

UTJECAJ OSLO NJIVOSTI INFORMACIJSKOG SUSTAVA NA POSLOVNE ORGANIZACIJE²

SAŽETAK

Članak opisuje pojam oslonjivosti informacijskog sustava, prikazuje obilježja koja ga karakteriziraju, klasifikaciju prijetnji smanjenju oslonjivosti, te načine njezina povećanja. Opisuju se razlozi izučavanja utjecaja oslonjivosti informacijskog sustava na poslovne organizacije. Detaljno se prikazuje metodika provedenoga istraživanja koja se sastoji od triju analiza koje uključuju relevantnu literaturu. Prikazana je perspektiva oslanjanja poslovnih organizacija na informacijski sustav koji podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija. Analizirana je učestalost pojave zatajenja informacijskih sustava, te troškovi koji time nastaju. Pokazano je da se poslovne organizacije sve više oslanjaju na informacijske sustave koje podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija. Također je pokazano da zatajenje informacijskih sustava za poslovne organizacije predstavlja veliku opasnost jer je njihova pojava učestala i izaziva značajne financijske gubitke. U zaključku se argumentira dokaz postavljene hipoteze, te navode neki daljnji pravci izučavanja problematike oslonjivosti informacijskog sustava koji podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija. Cilj je članka znanstvenoj i stručnoj javnosti pokazati važnost oslonjivosti informacijskog sustava te time propagirati istraživanje i stručni rad vezan uz ovu problematiku.

Ključne riječi: oslonjivost informacijskog sustava, obilježja oslonjivosti, prijetnje oslonjivosti, sredstva dostizanja oslonjivosti, značaj oslonjivosti

1. UVOD

Informacijska i telekomunikacijska tehnologija nezaustavljivo ulazi u sve pore ljudskoga djelovanja izazivajući njihove strukturne promjene, ali i promjene samih ljudi i društva u cjelini. Dolazi do snažne integracije tehnologije i različitih ljudskih djelatnosti što, uzrokuje velik porast opasnosti od njezina zatajenja. Posebno su osjetljive djelatnosti kao što su transport, komunikacije, energetika, bankarstvo i zdravstvo. Razlozi porasta opasnosti leže u sve većem oslanjanju različitih poslovnih djelatnosti na informacijske sustave koje podržavaju informacijska i telekomunikacijska tehnologija. Stoga informacijski sustavi moraju imati takva obilježja kojima će se objektivno moći ocijeniti do koje razine se u njih može imati povjerenja. Svojestvo sustava koje opisuje razinu do koje mu se može vjerovati jest njegova oslonjivost (engl. *dependability*).

¹ Dr. sc., docent, profesor visoke škole, Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, Rijeka, Hrvatska. E-mail: alen.jakupovic@veleri.hr

² Datum primitka rada: 14. 1. 2013.; datum prihvaćanja rada: 15. 3. 2013.

Koncept oslonjivosti prvi put pojavio se 1830. godine u kontekstu Babbageovog računalnog stroja (Avižienis et al., 2001). Kompletni terminološki sustav prvi je izgradio Jean-Claude Laprie (Laprie, 1992) kao rezultat rada članova radne grupe 10.4 - oslonjivo računanje i neosjetljivost na kvar unutar Međunarodne federacije za obradu informacija (engl. *International Federation For Information Processing* - IFIP) - osnovane 1980.

Današnja istraživanja problematike oslonjivosti informacijskog sustava iz perspektive informacijskih znanosti slijede dva temeljna smjera. Jedan smjer je istraživanje metoda, tehnika i alata za povećanje oslonjivosti postojećih informacijskih sustava, te razvoj novih oslonjivijih sustava. Drugi smjer je istraživanje metoda i tehnika mjerenja ukupne oslonjivosti informacijskog sustava.

U studiji provedenoj 2004. (Jakupović, 2004) opisano je istraživanje značaja oslonjivosti informacijskog sustava za poslovne organizacije, provedena analiza metoda mjerenja obilježja oslonjivosti informacijskog sustava i same ukupne oslonjivosti, prikazana je mogućnost primjene informacijske i telekomunikacijske tehnologije u mjerenju oslonjivosti, te predložena nova metoda mjerenja ukupne oslonjivosti informacijskog sustava. U svrhu bolje diseminacije dobivenih rezultata provedenoga istraživanja, u ovom članku opisuje se dio toga istraživanja - važnost oslonjivosti informacijskog sustava za poslovne organizacije. Zbog toga će se u poglavlju koje slijedi postaviti osnovni terminološki sustav, potom će se prikazati motivacija za istraživanjem, detaljno će se prikazati primijenjena metodika istraživanja, te u konačnici opisati dobiveni rezultati. U zaključku članka argumentira se dokaz postavljene hipoteze te daju smjernice za nastavak istraživanja.

Postavljena hipoteza glasi: poslovne organizacije sve se više oslanjaju na informacijske sustave koje podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija čije zatajenje za poslovne organizacije predstavlja veliku opasnost. Zbog toga se javlja novo svojstvo - oslonjivost informacijskog sustava kao skup različitih obilježja.

2. OSLO NJIVOST INFORMACIJSKOG SUSTAVA

Oslonjivost informacijskog sustava može se definirati kao svojstvo informacijskog sustava koje opravdava oslanjanje na usluge koje sustav pruža. Usluge informacijskog sustava koriste korisnici (ljudi ili neki drugi sustavi - softverski i/ili hardverski) - oni se oslanjaju na informacijski sustav (Laprie, 2002). Oslanjanje predstavlja vezu između informacijskog sustava i korisnika i ona direktno ovisi o korisničkim aktivnostima. Zbog toga je moguće da neki korisnici kroz svoje aktivnosti doživljavaju informacijski sustav kao potpuno oslonjiv, dok ga drugi korisnici s drugim aktivnostima doživljavaju kao manje oslonjiv ili potpuno neoslonjiv (Walkerline et al., 2002).

Oslonjivost informacijskog sustava može se promatrati iz triju perspektiva: obilježja oslonjivosti, prijetnje oslonjivosti i dostizanje oslonjivosti. Oslonjivost informacijskog sustava je svojstvo složeno iz niza posebnih obilježja čije razine grade ukupnu razinu oslonjivosti sustava. Razinama obilježja oslonjivosti prijete kvarovi, pogreške i zatajenja. Kako bi se ove prijetnje izbjegle, postoji niz različitih metoda dostizanja veće razine oslonjivosti.

2.1 Obilježja oslonjivosti informacijskog sustava

Oslonjivost informacijskog sustava višedimenzionalno je svojstvo koje se sastoji od šest obilježja (Laprie, 2002):

1. dostupnost (engl. *availability*) - predstavlja pripravnost informacijskog sustava za korištenje usluga;
2. pouzdanost (engl. *reliability*) - predstavlja neprekidnost usluge informacijskog sustava;
3. sigurnost (engl. *safety*) - predstavlja nepojavljivanje katastrofalnih posljedica zatajenja informacijskog sustava za svoju okolinu;
4. povjerljivost (engl. *confidentiality*) - predstavlja nepojavljivanje neautoriziranih otkrivanja podataka/informacija u informacijskom sustavu;
5. cjelovitost (engl. *integrity*) - predstavlja nepojavljivanje nevaljanog ažuriranja podataka/informacija u informacijskom sustavu;
6. lakoća održavanja (engl. *maintainability*) - predstavlja lakoću podvrgavanja popravcima i održavanju informacijskog sustava.

Spajanjem obilježja cjelovitosti, dostupnosti i povjerljivosti dolazi se do obilježja zaštite informacijskog sustava (engl. *security*).

Dostupnost informacijskog sustava može se definirati kao mjera pružanja korektne usluge u odnosu na izmjenjivane korektnih i nekorektnih usluga (Avižienis et al., 2001). Mjera predstavlja vjerojatnost da je u nekom trenutku informacijski sustav u funkciji, te da je u mogućnosti pružiti zatraženu uslugu (Walkerdine et al., 2002).

Pouzdanost informacijskog sustava predstavlja mjeru za neprekidnost pružanja korektne usluge (Avižienis et al., 2001). To je sposobnost informacijskog sustava da u određenom vremenskom intervalu ostane u odgovarajućim funkcionalnim uvjetima (Fernández, 2001).

Razlika između obilježja dostupnosti i pouzdanosti ogleda se u vremenu promatranja funkcionalnosti informacijskog sustava. Za dostupnost se informacijski sustav promatra u nekom trenutku vremena, dok se za pouzdanost promatra u nekom vremenskom intervalu. Zornije se dostupnost informacijskog sustava može shvatiti kao vjerojatnost da sustav može primiti korisnički zahtjev za uslugu, dok se pouzdanost može shvatiti kao vjerojatnost da će, nakon zaprimanja korisničkog zahtjeva, usluga biti pružena.

Sigurnost informacijskog sustava je mjera pojave katastrofalnih posljedica zatajenja informacijskog sustava za korisnika i za svoju okolinu (Avižienis et al., 2001). To je sposobnost informacijskog sustava da u svome radu, pravilnom ili nepravilnom, ne predstavlja opasnost za ljude i svoje okruženje (Sommerville, 2010).

Zaštita informacijskog sustava kao objedinjeno obilježje dostupnosti, cjelovitosti i povjerljivosti predstavlja njegovu sposobnost da se zaštiti od slučajnih ili namjernih vanjskih napada (Sommerville, 2010). Obilježje cjelovitosti informacijskog sustava označava nemogućnost nevaljanog ažuriranja (dodavanja, brisanja ili izmjene) podataka/informacija u informacijskom sustavu (Avižienis et al., 2001). Povjerljivost informacijskog sustava je njegova sposobnost da podatak/informaciju otkriva samo onim sustavima (ljudima ili drugim softverskim i/ili hardverskim sustavima) koji imaju pravo i potrebu pristupa podacima/informacijama (Walkerdine et al., 2002).

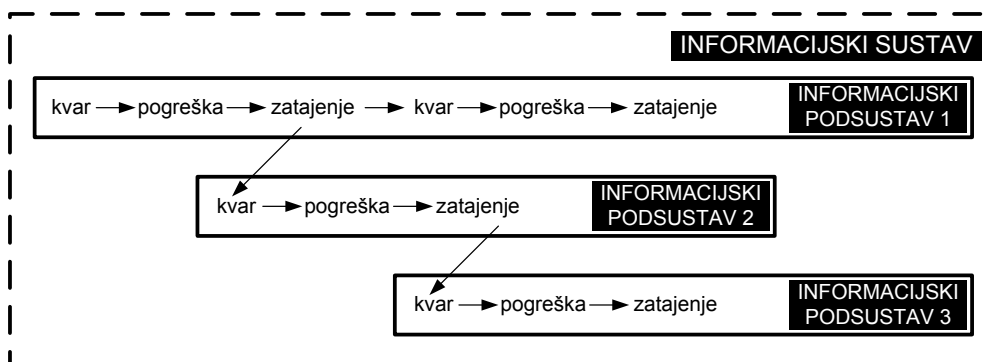
2.2 Prijetnje oslonjivosti informacijskog sustava

Informacijski sustav pruža korektnu uslugu ako ta usluga implementira funkciju informacijskog sustava. Funkcija informacijskog sustava je sve ono za što je sustav namijenjen i ona je opisana specifikacijama sustava. Zatajenje informacijskog sustava (engl. *system failure*) događaj je koji se javlja onda kada se pružena usluga informacijskog sustava razlikuje od korektnu usluge. Informacijski sustav može zatajiti iz dvaju razloga: jer nije u skladu sa svojim specifikacijama ili specifikacije adekvatno ne opisuju njegovu funkciju. Zatajenje je prijelaz iz korektnu u nekorektnu uslugu. Obrnuti prijelaz, iz nekorektnu u korektnu uslugu je obnavljanje sustava (engl. *system restore*). Poreška (engl. *error*) je stanje informacijskog sustava koje može uzrokovati kasnije zatajenje. Kvar (engl. *fault*) je stvarni ili pretpostavljeni uzrok pogreške. Kvar je aktivan kada uzrokuje pogrešku, inače je neaktivan (Avižienis et al., 2001).

Kvar nužno ne rezultira pogreškom u informacijskom sustavu, jer kvar sustava može biti prolazan i uklonjen prije pojave pogreške. Analogno, pogreška sustava ne mora nužno dovesti do zatajenja sustava, jer pogreška može biti ispravljena prije zatajenja (Sommerville, 2010).

Kvar, pogreška i zatajenje informacijskog sustava predstavljaju prijetnje njegovoj oslonjivosti jer stvaraju ili uzrokuju neoslonjivost informacijskog sustava, odnosno nepouzdanost usluge koju sustav pruža (Laprie, 2002).

Shema 1. Uzročno-posljedična veza kvara, pogreške i zatajenja
i distribucija kroz informacijski sustav



Izvor: Jakupović (2004)

Shema 1 prikazuje uzročno-posljedičnu vezu kvara, pogreške i zatajenja u informacijskom sustavu i distribuciju kroz njegove podsustave. Jedan ili više aktivnih kvarova uzrokuju pogrešku u nekom podsustavu koja može dovesti do njegova zatajenja. Zatajenje jednoga podsustava može dovesti do aktiviranja kvara u nekom drugom podsustavu koji je s njime u interakciji. Taj kvar dalje može dovesti do nove pogreške itd. Ovakav oblik distribucije lanca kvar-pogreška-zatajenje predstavlja njegovu prostornu distribuciju kroz podsustave informacijskog sustava. Osim prostorne distribucije, moguća je i vremenska distribucija lanca kvar-pogreška-zatajenje. Naime, aktiviranje jednog ili više kvarova može izazvati pogrešku u nekom podsustavu informacijskog sustava koji se uopće

ne koristi ili se rijetko koristi. Posljedica spomenutog je vremensko odgađanje pojave zatajenja - zatajenje će se dogoditi tek kada se podsustav krene koristiti. Osim ove vremenske distribucije, postoji i ona kod koje pojava jednoga kvara ne uzrokuje odmah pogrešku u informacijskom sustavu, već do pogreške dolazi tek kada se aktiviraju još neki kvarovi - dakle treba proći određeno vrijeme do pojave skupine kvarova koja uzrokuje pogrešku koja dalje može dovesti informacijski sustav u zatajenje (Jakupović, 2004).

2.3 Metode dostizanja oslonjivosti informacijskog sustava

Temeljni uzročnik zatajenja informacijskog sustava, pa time i njegove slabije oslonjivosti, je kvar. Stoga metode smanjenja pojave kvara u informacijskom sustavu ujedno predstavljaju i metode povećanja razine oslonjivosti informacijskog sustava. Postoje četiri metode smanjenja pojave kvara: prevencija kvara, neosjetljivost na kvar, predviđanje kvara i uklanjanje kvara.

Smanjenje pojave kvara njegovom prevencijom postiže se tehnikama kontrole kvalitete koje su primijenjene tijekom oblikovanja i izrade softvera i hardvera. Kod softvera ona uključuje strukturirano programiranje, skrivanje informacija, modularnost itd., a kod hardvera stroga pravila njegova oblikovanja. Fizički kvarovi u radu se sprječavaju, primjerice, oklopljenim hardverom, dok se kvarovi u interakciji između korisnika i informacijskog sustava sprječavaju obukom, strogim procedurama održavanja itd. Maliciozni kvarovi sprječavaju se vatrozidom (engl. *firewall*) ili sličnim zaštitama (Avižienis et al., 2001).

Informacijski sustavi kod kojih je implementirana neosjetljivost na kvar pokušavaju pružiti korektnu uslugu i uz postojanje aktivnog kvara. Ovo se postiže implementacijom otkrivanja pogreški u informacijskom sustavu i njegovu oporavku (Avižienis et al., 2001). Jedan od korištenih pristupa u izgradnji sustava neosjetljivih na kvar je N-verzijsko programiranje kod kojega se razvija više verzija istoga softvera. Zatim se informacijski sustav podržava barem dvjema verzijama softvera koji istovremeno prihvaćaju korisnički zahtjev, obrađuju ga te svoje rezultate dostavljaju posebnom izlaznom komparatoru koji ih uspoređuje i određuje konačni izlaz koji će biti upućen korisniku (Sommerville, 2010).

Smanjenje pojave kvara u informacijskom sustavu metodom njegova predviđanja sastoji se u procjeni ponašanja informacijskog sustava u odnosu na vjerojatnost pojave kvara ili njegova aktiviranja. Utvrđuje se postojeći broj kvarova, procjenjuje se buduća pojava kvarova i njihove moguće posljedice na informacijski sustav. Provodi se kvalitativna i kvantitativna procjena kvarova - kvarovi se identificiraju, klasificiraju itd., te se određuje vjerojatnost njihove pojave. U tu svrhu koriste se Markovljevi lanci, Petrijeve mreže, stablo kvarova itd. (Avižienis et al., 2001).

Postupak uklanjanja kvara izvodi se tijekom razvoja informacijskog sustava, ali i tijekom njegova radnog vijeka. Uklanjanje kvara tijekom razvoja sustava sastoji se od triju koraka: provjere, dijagnoze i ispravljanja. Provjerom se nastoji utvrditi odstupa li informacijski sustav od danih karakteristika koje predstavljaju uvjete provjere. Ako odstupa, onda slijede druga dva koraka - dijagnoza kvarova koji uzrokuju odstupanje od uvjeta provjere i njihovo ispravljanje (Avižienis et al., 2001).

3. MOTIVACIJA ISTRAŽIVANJA UTJECAJA OSLO NJIVOSTI INFORMACIJSKOG SUSTAVA NA POSLOVNE ORGANIZACIJE

Jedan od faktora povećanja konkurentne prednosti poslovne organizacije je primjena informacijske i telekomunikacijske tehnologije. One ulaze u različita funkcijska područja poslovne organizacije - od onih klasičnih, kao što su računovodstvo, nabava, prodaja, proizvodnja, skladišno poslovanje, upravljanje ljudskim potencijalima, upravljanje odnosima s kupcima itd., pa do simulacije različitih poslovnih situacija, podrške u odlučivanju, primjene umjetne inteligencije itd.

Pojava interneta i njegove komercijalizacije uzrokovala je pojavu novih poslovnih djelatnosti (npr. web-marketing, IP-telefonija, računalni oblak itd.), novih poslovnih organizacija koje svoje poslovanje temelje isključivo na internetu (npr. Google, Facebook, Twitter, e-Bay itd.), novih odnosa između kupaca i poslovne organizacije - B2C (npr. internetske prodavaonice, internetsko bankarstvo itd.), novih odnosa između poslovne organizacije i dobavljača - B2B (npr. automatsko generiranje nabavnih naloga i njihovo dostavljanje dobavljačima), novih odnosa između poslovne organizacije i zaposlenika - B2E (npr. rad na daljinu, videokonferencije itd.), novih odnosa između državnih tijela i poslovne organizacije - G2B (npr. fiskalne kase itd.).

Pitanje koje se postavlja je kolika je opasnost za poslovne organizacije ako njihov informacijski sustav koji podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija zataji. Već ovako površna analiza utjecaja informacijske i telekomunikacijske tehnologije na poslovne organizacije upućuje na važnost izučavanja problematike oslonjivosti informacijskog sustava.

4. METODIKA ISTRAŽIVANJA UTJECAJA OSLO NJIVOSTI INFORMACIJSKOG SUSTAVA NA POSLOVNE ORGANIZACIJE

Kako bi se argumentirala istinitost postavljene hipoteze, istraživanje utjecaja oslonjivosti informacijskog sustava na poslovne organizacije sastoji se od triju analiza. Analizom perspektive oslanjanja poslovnih organizacija na informacijski sustav koji podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija prikazat će se povijesni razvoj razloga primjene ove tehnologije, kako bi se u konačnici utvrdio njezin značaj za poslovnu organizaciju. Analiza učestalosti zatajenja informacijskih sustava podržanih informacijskom i telekomunikacijskom tehnologijom prikazat će koliko je uopće zatajenje rašireno, dok će analiza troškova zatajenja pokazati kolika je financijska opasnost zatajenja za poslovne organizacije.

Sve tri analize uključit će relevantnu literaturu koja obrađuje perspektivu primjene informacijske i telekomunikacijske tehnologije u poslovnim organizacijama te učestalost i troškove zatajenja informacijskih sustava podržanih tom tehnologijom.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA UTJECAJA OSLO NJIVOSTI INFORMACIJSKOG SUSTAVA NA POSLOVNE ORGANIZACIJE

Razvoj informacijske i telekomunikacijske tehnologije utječe na njezinu primjenu u poslovnim organizacijama. Mogu se uočiti četiri glavna razdoblja (Srića, Spremić, 2000):

1. Razdoblje od 1950. do 1970.
2. Razdoblje od 1971. do 1980.
3. Razdoblje od 1981. do 1990.
4. Razdoblje od 1990 nadalje.

U prvom razdoblju (1950. – 1970.) javljaju se prva elektronička računala, najprije s elektronskim cijevima, zatim tranzistorima i na kraju integriranim krugovima. Događa se značajno fizičko smanjenje računala uz povećanje njegove brzine i pouzdanosti (Avižienis et al., 2001), (Bowen, Stavridou, 1993), (Candea, 2007), (Grbavac, 1990). U ovome se razdoblju u poslovnim organizacijama informacijska i telekomunikacijska tehnologija primjenjuje radi automatizacije postojećih poslovnih procesa, čime se povećava njihova produktivnost (veći rezultati s manje utrošene radne snage). Podržavaju se poslovni procesi koji uključuju sljedeća funkcijska područja: obračun plaća, računovodstvo, planiranje proizvodnje, skladišno poslovanje, upravljanje narudžbama itd. Poslovni procesi navedenih područja ubrzavaju se, a njihovi troškovi znatno smanjuju ili se eliminiraju. Time se povećava i njihova efikasnost (Srića, Spremić, 2000).

Drugo razdoblje (1971. – 1980.) karakterizira pojava mikroprocesora i osobnih računala. Primjena tehnologije vrlo visokog stupnja integracije (engl. *very large scale integration* - VLSI) koja je omogućila postavljanje tisuće tranzistora na jednom integriranom krugu, dodatno je povećala pouzdanost računalnih sustava, njihovo fizičko smanjivanje, ali i njihovu računalnu snagu. Sve spomenuto utjecalo je na njihovu širu aplikativnu primjenu (Candea, 2007). U ovome razdoblju računala postaju dostupna i malim poduzećima. U poslovnim organizacijama, funkcijska područja koja su do tada podržavala veliki sustavi prebacuju se na miniračunala (npr. računovodstveni sustav). Sve brža računala dodatno su ubrzala poslovne procese podržanih funkcijskih područja, čime je još više povećana njihova efikasnost (Srića, Spremić, 2000).

U trećem razdoblju (1981. – 1990.) počinje se značajnije istraživati razvoj oslonjivih računalnih programa. Osniva se radna skupina 10.4 - oslonjivo računanje i neosjetljivost na kvar - unutar Međunarodne federacije za obradu informacija (engl. *International Federation For Information Processing* - IFIP). Radom te skupine oformio se konzistentan skup koncepata posvećene oslonjivosti, koji je 1992. Jean-Claude Laprie opisao u svojoj knjizi "Dependability: Basic Concepts and Terminology". Sredinom 1980. započinje istraživanje integracije neosjetljivosti na kvar i obrane od namjernih kvarova (maliciozni kvarovi, upadi u sustav), tj. prijetnji zaštiti, u RAND Corporation, Sveučilištu u Newcastleu, LAAS i UCLA. (Avižienis et al., 2001). Značaj primjene informacijske i telekomunikacijske tehnologije u poslovnim organizacijama polako počinje rasti, budući da se iz sfere povećanja produktivnosti i efikasnosti procesa, primjena usmjerava k podršci u odlučivanju, čime ona postaje stratejsko i konkurentsko oruđe. Dolazi i do sve većeg povezivanja poslovnih sustava s kupcima i dobavljačima čime nestaje vanjska granica pojedinih aplikacijskih područja. Time sustav postaje kompleksniji, ali i podložniji različitim kvarovima koji sada mogu biti i prostorno distribuirani - mogu doći iz sustava s kojima je poslovni sustav povezan (Srića, Spremić, 2000).

Posljednje razdoblje (od 1990.) razdoblje je pojave interneta. Raste udio distribuiranih sustava. Različite organizacije spajaju svoje interne informacijske sustave na Internet, a to za posljedicu ima stvaranje komune napadača na informacijske sustave. Povećanje upada u informacijske sustave,

te krađa informacija izdigla je računalnu zaštitu kao glavni problem informacijskih sustava koji je i danas aktualan. Jedan od prvih slučajeva koji su mediji zabilježili je slučaj Kevina Mitnicka. Godine 1995. Kevina Mitnicka pritvorio je FBI, pod optužbom za krađu podataka vrijednih milijun dolara iz računalnih sustava, otkrivanje tisuća brojeva kreditnih kartica iz raznih baza podataka, upad u bazu podataka motornih vozila Kalifornije i daljinske kontrole telefonskih preklopnika New Yorka i Kalifornije (Candea, 2007). Poslovni sustavi u devedesetima međusobno se još više povezuju, i ta je veza izravna. Informacijska i telekomunikacijska tehnologija koristi se na svim razinama poslovanja i odlučivanja. Njezina upotreba postaje ključno pitanje funkcioniranja i razvoja poslovnog sustava. Na izbor strateškog partnera sve više utječe kvaliteta i pouzdanost njegova informacijskog sustava. Informacijska i telekomunikacijska tehnologija postaje pokretač modernog poslovanja (Srića, Spremić, 2000).

Danas se poslovnim sustavima nude moderna rješenja ERP (engl. *Enterprise resource planning*) koja obuhvaćaju cijeli model poslovanja, podržavaju i integriraju rad svih službi i funkcija te povezuju sve poslovne procese unutar poduzeća, kao i vanjske poslovne procese s kojima se poduzeće povezuje s vanjskim partnerima (Bosilj-Vukšić, 2004). Neki od funkcijskih područja koje rješenja ERP podržavaju su: ljudski potencijali, upravljanje materijala, planiranje i praćenje proizvodnje, plan održavanja, prodaja i distribucija, troškovi, kvaliteta, upravljanje službama računovodstvo i financije itd. (Pavlić, 2009) Pojedini proizvođači rješenja ERP vertikaliziraju, tj. prilagođavaju specifičnostima različitih poslovnih djelatnosti. Analiza je pokazala da specijalizirana ERP rješenja podržavaju ukupno 70 različitih poslovnih djelatnosti (Jakupović et al., 2010). Istraživanje provedeno u 56 zemalja pokazalo je da poduzeća koja koriste informacijsku i telekomunikacijsku tehnologiju brže rastu, više investiraju, te su produktivnija i profitabilnija od onih koji tehnologiju ne koriste (World Bank, 2006).

Iz svega navedenoga može se zaključiti da informacijska i telekomunikacijska tehnologija ulazi u različita funkcijska područja poslovnih organizacija (financije, lanac nabave, odnosi s kupcima, ljudski potencijali, elektroničko poslovanje, mobilno poslovanje itd.). Svrha primjene informacijske i telekomunikacijske tehnologije u poslovnim organizacijama postaje faktor konkurentnosti i pokretač poslovanja. Informacijski sustavi različitih poslovnih organizacija postaju međusobno povezani. Dakle, poslovni sustavi se sve više oslanjaju na informacijske sustave koje podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija, iz čega proizlazi potreba za informacijskim sustavom u koji se može imati povjerenja, tj. na koji se može osloniti. Zbog toga se javlja novo svojstvo informacijskog sustava – svojstvo oslonjivosti.

Trend širenja informacijske i telekomunikacijske tehnologije kroz različite ljudske djelatnosti postavlja pitanje do koje mjere se pojedina ljudska djelatnost može osloniti na moderne tehnologije ili, još preciznije, koja su ograničenja oslonjivosti modernih tehnologija. Pitanje koje potom slijedi je koji su izazovi s kojima se ljudske djelatnosti suočavaju u primjeni moderne tehnologije, koje su posljedice ograničenja njihove oslonjivosti i koji su načini prevladavanja tih ograničenja (Laprie, 2002).

Krajem 2000. godine provedeno je istraživanje troškova zatajenja informacijskih sustava u SAD-u. Tablica 1 prikazuje rezultate tog istraživanja.

Tablica 1. Troškovi zatajenja informacijskog sustava prema poslovnim djelatnostima

Poslovna djelatnost	Trošak/sat (\$)	Trošak/djelatnik - sat (\$)
Energetika	2,817.846	569,20
Telekomunikacije	2,066.245	186,98
Proizvodnja	1,610.654	134,24
Financijske institucije	1,495.134	1.079,89
Informacijska tehnologija	1,344.461	184,03
Osiguranje	1,202.444	370,92
Prodaja	1,107.274	244,37
Farmaceutska industrija	1,082.252	167,53
Bankarstvo	996.802	130,52
Prehrambena industrija	804.192	153,10
Potrošački proizvodi	785.719	127,98
Kemijska industrija	704.101	194,53
Prijevoz	668.586	107,78
Komunalije	643.250	380,94
Metalurgija/prirodni izvori	580.588	153,11
Profesionalne usluge	532.510	99,59
Elektronika	477.366	74,48
Izgradnja i inženjerstvo	389.601	216,18
Mediji	340.432	119,74
Putovanja	330.654	38,62
Prosjeak	1,010.536	205,55

Izvor: META Group Inc. (2000)

Iz tablice 1 vidljivo je da su troškovi zatajenja različiti za različite poslovne djelatnosti. To prije svega ovisi o tome koliko se pojedina poslovna djelatnost oslanja na informacijsku i telekomunikacijsku tehnologiju.

U izvještaju o računalnom kriminalu i zaštiti za 2009. godinu (Peters, 2009), koje je nastalo analizom ankete koja je obuhvatila 443 poslovne organizacije, navedeno je da je prosječni gubitak izazvan napadom na informacijski sustav iznosio 235 tisuća dolara.

Istraživanje troškova zatajenja informacijskog sustava (Chandler, 2011) koje je provedeno na uzorku od 200 poslovnih organizacija Sjeverne Amerike i Europe, pokazalo je da je zatajenje informacijskog sustava razlog godišnjeg gubitka prihoda u iznosu od 26,5 milijardi dolara, odnosno prosječno oko 150 tisuća dolara godišnje po poduzeću. Prosječno su mala poduzeća imala godišnji gubitak veći od 55 tisuća dolara, srednja poduzeća veći od 91 tisuću dolara, dok je iznos gubitaka kod velikih poduzeća iznosio više od milijun dolara.

Istraživanje zatajenja informacijskog sustava iz 2012. godine (McKendrick, 2012) provedeno na uzorku od 358 poslovnih organizacija pokazalo je da je 13 % poduzeća imalo trošak preko 500 tisuća dolara, 35 % do 500 tisuća dolara, a ostala poduzeća ili ne znaju (36 %) ili nisu imala nikakvih troškova (16 %).

Sve navedeno upućuje da su troškovi zatajenja informacijskog sustava dostigli značajnu financijsku težinu u poslovnim organizacijama, a postoji i tendencija porasta ovih troškova.

Utvrđivanje učestalosti zatajenja informacijskih sustava izrazito je teško provesti, budući da su podaci o zatajenju osjetljivi i često povjerljivi (Schroeder, Gibson, 2006). Tablica 2 prikazuje učestalost i uzroke pojave zatajenja u tradicionalnim sustavima (središnji računalni sustav kojemu se pristupa posredstvom terminala) i u mrežnim sustavima arhitekture klijent-poslužitelj (velik broj radnih stanica).

Tablica 2. Učestalost i uzroci zatajenja informacijskog sustava

Tradicionalni sustavi		Mrežni sustavi "klijent - poslužitelj"
Sustavi osjetljivi na kvar (1992. i 1993.)	Sustavi neosjetljivi na kvar (1990. i 1992.)	Sustavi osjetljivi na kvar (1994.)
(Japan, 1383 organizacije; SAD 450 organizacija)		
Prosječno vrijeme između dvaju zatajenja: 6 do 12 tjedana	Prosječno vrijeme između dvaju zatajenja: 21 godina	Prosječna raspoloživost: 98 %
Prosječno vrijeme trajanja zatajenja: 1 do 4 sata		
Uzrok zatajenja: Sklopovlje 50 % Programska podrška 25 % Komunikacije – okruženje 15 % Operacije - procedure 10 %	Uzrok zatajenja: Programska podrška 65 % Operacije - procedure 10 % Sklopovlje 8 % Okruženje 7 %	Uzrok zatajenja: Oblikovanje 60 % Operacije 24 % Fizički 16 %

Izvor: Laprie (2002)

Tradicionalni sustavi osjetljivi na kvar zakazuju prosječno 4 do 8 puta na godinu uz trajanje zatajenja od 1 do 4 sata. Dakle, ukupno vrijeme trajanja zatajenja na godinu iznosi od 4 do 32 sata. Prosječna raspoloživost "klijent - poslužitelj" sustava iznosi 98 %. To znači da u jednoj godini sustav nije raspoloživ oko tjedan dana.

U studiji Schroedera i Gibsona (Schroeder, Gibson, 2006) napravljena je analiza niza studija zatajenja koja literatura često citira. Pokazalo se da postotak zatajenja povezanih sa softverom iznosi od 20 % do 50 %, a 10 % do 30 % odnosi se na zatajenja čiji je uzrok hardver. Kao uzrokovano okolinom prijavljeno je oko 5 % zatajenja, dok je kao uzrok od 20 % do 40 % zatajenja navedena računalna mreža, dok se za 10 % do 30 % zatajenja smatra da su uzrokovana ljudskom pogreškom.

Tablica 3. Analizirane studije zatajenja informacijskih sustava

Godina provođenja studije	Duljina promatranja sustava	Sustav	Ukupna broj zatajenja	Broj zatajenja na godinu - procjena
1986.	3 godine	2 IBM 370/169 mainframe računala	456	152
1990.	3 godine	Sustav Tandem	800	267
1990.	8 mjeseci	sustav VAX	364	546
1990.	22 mjeseca	13 VICE datotečnih poslužitelja	300	164
1999.	6 mjeseci	70 Window NT mail poslužitelja	1100	2200
1999.	4 mjeseca	503 čvora u poslovnim organizacijama	2127	6381
2002.	1 - 36 mjeseci	70 čvorova na sveučilištu i internetskom servisu	3200	1067
2003.	3 - 6 mjeseci	3000 računala u internetskom servisu	501	1002
2004.	1 godina	395 čvorova u poslužiteljskoj sali	1285	1285

Izvor: prilagođeno prema Schroeder, Gibson (2006)

Tablica 3 prikazuje broj zatajenja sustava koje su evidentirane u pojedinoj studiji unutar vremena njegova promatranja. Procjena broja zatajenja na godinu, koja je izrađena na temelju ukupnoga broja zatajenja i duljine promatranja sustava, jasno pokazuje porast broja zatajenja.

U studiji Schroedera i Gibsona (Schroeder, Gibson, 2006) prikazani su rezultati analize zatajenja 22 računalna sustava visokih performansi koja su promatrana devet godina. Pokazalo se da učestalost zatajenja varirala od 20 do 1.000 na godinu.

Tablica 4. Učestalost napada na informacijski sustav

GODINA	BROJ NAPADA			
	1 – 5	6 – 10	> 10	Ne zna
2007.	41 %	11 %	26 %	23 %
2006.	48 %	15 %	9 %	28 %
2005.	43 %	19 %	9 %	28 %
2004.	47 %	20 %	12 %	22 %

Izvor: prilagođeno prema Richardson (2007)

Tablica 4 pokazuje da je preko 70 % anketiranih organizacija doživjelo barem jedan napad na svoj informacijski sustav. To potvrđuje veliku raširenost napada na informacijske sustave i potencijalnog uzročnika njihova zatajenja.

Svi do sada prikazani podaci pokazuju značajnu učestalost zatajenja informacijskog sustava koji podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija, te tendenciju njezina porasta.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju provedene tri analize - analiza perspektive oslanjanja poslovnih organizacija na informacijski sustav koji podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija, analiza troškova zatajenja i analiza učestalosti zatajenja informacijskih sustava - mogu se izvući sljedeći zaključci:

- poslovni sustavi u svome poslovanju sve se više oslanjaju na informacijske sustave koje podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija.

Naime, svrha prve primjene informacijske i telekomunikacijske tehnologije u poslovnim sustavima bila je povećanje produktivnosti i efikasnosti. Informacijska i telekomunikacijska tehnologija se primjenjivala u automatizaciji različitih poslovnih procesa (obračun plaća, računovodstvo, planiranje proizvodnje, skladište, narudžbe itd.) čime se povećala produktivnost. Izvođenje podržanih procesa se ubrzalo, a troškovi su se smanjili ili potpuno otklonili, čime se povećala njihova efikasnost. Daljnjim razvojem informacijske i telekomunikacijske tehnologije, njihova se primjena u poslovnim sustavima širi na podršku procesima odlučivanja čime ona postaje sredstvo povećanja stratejske konkurentnosti. Informacijski sustavi različitih poslovnih sustava se počinju otvarati i međusobno povezivati. Ulaskom u eru Interneta ta je povezanost još izraženija, a sama primjena informacijske i telekomunikacijske tehnologije postaje pokretač poslovanja.

- zatajenje informacijskog sustava podržanog informacijskom i telekomunikacijskom tehnologijom za poslovne sustave predstavlja značajni trošak.

Studija provedena 2000. godine pokazala je da prosječni trošak zatajenja informacijskog sustava iznosi milijun dolara na sat. Analiza iz 2009. godine pokazala je da je prosječni gubitak zbog zatajenja informacijskog sustava radi napada 235 tisuća dolara na godinu, a to je samo jedan od uzroka zatajenja. Istraživanje iz 2011. godine pokazalo je da je prosječni trošak zatajenja informacijskog sustava 150 tisuća dolara na godinu. Posljednje istraživanje iz 2012. pokazalo je da 13 % poduzeća ima prosječni godišnji trošak zatajenja informacijskog sustava veći od 500 tisuća dolara, dok njih 35 % ima trošak manji od 500 tisuća dolara.

- značajna je učestalost zatajenja informacijskih sustava podržanih informacijskom i telekomunikacijskom tehnologijom.

Provedenim istraživanjem učestalosti zatajenja u razdoblju od 1990. do 1994. godine pokazalo se da je ukupno vrijeme trajanja zatajenja kod tradicionalnih sustava iznosila od 4 do 32 sata na godinu, a kod mrežnih sustava klijent - poslužitelj oko sedam dana na godinu. Analiza više provedenih studija zatajenja u periodu od 1986. do 2004. pokazuje značajan porast broja zatajenja na godinu. Istraživanje iz 2007. godine o broju napada na informacijske sustave pokazuje da je 70 % anketiranih poslovnih sustava imalo barem jedan napad u toj godini. Više od polovice anketiranih poslovnih sustava je imalo između jedan i deset napada u godini.

Iz prikazanih zaključaka temeljenih na provedene tri analize slijedi i istinitost postavljene hipoteze - poslovne organizacije se sve više oslanjaju na informacijske sustave koje podržava informacijska i telekomunikacijska tehnologija, čije zatajenje za poslovne organizacije predstavlja veliku opasnost. Zbog toga se javlja novo svojstvo - oslonjivost informacijskog sustava kao skup različitih obilježja.

Problematika oslonjivosti informacijskog sustava može se istraživati na nizu pravaca. Jedan pravac istraživanja razvoj je metoda simulacije, te razvoj mjernog sustava koji bi što objektivnije mogao dati ocjenu oslonjivosti postojećeg i budućeg informacijskog sustava. Drugi pravac je razvoj i implementacija oslonjivih informacijskih sustava, te pronalaženje mogućnosti primjene računala u pojedinim fazama njegova razvoja, tj. mogućnost primjene alata CASE i njihovo proširenje novim mogućnostima.

LITERATURA

- Avizienis, A., Laprie, J. C., Randell, B. (2001) "Fundamental Concepts of Dependability", University of Newcastle, www.cert.org/research/isw/isw2000/papers/56.pdf, (29. 12. 2012.)
- Bosilj Vukšić, V. (2004) *Upravljanje poslovnim procesima*, Zagreb: Sinergija
- Bowen, J., Stavridou, V. (1993) "Safety-Critical System. Formal Methods and Standards", *Software Engineering Journal*, 8(4), 189 - 209
- Candea, G. (2007) "The Basics of Dependability", <http://www.pld.ttu.ee/IAF0530/basics-1.pdf>, (2. 1. 2013.)
- Chandler, H. (2011) "IT Downtime Costs \$26.5 Billion In Lost Revenue", <http://www.informationweek.com/storage/disaster-recovery/it-downtime-costs-265-billion-in-lost-re/229625441>, (3. 1. 2013.)
- Fernández, A. (2001) "Quantification of the dependability". U: *Proceedings of ESREL (European Conference on Safety and Reliability)*. Torino: Politecnico di Torino, 197 - 204
- Grbavac, V. (1990) *Informatika – kompjutori i primjena*, Zagreb: Školska knjiga
- Jakupović, A. (2004) *Oslonjivost informacijskog sustava*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike Varaždin
- Jakupović, A., Pavlić, M., Vrčec, N. (2010) "A Proposition for Classification of Business Sectors by ERP Solutions Support", *International Journal of Enterprise Information Systems*, 6(3), 59 - 86
- Laprie, J. C. (1992) *Dependability: Basic Concepts and Terminology*, Wien: Springer - Verlag
- Laprie, J. C. (2002) "Dependability of Computer Systems: from Concepts to Limits", U: *Proceedings of the Twenty-Fifth international conference on Fault-tolerant computing*. Washington: IEEE Computer Society, 42 - 54
- McKendrick, J. (2012) "Enterprise Data and the Cost of Downtime - 2012 IOUG Database Availability Survey", <http://www.oracle.com/us/products/database/2012-ioug-db-survey-1695554.pdf>, (3. 1. 2013.)
- META Group Inc. (2000) "Quantifying Performance Loss: IT Performance Engineering and Measurement Strategies", <http://i.cmpnet.com/nc/1205/graphics/1205f13.gif>, 2. 1. 2013.
- Pavlić, M. (2009) *Informacijski sustavi*, Rijeka: Odjel za informatiku Sveučilišta u Rijeci
- Peters, S. (2009) "14th Annual CSI Computer Crime and Security Survey - Executive Summary", <http://www.personal.utulsa.edu/~james-childress/cs5493/CSISurvey/CSISurvey2009.pdf>, 2. 1. 2013.
- Richardson, R. (2007) "The 12th Annual Computer Crime and Security Survey", http://gocsi.com/sites/default/files/uploads/2007_CSI_Survey_full-color_no%20marks.indd_.pdf, (2. 1. 2013.)
- Schroeder, B., Gibson, G. A. (2006) "A large-scale study of failures in high-performance computing systems". U: *Proceedings of the International Conference on Dependable Systems and Networks*. Washington: IEEE Computer Society, 249 - 258.
- Sommerville, I. (2010), *Software Engineering*, 9th edition. Boston: Addison-Wesley
- Srića, V., Spremić, M. (2000), *Informacijskom tehnologijom do poslovnog uspjeha*, Zagreb: Sinergija
- Walkerline, J., Melville, L., Sommerville, I. (2002) "Dependability Properties of P2P Architectures". U: *Proceedings of the Second International Conference on Peer-to-Peer Computing*, Washington: IEEE Computer Society, 173 - 174
- World Bank (2006) "Overall Summary of the IC4D", <http://siteresources.worldbank.org/EXTINFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/Resources/282822-1141851022286/IC4D-Summary.pdf>, (2. 1. 2013.)

IMPACT OF INFORMATION SYSTEM DEPENDABILITY ON BUSINESS ORGANISATIONS²

ABSTRACT

The paper describes the concept of information system dependability, dependability attributes, threats and means to increase the dependability. It describes the reasons for studying the impact of information system dependability on business organisations. The methodology of the conducted research presented consists of three analyses based on relevant literature. The prospects of the business organisation reliance on information system supported by the information and telecommunication technology is shown. It analyzes the frequency of information system failures and the costs that arise. It is shown that business organisations increasingly rely on information systems supported by information and telecommunication technologies. It is also shown that the failure of information systems for business organisations is a major threat because of their frequent occurrence and because of significant financial losses it causes. In conclusion, the hypothesis is discussed and some directions for further research on the dependability of the information system supported by information and telecommunication technologies is presented. The aim of the paper is to show the importance of information system dependability to the scientific and professional community and thereby to promote research and professional work in this field.

Key words: *information system dependability, dependability attributes, dependability threats, dependability means, dependability importance*

¹ PhD, Assistant Professor, Principal Lecturer, Polytechnic of Rijeka, Vukovarska 58, Rijeka, Hrvatska. E-mail: alen.jakupovic@veleri.hr

² Received: 14. 1. 2013.; Accepted: 15. 3. 2013.