

RAČUNARSTVO U OBLAKU KAO ALAT ZA RAZMJENU CAD PODATAKA

CLOUD COMPUTING AS A TOOL FOR CAD DATA INTECHANGE

V.prof.dr. Samir Lemeš
Politehnički fakultet Univerziteta u Zenici
Zenica

REZIME

Jedan od najčešćih problema s kojima su suočeni korisnici CAD aplikacija je razmjena podataka, ne samo između različitih aplikacija, nego čak i unutar iste aplikacije, ali sa različitim verzijama. U tu svrhu su razvijana različita rješenja, od alata za direktno prevođenje formata, univerzalnih standardnih formata, kao što su IGES i STEP, do dodataka za uvoz/izvoz datoteka. Razvoj računarstva u oblaku otvara nove mogućnosti, ne samo za portabilnost CAD aplikacija, omogućavanje timskog rada i razmjenu podataka, nego i za rješavanje problema nekompatibilnosti verzija CAD datoteka. U ovom radu je dat osvrt na upotrebu računarstva u oblaku na primjeru aplikacije Autodesk A360.

Ključne riječi: Računarstvo u oblaku, CAD, Formati datoteka

ABSTRACT

One of the most common problems faced by users of CAD applications is the exchange of data, not only between different applications, but even within the same application, but with different versions. To this end, different solutions were developed, from tools for direct format conversion, the universal standard formats such as IGES and STEP, to plug-ins for file import/export. The development of cloud computing opens up new opportunities, not only for portability of CAD applications, enabling teamwork and sharing of data, but also to solve the problem of version incompatibility of CAD files. This paper gives an overview on the use of cloud computing in the case of application Autodesk A360.

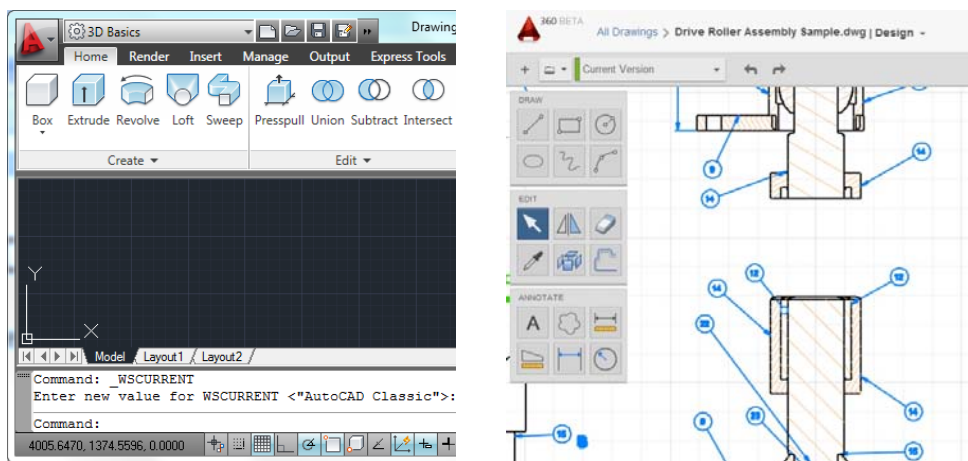
Keywords: Cloud Computing, CAD, File Formats

1. UVOD

S povećanjem brzine pristupa internetu, širokopolasni (*Broadband*) pristup je postao standard, čime su se stvorile mogućnosti za prelazak s lokalnog pohranjivanja podataka i aplikacija na mrežne medije za pohranjivanje [1]. Tehnologija poznata kao "Računarstvo u oblaku" (*Cloud Computing*), mijenja paradigmu obrade i pohranjivanja podataka. Proizvođači softvera već neko vrijeme omogućava kupovinu licenci za pristup kroz *browser*. Na slici 1 prikazan je primjer interfejsa desktop verzije *AutoCAD*-a i verzije A360, koja ne zahtijeva lokalnu instalaciju, nego se svi programi i podaci nalaze na serveru.

Prelazak CAD aplikacija sa lokalne instalacije na računarstvo u oblaku ima određene nedostatke, od kojih je najveći korištenje naprednih grafičkih mogućnosti koje zahtijevaju poseban grafički hardver, čije se mogućnosti ne mogu koristiti bez direktnog pristupa grafičkom pogonskom programu ili barem posrednog pristupa putem API biblioteka, poput *OpenGL* ili

Microsoft DirectX. S druge strane, brojne su prednosti koje ovakav pristup omogućuje, a među najvažnije spada lakše praćenje novih verzija softvera. Umjesto da korisnik mora instalirati nove verzije na lokalni medij za pohranjivanje, kompletna instalacija je na serveru (odnosno "u oblaku"), tako da korisnik uvijek pristupa najaktuelnijoj verziji softvera.



Slika 1. Poređenje AutoCAD interfejsa desktop i A360 verzije koja se koristi kroz browser [1]

Upotreba računarstva u oblaku za CAD bila je predmet istraživanja više autora. Sazawa i dr. su u [2] diskutovali tehniku daljinskog virtualnog računarskog okruženja (*Remote Virtual Environment Computing - RVEC*) za visoko zahtjevne grafičke aplikacije kao što je CAD. RVEC je tehnologija za daljinski pristup koja kombinuje video kompresiju i algoritme bez gubitaka za kompresiju slike da bi se radikalno smanjila širina pojasa za prenos slike bez slabljenja vizualnog kvaliteta slike [2].

Zisis i dr. su u [3] dokumentirali set softverskih zahtjeva s ciljem kreiranja kolaborativnih CAD/CAE rješenja, te predstavili inovativnu arhitekturu za takav sistem realiziran kao servis u računarskom oblaku. Uglavnom su se fokusirali na komponentu daljinske vizualizacije te povećanje performansi, interoperabilnosti, skalabilnosti, te izazove korisničkog interfejsa takvog rješenja. Dizajniranu računarsku arhitekturu za CAD/CAE u oblaku su testirali na praktičnom primjeru optimizacije konstruktivnih parametara u dizajnu obuće.

Hepworth i dr. su u [4] istraživali mogućnost upotrebe računarstva u oblaku za razvoj CAD aplikacije, prvenstveno s ciljem omogućavanja timskog rada, odnosno saradnje i istovremenog rada više korisnika na jednom zajedničkom, složenom CAD projektu.

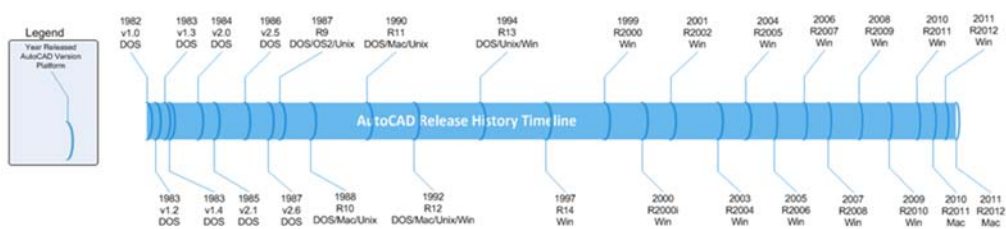
Barrie je istraživao i ocjenjivao upotrebu CAD softvera u računarskom oblaku u akademskom kontekstu, poredeći ga s postojećim CAD softverskim alatima i PDM sistema u oblaku [5]. Jednaku važnost je dao i aspektu upotrebe CAD u visokom obrazovanju, odnosno istraživanju, i u industrijskom okruženju, odnosno razvoju proizvoda.

Ono što sada nije posebno istraživano, a predmet je ovog rada, su prednosti korištenja računarstva u oblaku za upravljanje CAD datotekama i podacima nastalim pomoću različitih verzija CAD softvera, a koje nisu uvijek pristupačne svim korisnicima. Naime, starije verzije CAD softvera ne mogu otvarati datoteke kreirane pomoću novijih verzija CAD softvera, jer se formati datoteka povremeno mijenjaju.

2. VERZIJE ".DWG" DATOTEKA

Izvorni format datoteka za *AutoCAD* datoteke je ".dwg" [6]. On sadrži set informacija koje unosi korisnik prilikom kreiranja, kao što su: dizajn, geometrijski podaci, mape, fotografije.

Format datoteka ".dwg" je jedan od najčešće korištenih formata za vektorske datoteke, koji podržavaju skoro svi CAD softverski proizvodi. Kreirao ga je Mike Riddle kasnih 1970-ih godina za softverski paket *Interact CAD*, a 1982. godine kompanija Autodesk ga je izabrala kao format podataka za njihov softver *AutoCAD*. Trenutno je u upotrebi 18 različitih varijanti ovog formata datoteka, ali nijedna nije javno dokumentovana [7]. Format datoteke nikad nije zvanično zaštićen patentom, ali je bilo nekoliko sudskih procesa u kojima se kompanija *Autodesk* pokušavala izboriti za vlasništvo nad tim formatom datoteka sa kompanijom *SolidWorks* i konzorcijem softverskih firmi *Open Design Alliance*.

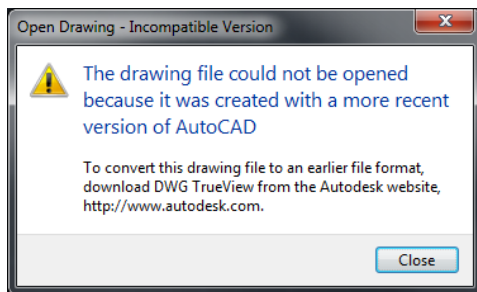


Slika 2. Historija verzija AutoCAD od prve iz 1982. do 2012. [7]

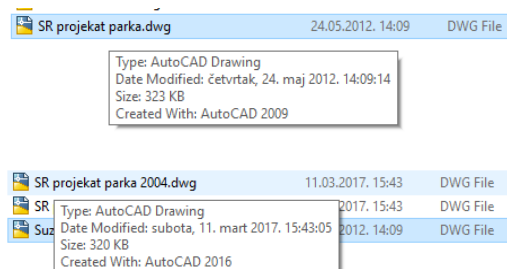
U tabeli 1 je prikazan pregled verzija ".dwg" datoteka sa verzijama AutoCAD-a koje ih koriste. Iz tabele 1 se vidi da, na primjer, *AutoCAD* verzija 2009 ne može otvoriti datoteke kreirane u verzijama *AutoCAD*-a koje su novije (2010, 2011,...). Ukoliko se pokuša otvoriti takva datoteka, korisnik će biti obaviješten o greški i neće moći otvoriti tu datoteku, kao što je prikazano na slici 3. Slika 4 pokazuje na koji način se u *Windows Exploreru* može saznati pomoću koje verzije *AutoCAD*-a je kreirana datoteka. *Autodesk* još nije objavio da li će naredna verzija (*AutoCAD 2018*) uvesti novi format datoteke, iako se na forumima korisnika koji testiraju beta verzije softvera najavljuje da će ipak biti uvedena nova verzija, nakon 5 godina korištenja verzije 2013 [8].

Tabela 1. Neke novije verzije ".dwg" datoteka sa verzijama AutoCAD-a koje ih mogu koristiti

Verzije .dwg datoteka	Verzije AutoCAD-a
DWG 2000	AutoCAD Release 2000, 2000i, 2002
DWG 2004	AutoCAD Release 2004, 2005, 2006
DWG 2007	AutoCAD Release 2007, 2008, 2009
DWG 2010	AutoCAD Release 2010, 2011, 2012
DWG 2013	AutoCAD Release 2013, 2014, 2015, 2016, 2017

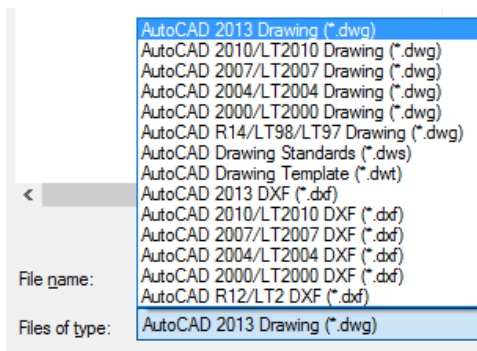


Slika 3. Poruka kod otvaranja novije datoteke u starijoj verziji softvera

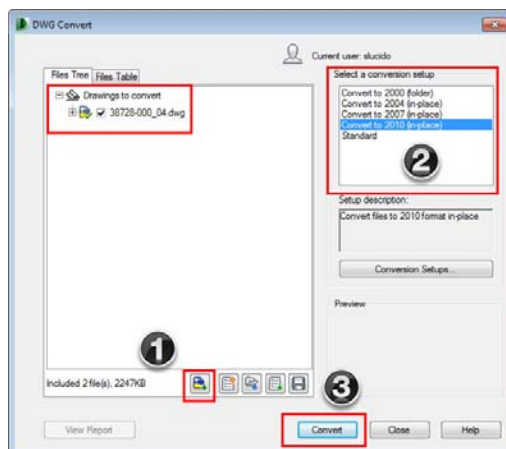


Slika 4. Informacija u *Windows Exploreru* o verziji formata datoteke (Created With:)

Na slici 5 je prikazano na koji način se može sačuvati DWG datoteka u nekom od starijih verzija formata, kako bi se omogućilo da se može koristiti i na starijim verzijama softvera, koje ne podržavaju taj format. Slika 6 prikazuje kako se besplatni softver *Autodesk TrueView* može koristiti za konverziju formata datoteka, ali je opet potrebno imati posljednju, najnoviju verziju i tog softvera da bi se mogla izvršiti konverzija unazad.



Slika 5. Snimanje datoteke za starije verzije softvera



Slika 6. Konverzija u stariji format pomoću programa Autodesk TrueView [9]

3. UNIVERZALNI STANDARDI ZA RAZMJENU CAD PODATAKA

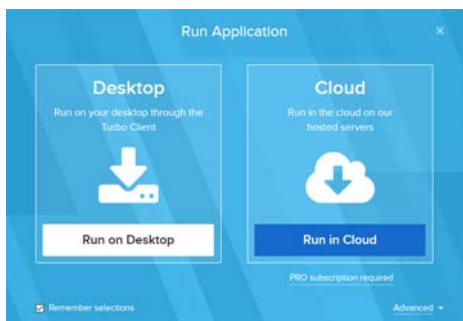
Najčešći univerzalni CAD formati za datoteke sa vektorskom slikom su IGES, STEP i DXF. IGES (*Initial Graphics Exchange Specification*) je vektorski format datoteke kreiran s ciljem razmjene podataka između različitih CAD softvera. Prva verzija IGES formata je objavljena 1980. godine kao američki standard sa oznakom NBSIR 80-1978 ili ASME Y14.26M-1981, po oznaci koju mu je dao ANSI komitet koji je 1981. godine usvojio prvu verziju IGES formata [10]. IGES podržava vektorsku grafiku u formi žičanih (*wireframe*), površinskih (*surface*) i punih (*solid*) modela. Nikad nije usvojen kao međunarodni standard, i njegov razvoj je prestao 1989. godine, ali je i dalje u širokoj upotrebi kao format za razmjenu vektorskih podataka između različitih CAD aplikacija.

Drugi format za razmjenu CAD podataka je STEP (*Standard for the Exchange of Product Data*) koji je međunarodna organizacija za standarde usvojila 1994. godine kao standard ISO 10303. Za razliku od IGES formata, ovaj format osim geometrije može da sadrži i metapodatke, kao što su tolerancije dimenzija, topologija, osobine materijala, struktura modela, međusobne relacije između objekata i komponenti od kojih se vektorski crtež sastoji [10].

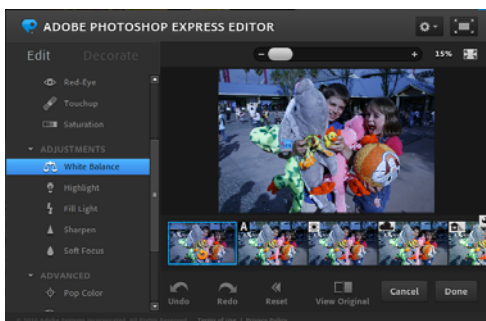
I kompanija *Autodesk* je pokušala razviti vlastiti standard za razmjenu podataka između različitih CAD aplikacija (.dxf), ali taj industrijski standard nikad nije zaživio kao univerzalni format za razmjenu podataka. Za razliku od .dwg formata, koji nije dokumentiran, i čije specifikacije su nedostupne, osim ako ih proizvođači softvera kupe od *Autodeska* ili od *Open Design Alliance*, dokumentacija za .dxf format je javno dostupna. Kako se razvijao format .dwg, sve manje specifičnih elemenata CAD crteža je bio podržan od strane .dxf formata, kao što su određene vrste solid modela i regiona, dinamički blokovi, a kote unutar .dxf formata nemaju brožane vrijednosti, tako da se mora unaprijed znati mjerilo crteža. Svi ti nedostaci doveli su do toga da se proizvođači CAD softvera više odlučuju da koriste izvorni .dwg umjesto .dxf formata koji je samo zamišljen kao univerzalni, ali to u stvarnosti nikad nije postao. Dodatni problem predstavljaju i razlike između verzija .dxf formata, koje prate verzije .dwg datoteka (već prikazano u tabeli 1).

4. CAD APLIKACIJE U OBLAKU

Za razliku od uredskih aplikacija, koje već duže vrijeme koriste prednosti računarstva u oblaku, ta primjena još uvijek nije zaživjela kod CAD aplikacija. Uredski alati poput *Google Docs* ili *Microsoft Office 365* su već zrele tehnologije, koje ne zaostaju nimalo za svojim desktop pandanima, nego su ih čak u nekim aspektima i pretekle. Korištenje računarstva u oblaku više nije strano ni grafičkim alatima, pa *Google* ima alat za 3D modeliranje *Google Sketchup*, koji se može pokrenuti kao aplikacija u oblaku (slika 7), a *Adobe* ima alat za obradu digitalne slike *Photoshop Express* (slika 8), koji se pokreće iz *browsera*, kao tipična aplikacija u oblaku.

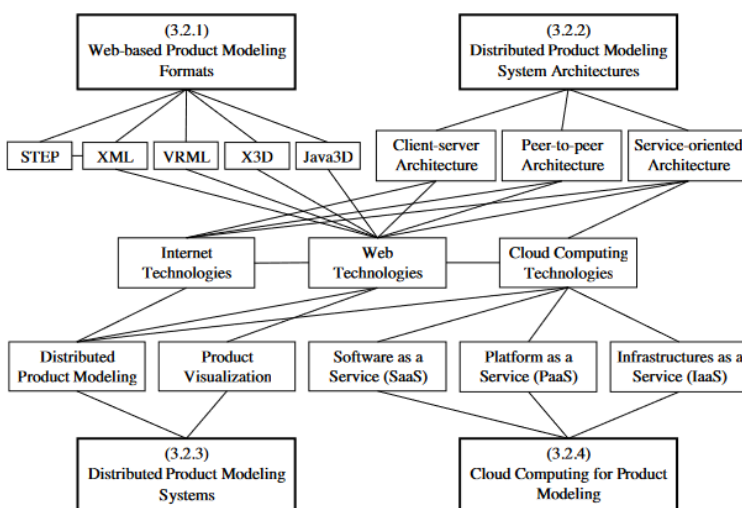


Slika 7. Pokretanje Google Sketchup u oblaku na <https://turbo.net>



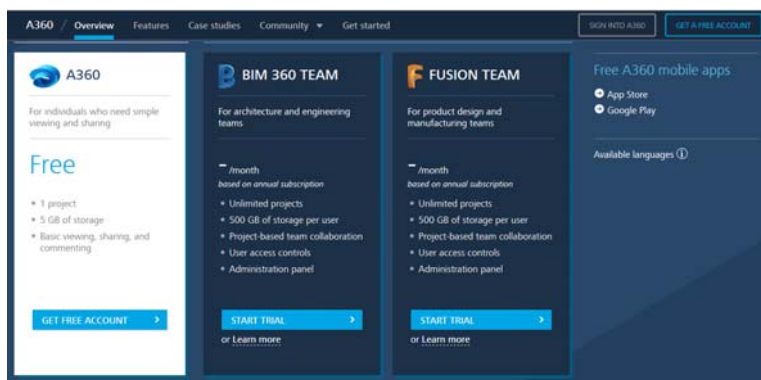
Slika 8. Adobe Photoshop Express – besplatna varijanta Photoshop-a u oblaku

Međutim, proizvođači CAD softvera nisu pokazali veliki interes za računarstvom u oblaku, osim *Autodesk*, koji je prvi počeo koristiti tu tehnologiju kroz proizvod *AutoCAD WS*. Iako ima svoje nedostatke, kao što je izostanak podrške za korištenje više jezgri CPU, to je tehnologija koja se dalje razvoja, tako da je od verzije *AutoCAD 2017* sastavni dio instalacije desktop verzije i aplikacija za vezu sa oblakom. Tek nedavno je kompanija *Dassault Systèmes* počela koristiti ove tehnologije, kroz svoje proizvode *Solidworks Conceptual Designer (SWCD)* i *Catia 3DEXperience on the Cloud*. Na slici 9 prikazana je detaljna shema relacija koje postoje između različitih koncepata iz perspektive računarstva u oblaku, ili u širem smislu, distribuiranog računarstva, iz koje se može vidjeti složenost ovog problema i mogući razlog za oklijevanje proizvođača CAD softvera da više ulažu u ove tehnologije.



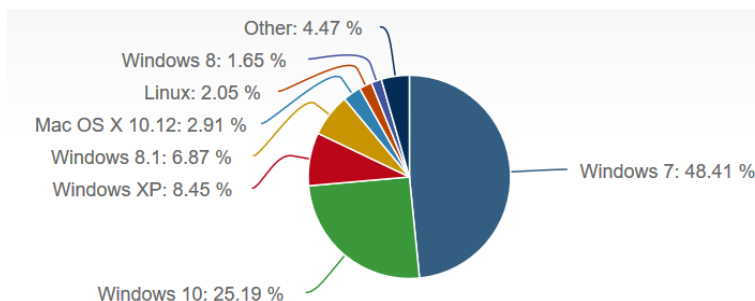
Slika 9. Relacije između koncepata iz perspektive distribuiranog računarstva [11]

U pregledu CAD alata koji koriste računarstvo u oblaku [12] nabrojani su svi proizvođači koji su do 2016. godine imali proizvode koji djelimično ili potpuno podržavaju te tehnologije: *Autodesk*, *PTC*, *Siemens*, *Dassault Systemes*, *Onshape* i *Stratasys*. Pored softvera za modeliranje, u istom pregledu nabrojani su i softverski paketi za inženjerske analize (CAE), i zanimljivo je da više takvih softvera koristi računarstvo u oblaku, nego softveri koji se koriste samo za modeliranje i izradu tehničke dokumentacije, jer se većina resursa angažuje u infrastrukturi oblaka, koja ima značajno veće performanse nego desktop radne stanice. Jaskulski je u [13] detaljno opisao softverska rješenja i CAD proizvode koje je razvila kompanija *Autodesk* za korištenje računarstva u oblaku. Pored standardnog softvera, koji je u upotrebi od 1982 (*AutoCAD*), kompanija je razvila zajedničku platformu u oblaku pod nazivom *Autodesk A360*, a u okviru koje se razvijaju verzije za desktop računare (*AutoCAD 360 Web*, prethodno poznat kao *AutoCAD WS*) i za mobilne telefone i slične portabl uređaje *AutoCAD 360 Mobile*.



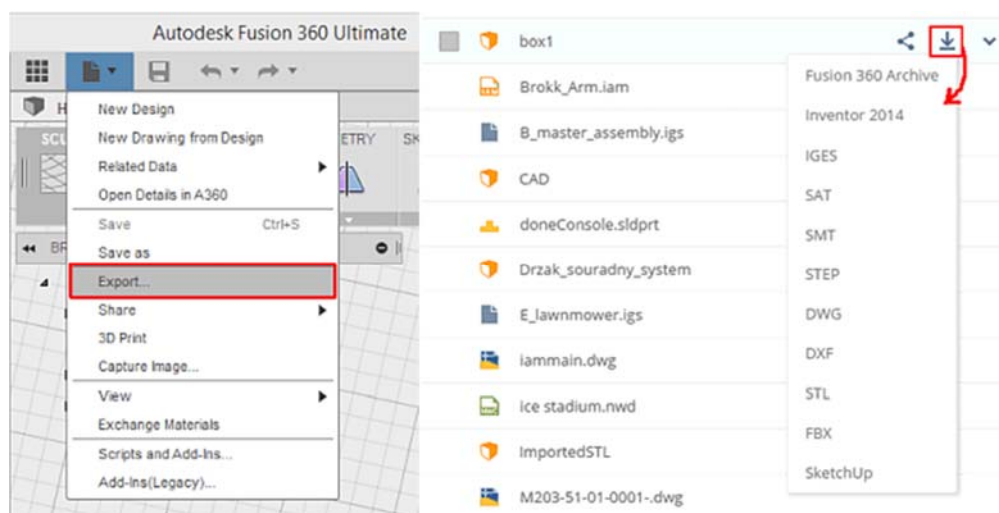
Slika 10. Aplikacije kompanije Autodesk u oblaku [14]

Kako je to u posljednje dvije decenije bilo uobičajeno, kompanija *Autodesk* je svake godine izdavala novu verziju svog proizvoda *AutoCAD*, a svake 3 godine su mijenjali format datoteke u koji se pohranjuju crteži, to je dovelo do problema razmjenjivosti podataka među korisnicima koji koriste starije verzije. Nove verzije po pravilu imaju veće hardverske zahtjeve, što onda iziskuje i promjenu računara (radne stanice za 3D CAD su po pravilu jačih performansi i veće cijene nego obični uredski računari), tako da, pored cijene nove licence, i to predstavlja dodatni troška za korisnike, pa se ne odlučuju svi korisnici koristiti uvijek najaktuelniju verziju softvera. To nije slučaj samo sa CAD alatima. Prema podacima prikazanim na slici 11, u februaru 2017, samo 25,19% korisnika koristi aktuelnu verziju operativnog sistema Windows, dok skoro polovina koristi verziju Windows 7, koja je stara već 7 godina [15].



Slika 11. Distribucija korisnika različitih operativnih sistema u svijetu u februaru 2017 [15]

Ne podržavaju sve aplikacije u oblaku izvoz DWG datoteka u starije verzije. Besplatna aplikacija *Autodesk A360* dozvoljava samo snimanje kopije datoteke u posljednjem aktuelnom formatu DWG datoteke. Isto važi i za komercijalnu aplikaciju *Autodesk Fusion 360*.



Slika 12. Autodesk Fusion 360 za konverziju podataka samo u posljednju verziju CAD formata [16]

Autodesk Trueview se može koristiti za konverziju u starije verzije formata DWG datoteka. Prilikom konverzije, dolazi do gubitka dijela podataka, jer starije verzije DWG formata ne podržavaju sve karakteristike kao i posljednja, aktuelna verzija, tako da su ograničenja softvera *Trueview* iste kao i kod komercijalne desktop verzije *AutoCAD*-a. To su na primjer, gubitak asocijativnih dimenzija (do verzije 2002), poravnanje teksta u objektima sa "*multiline*" tekstom (do verzije 2007), asocijacije debljine linija sa bojama linija (do verzije R14), itd. [17].

5. ZAKLJUČCI

Korištenje računarstva u oblaku (*Cloud Computing*) je još uvijek u ranoj fazi razvoja i primjene u oblasti CAD aplikacija. CAE aplikacije, koje su zahtjevne za računarskim resursima u ovome prednjače, ali obične CAD aplikacije za modeliranje i konstruiranje nisu baš pogodne za promjenu paradigme i upotrebu te nove tehnologije. Besplatne i komercijalne aplikacije u oblaku, kao što su *Autodesk A360* i *Autodesk Fusion 360*, mogu se koristiti za pregled svih verzija CAD datoteka, ali ne dozvoljavaju izvoz podataka u starije verzije. Ukoliko korisnik ima potrebu da dobije stariju verziju DWG formata datoteke bez instalacije aktuelne verzije softvera za uređivanje tih datoteka, jedino rješenje za konverziju je besplatni alat *Autodesk Trueview*, ali se mora koristiti posljednja, aktuelna verzija tog softvera kako bi se obezbijedila kompatibilnost sa svim verzijama DWG datoteka.

6. REFERENCE

- [1] Lemeš S.: Izazovi održavanja velike količine grafičkih podataka, 4. konferencija Održavanje - Maintenance 2016 (S. Brdarević, S. Jašarević, ur.), pp 137-143, ISSN 1986-583X
- [2] Sazawa S., Hashima M., Sato Y., Horio K., Matsui K.: RVEC: Efficient remote desktop for the engineering CLOUD, Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops. 978-0-7695-4652-0/12, IEEE 2012, DOI 10.1109/WAINA.2012.115
- [3] Zissis D., Lekkas D., Azariadis P., Papanikos P., Xidias E.: Collaborative CAD/CAE as a cloud service, International Journal of Systems Science: Operations & Logistics, 1(17) 2016, pp 2330-2674 DOI: 10.1080/23302674.2016.1186237

- [4] Hepworth, A.I., Nysetvold T., Bennett J., Phelps G., Jensen C.G.: Scalable Integration of Commercial File Types in Multi-User CAD, *Computer-Aided Design and Applications* 11(4), 2014 pp 459-467, DOI: 10.1080/16864360.2014.881190
- [5] Barrie J.: Applications For Cloud-Based Cad In Design Education And Collaboration, DS 83: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE16), Design Education: Collaboration and Cross-Disciplinarity, Aalborg, Denmark, 8th-9th September 2016, pp 178-183, ISBN: 978-1-904670-62-9
- [6] Autodesk: What is DWG? <http://www.autodesk.com/products/dwg> (11.3.2017)
- [7] Autodesk blog: AutoCAD Release History, http://autodesk.blogs.com/between_the_lines/autocad-release-history.html (23.3.2010)
- [8] AutoCAD 2013 DWG format - change in 2018?, <https://forums.autodesk.com/t5/autocad-forum/autocad-2013-dwg-format-change-in-2018/td-p/6745560> (11.3.2017)
- [9] Using Autodesk DWG Trueview to Convert .dwg file version, <https://knowledge.autodesk.com/support/dwg-trueview/learn-explore/caas/simplecontent/content/using-autodesk-dwg-trueview-to-convert-dwg-file-version.html> (11.3.2017)
- [10] College of Engineering, University of Wisconsin – Madison, Course ME 232 Geometric Modeling for Engineering Applications, http://homepages.cae.wisc.edu/~me232/info/dxf_iges_step.pdf (11.3.2017)
- [11] Lyu G., Chu X., Xue D.: Product modeling from knowledge, distributed computing and lifecycle perspectives: A literature review, *Computers in Industry*, Vol.84, 2017, pp 1-13, ISSN 0166-3615, DOI: 10.1016/j.compind.2016.11.001
- [12] Wu D., Terpenney J., Schaefer D.: A Survey of Cloud-Based Design and Engineering Analysis Software Tools. ASME. International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, Volume 1A: 36th Computers and Information in Engineering Conference ():V01AT02A016. doi:10.1115/DETC2016-59341
- [13] Jaskulski A.: Autodesk 360 with AutoCAD 360 Web/Mobile: How Powerful Are These Tools?, Autodesk University, http://aucache.autodesk.com/au2013/sessionsFiles/4127/534/presentation_4127_AC4127-L-Presentation.pdf, 2013 (10.3.2017)
- [14] Autodesk A360, <http://www.autodesk.com/products/a360/overview> (11.3.2017)
- [15] Desktop Operating System Market Share, <https://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=10&qpcustomd=0> (11.3.2017)
- [16] Autodesk Fusion 360, <http://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview> (11.3.2017)
- [17] Autodesk Knowledge Network: About Converting to Previous Drawing File Formats, <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/AutoCAD-Core/files/GUID-0E8A86C9-CCFB-455C-8693-E3380359D31C-htm.html> (11.3.2017)