf2bccc49095af0.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sabit_Rahim/publication/235685291_SaaS_Applications_and_Resources_for_Grade_3_to_12_Education_of_Rural_Areas_of_Developing_Countries_Google_Applications/links/5453305f0cf2bccc49095af0.pdf) [Pristupljeno rujan 11, 2017].
- Richardson, J., 2003. Building an Effective Learning Management System. U str. 27–36. Available at: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-45200-3\\_4](http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-45200-3_4) [Pristupljeno rujan 14, 2017].
- Skole.hr, 2018a. Portal za škole - CARNET za škole i školarce - Libar. Available at: [http://www.skole.hr/carnet-za-skole-i-skolarce?news\\_id=13325](http://www.skole.hr/carnet-za-skole-i-skolarce?news_id=13325) [Pristupljeno veljača 20, 2018].
- Skole.hr, 2018b. Portal za škole - Izdvajamo - Loomen - CARNetov Moodle sustav. Available at: [http://www.skole.hr/aktualno/izdvajamo?news\\_id=15382](http://www.skole.hr/aktualno/izdvajamo?news_id=15382) [Pristupljeno veljača 20, 2018].
- SRCE, 2017a. Djelatnost Srca | SRCE. Available at: <http://www.srce.unizg.hr/djelatnost->

- srca [Pristupljeno veljača 19, 2018].
- SRCE, 2017b. HR-ZOO | SRCE. Available at: <http://www.srce.unizg.hr/hr-zoo> [Pristupljeno studeni 3, 2017].
- SRCE, 2017c. Merlin 2017/2018. Available at: <https://moodle.srce.hr/2017-2018/> [Pristupljeno studeni 3, 2017].
- SRCE, 2017d. Povijest Srca | SRCE. Available at: <http://www.srce.unizg.hr/povijest> [Pristupljeno veljača 19, 2018].
- SRCE, 2017e. Računalstvo u oblacima | SRCE. Available at: <http://www.srce.unizg.hr/cloud> [Pristupljeno veljača 19, 2018].
- SRCE, 2017f. Virtual Computing Lab (VCL) | SRCE. Available at: <http://www.srce.unizg.hr/vcl> [Pristupljeno veljača 19, 2018].
- SRCE, 2017g. Virtual Private Server (VPS) | SRCE. Available at: <http://www.srce.unizg.hr/cloud/vps> [Pristupljeno veljača 19, 2018].
- Vrbanec, N., 2017. *Analiza Potreba uvođenja predmeta informatike u osnovnom obrazovanju*, Available at: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/ufzg:463/preview> [Pristupljeno travanj 20, 2018].
- Wille, R., 2016. The Top 8 Free/Open Source LMSs - Capterra Blog. Available at: <http://blog.capterra.com/top-8-freeopen-source-lmss/> [Pristupljeno rujan 7, 2017].
- Zorić, T., 2012. *Usluge društvenog umrežavanja zasnovane na računarstvu u oblaku*, Available at: [https://www.fer.unizg.hr/\\_download/repository/Zavrzni\\_rad\\_-\\_Tina\\_Zoric.pdf](https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Zavrzni_rad_-_Tina_Zoric.pdf).