

# PRIMENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U GRAĐEVINARSTVU

## INFORMATION TECHNOLOGY APPLICATION IN CONSTRUCTION INDUSTRY



UDK: 69.001.92  
Pregledni rad

Mr Nataša PRAŠČEVIĆ, dipl. inž. građ.

### REZIME

*U ovom radu se razmatra primena informacionih tehnologija u građevinskim preduzećima. Primena novih tehnologija otvara nove mogućnosti ali istovremeno pred građevinske firme postavlja i dodatne zahteve. U radu su istaknute osnovne karakteristike građevinske proizvodnje koje otežavaju primenu informacionih tehnologija u građevinskim preduzećima. U nastavku rada opisane su mogućnosti koje pružaju informacione tehnologije pri donošenju odluka u građevinskim firmama. Prikazane su strateške, taktičke i operacione koristi od primene informacionih tehnologija u građevinskom preduzeću.*

*Ključne reči: investicioni projekat, informacione tehnologije, građevinarstvo.*

### SUMMARY

*In this paper information technology application in construction industry is analyzed. New technology application gives new possibilities but makes new problems. Main characteristics of construction industry are emphasized in this paper. These characteristics are the main obstacles for better application of information technology in construction firms. Information technology can be used for making decisions in construction firms. Strategic, tactical and operational benefits are presented.*

*Key words: investment project, information technology, construction industry.*

## 1. UVOD

Građevinarstvo je sastavljeno od velikog broja različitih aktivnosti. U najširem smislu ono uključuje sve usluge potrebne za projektovanje, inženjering, izgradnju i održavanje objekta. Za mnoge aktivnosti potrebna su različita multidisciplinarna znanja kao i druge specijalizovane tehničke i ekonomske veštine. Uprkos činjenici da se građevinarstvo bazira na visokim tehnologijama i da u mnogome zavisi od efikasne razmene informacija, informaciono-tehnološka revolucija nije na njega toliko uticala kao na druge grane privrede. Svavarsson i ostali (2002) ističu da je sporo uvođenje informacionih tehnologija u građevinarstvo jedan od osnovnih razloga niže stope rasta produktivnosti u odnosu na druge grane privrede.

Slika 1 [prema Svavarsson i ostalima, 2002] jasno prikazuje razliku indeksa produktivnosti između građevinarstva i ostalih grana industrije u SAD-u u periodu od 1964. do 1998. godine. Velika razlika između indeksa produktivnosti u građevinarstvu i ostalih grana privrede (uključujući i građevinarstvo) rezultat je visokog nivoa neefikasnosti u građevinarstvu, koja nije lako uočljiva ili je ignorisana.

## 2. INTEGRACIJA INFORMACIJA U GRAĐEVINARSTVU

Da bi povećale konkurentnost na tržištu građevinske kompanije moraju povećati produktivnost,

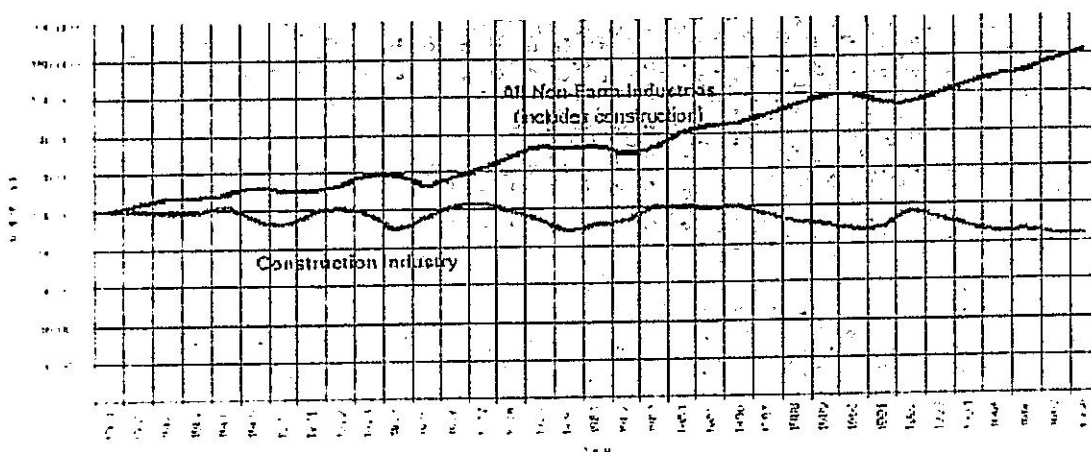
unaprediti usluge koje pružaju i bolje iskoristiti resurse. Navedeni ciljevi se mogu ostvariti samo sledećim vrstama integracije:

- integracijom procesa u toku projektovanja i izvođenja objekata (projektovanje, inženjering, planiranje, izvođenje, održavanje i drugo),
- integracijom građevinskih tehnologija (tehnologija planiranja, tehnologija izrade građevinskih materijala i izvođenja objekata, tehnologija građenja),
- integracijom informacionih tehnologija (aplikativni programi za projektovanje i planiranje izgradnje objekata),
- integracijom podataka i informacija,

Integracija informacija predstavlja osnovu za sve ostale integracije. Integracija informacionih tehnologija zahteva da informacije koje pojedini aplikativni programi, primenjeni u procesu planiranja i izgradnje objekata, koriste ili proizvode budu integrisane. S druge strane, integracija tehnologija građenja pretpostavlja integraciju informacionih tehnologija.

Integracija informacija je cilj kome teži većina građevinskih preduzeća kao i njihovi projektantski timovi. U teoriji, integracija informacija podrazumeva korišćenje informacionih tehnologija kao podrške procesa u kome se podaci unose samo jedan put, a pri tome se tok podataka kroz različite faze života projekta ne prekida ni jednom manuelnom intervencijom. U praksi, informacione tehnologije se uglavnom koriste kao podrška postojećem načinu rada koji je u osnovi prilično izdelfjen na delove (fragmentiran). Zbog toga

Adresa autora: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 11000 Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73  
E-mail: natasa@grf.bg.ac.yu



Slika 1. Indeks produktivnosti (1964–1998) u građevinarstvu i drugim granama industrije u SAD, Svavarsson i ostali (2002)

su dosadašnje koristi od primene informacionih tehnologija u građevinarstvu ograničene.

U tehničkom smislu integracija informacija predstavlja spajanja simboličkih prezentacija različitih stanja u realnom svetu na takav način da iste podatke mogu da koriste različiti korisnici za zadovoljavanje različitih potreba. Takvo spajanje je rezultat detaljne analize i uskladjivanja potreba korisnika.

Pokušaji da se ostvari integracija podataka u građevinarstvu kretali su se u dva pravca: jedan se odnosi na tok podataka a drugi na zajedničko korišćenje podataka.

U slučaju toka podataka podaci se posmatraju kao tok koji teče od jedne grupe korisnika ka drugoj. U drugom slučaju sve podatke koji postoje na projektu zajednički koriste svi učesnici projekta. Cilj oba prilaza bio je uklanjanje prepreka koje se javljaju prilikom razmene podataka, čime bi se umanjili i ekonomski gubici.

Tok podataka je pragmatičniji prilaz u integraciji podataka. Glavna istraživanja u ovoj oblasti sprovedi su Ndekugri, McCaffer (1987) i Thorpe, Baldwin i Lewis (1993). Ovaj pristup zasniva se na činjenici da iako se u procesu realizacije građevinskog projekta javlja veliki broj podataka, procenat podataka koji se razmenjuju između različitih grupa je mali. Zbog toga je istraživanje usmereno na tačno utvrđivanje sadržaja različitih tokova podataka kao i definisanje opšte prihvaćenih standarda. Akcenat je usmeren na proučavanje sadržaja podataka, formata podataka, mehanizma prenosa podataka i karakteristika grupa korisnika koje su uključene u prenos podataka. Na primer, u slučaju predmeta radova treba proanalizirati sve oblike koje predmet može da poprimi prilikom njegove razmene između različitih učesnika u izgradnji. U nekim slučajevima, nije moguće tačno utvrditi razlike između strana koje razmenjuju podatke, pa se onda preporučuje prevođenje podataka iz jednog oblika u drugi.

Pristup zasnovan na toku podataka veoma se oslanja na komunikacione tehnologije koje uključuju razmenu podataka između dva različita sistema. Ovi

sistemi mogu da imaju veoma mali broj zajedničkih karakteristika, hardver i softver mogu biti potpuno različiti kao i aplikacije koje se koriste. Međutim, da bi sistemi funkcionisali zajedno moraju se prilagoditi obostrano prihvatljivom protokolu.

Drugi prilaz zasniva se na zajedničkom korišćenju podataka. U tom slučaju podaci se zajednički koriste i razmenjuju između različitih organizacionih celina kao i između različitih organizacija. Drugim rečima, podaci su kreirani u jednoj organizaciji a koriste se i u drugim organizacijama.

Abou-Zeid i ostali (1994) ističu da učesnici na projektu zajednički ne koriste sve podatke. Neki podaci se koriste za dobijanje novih informacija koje mogu da koriste drugi učesnici. U tom slučaju se za te podatke ne može reći da se zajednički koriste. Postoje i podaci koji se nikako ne mogu zajednički koristiti, iz razloga privatnosti ili zaštite od konkurencije.

Najvažnija korist od zajedničkog korišćenja podataka je mogućnost automatske razmene podataka između različitih hardverskih odnosno softverskih sistema. Ova razmena se vrši uz minimalne napore uložene u razvoj prevodilaca. Bilo koja primena zajedničkog korišćenja podataka pretpostavlja da korisnik poseduje procesor kojim se njegovo viđenje podataka prevodi u novi oblik, koji se čuva u skladištu zajedničkih podataka. Da bi ovi podaci bili razumljivi drugom korisniku, koji ih kasnije koristi, neophodno ih je ponovo prevesti u oblik koji je njemu razumljiv.

Uspostavljanjem skladišta zajedničkih podataka, u kome se nalaze potrebne informacije za obavljanje različitih aktivnosti u toku projektovanja i izgradnje objekta, olakšava se različitim učesnicima u projektu da sagledaju sopstvene potrebe za informacijama kao i načine i mesto odakle ih mogu dobiti.

Zajedničko korišćenje podataka se može realizovati na više načina.

Prvi način je baza podataka u kojoj bi se nalazili svi neophodni podaci za realizaciju jednog građevinskog projekta, a koju bi koristili različiti učesnici pro-

jekta. U slučaju da se izabere baza podataka postavljaju se sledeća pitanja:

- kako će baza podataka biti organizovana,
- da li će to biti jedna baza sa svim podacima ili će postojati više manjih, distribuiranih baza pri čemu bi svaka sadržala podatke vezane za određenu oblast,
- koja alternativa je isplativija sa stanovišta troškova,

- koja od alternativa je lakša za implementaciju?

Da bi se pružili odgovori na postavljena pitanja treba uporediti troškove i dobiti svake od ponuđenih alternativa (jedna centralizovana baza i više distribuiranih baza). Pri tome u obzir treba uzeti sledeće faktore: troškove razvoja sistema, fleksibilnost i raspoloživost sistema, pristup sistemu i spisak privilegija, vreme čekanja, troškove održavanje i unapređenja sistema, troškove pojave grešaka u sistemu.

U slučaju da se izabere opcija razvoja jedne, centralizovane baze podataka treba proanalizirati sledeća pitanja:

- ko će razviti bazu podataka,
- gde će se baza podataka nalaziti,
- ko će biti odgovoran za tačnost podataka,
- kako će se proveravati tačnost podataka,
- ko je odgovoran za netačne i nepotpune podatke,

- koje organizacione aspekte treba uzeti u obzir?

Drugi način je predložio Wright (1988), a kasnije su ga prihvatili i drugi autori (Froese, Rankin i Yu (1997), Rankin i Froese (2000), Prašćević (2004)). On je predložio razvoj informacionog sistema integrisanog projekta. Takav informacioni sistem bi predstavljao skladište svih informacija bitnih za realizaciju projekta koje bi se tokom vremena dinamički menjale i kojima bi mogli da pristupe svi učesnici na projektu. Korisnik bi preuzeo neophodne podatke iz sistema, obradio ih, a zatim ih vratio u sistem tako da ih kasnije mogu koristiti drugi učesnici na projektu. On je predložio korišćenje neutralnog formata podataka što bi omogućilo automatsku razmenu podataka između raz-

ličitih hardverskih i softverskih sistema ili razmenu uz minimalnu transformaciju. Na slici 2 prikazana je struktura integrisanog informacionog sistema za planiranje i kontrolu realizacije građevinskog projekta koji je razvijen u doktorskoj disertaciji (Prašćević, 2004).

Treći način predstavlja razvoj "neutralnog" modela u kome su informacije o konačnom objektu integrisane, a koji će u sebi sadržati i podržavati različite poglede na objekat. Za tu svrhu razvijena su dva standarda Standard for the Exchange of Product model data - STEP i Industry Foundation Classes - IFC's.

### 3. IZDELJENOST (FRAGMENTACIJA) GRAĐEVINARSTVA

Većina problema koja se javlja prilikom primene informacionih tehnologija u građevinarstvu rezultat su izdeljenosti (fragmentacije) građevinske proizvodnje. Generalno, privredna grana je izdeljena (fragmentirana) ako ni jedna firma nema značajni udeo na tržištu tj. ne može da utiče na tržište. U tom slučaju privrednu granu sačinjava veliki broj malih ili srednjih preduzeća, pri čemu je većina u privatnom vlasništvu.

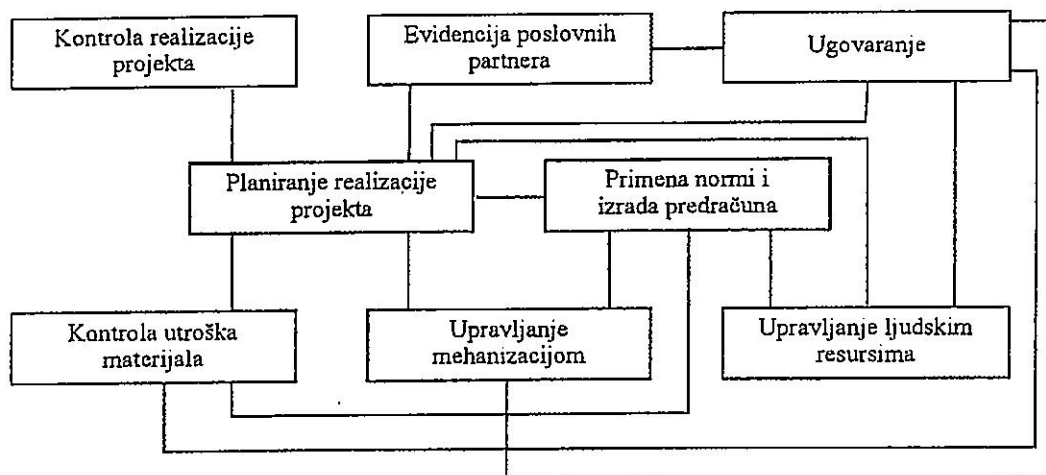
Postoje brojni razlozi za ovakvu fragmentaciju. O'Brien (1996) ih je grupisao na sledeći način:

- *ekonomski faktori*: broj, veličina i priroda proizvoda su takvi da tražnju može da zadovolji samo veliki broj malih ponuđača,

- *geografski faktori*: troškovi transporta proizvoda su visoki ili je izvoz proizvoda nemoguć.

- *funkcionalni faktori*: postoji potreba za velikim brojem preduzeća koja mogu da zadovolje samo deo tražnje.

Privrednu granu u kojoj postoji izdeljenost (fragmentacija) je teško povezati. To je rezultat prirode i karakteristika ekonomije privredne grane, što se ne može lako prevazići. U takvoj privrednoj grani ne samo da postoji veliki broj učesnika, već su i njihove pozicije na tržištu slabe. Kao rezultat javlja se niska profitabilnost. Zbog toga svaka firma treba da usvoji



Slika 2. Strukturu integrisanog informacionog sistema za planiranje i kontrolu realizacije projekata u građevinarstvu, Prašćević (2004)

strategiju koja će joj omogućiti povećanje produktivnosti ili smanjenje troškova.

Neke od navedenih opštih napomena odnose se i na građevinarstvo. Za razliku od drugih grana privrede, izgradnja objekta zahteva saradnju velikog broja firmi koje su angažovane na projektu. U svrhu upravljanja, praćenja i kontrole realizacije projekta, aktivnosti na izgradnji su tako grupisane da svaka grupa aktivnosti predstavlja homogenu celinu. Priroda i broj grupa aktivnosti direktno utiču na organizaciju projekta izgradnje objekta. Grupe su podeljene prema skupu aktivnosti koje se u njihovom okviru obavljaju. Da bi se u potpunosti razumeo proces izgradnje objekta, potrebno je razumeti svaku grupu aktivnosti, kao i veze između pojedinih grupa. Naročito su važne finansijske veze između grupa.

Rezultat građevinske proizvodnje je sasvim drugačiji od proizvoda drugih industrijskih grana.

Pošto je svaki objekat jedinstven, aktivnosti na njegovoj izgradnji su takode jedinstvene, tj. građevinarstvo je organizovano na bazi pojedinačnih projekata. Teško je znanja stečena na jednom projektu mehanički primeniti na sledećem jer su projekti uglavnom različiti. Međutim, na osnovu stečenog iskustva u građevinarstvu razvijene su procedure za planiranje i izgradnju objekata, koje se mogu primeniti na različite tipove objekata i na različite tehnologije njihove izgradnje.

– Građevinski proizvod se najčešće, zbog njegovih dimenzija, ne može transportovati. Posledica toga je lokalizacija građevinske proizvodnje.

– Zbog veličine proizvoda i obima i vrednosti radova i objekta broj realizovanih projekata je veoma mali. Zbog odnosa mali broj izvedenih objekata/visoka vrednost izvedenih radova uposlenost u okviru građevinskog preduzeća je teško predvideti.

– Zbog male tražnje i velike konkurencije na tržištu građevinske firme teško održavaju dugoročne veze sa drugim preduzećima i klijentima.

– Korišćenje svakog objekta traje dugi niz godina. To znači da se klijenti jednom, za duži period, odlučuju na kupovinu objekta, što za posledicu ima činjenicu da je građevinarstvo, u odnosu na druge grane privrede, naročito podložno ekonomskim ciklusima, odnosno fluktuacijama ekonomske aktivnosti.

#### 4. GRAĐEVINSKA PROIZVODNJA I PRIMENA INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA

Primena informacionih tehnologija u građevinarstvu otvara nove mogućnosti ali istovremeno pred građevinske firme postavlja i dodatne zahteve. Informacione tehnologije se ne mogu posmatrati samo kao sredstvo za unapređenje postojećih poslovnih funkcija, već kao inovacija koja pruža nove i drugačije mogućnosti u organizovanju i obavljanju poslova. Shodno tome, građevinska firma se suočava kako sa novim mogućnostima tako i sa brojnim izazovima.

Tehnološki napredak, ekspanzija tržišta, konkurencija na globalnom nivou i novi zahtevi u pogledu kvaliteta i produktivnosti postavljaju problem integracije različitih faza u projektovanju i izgradnji objekta za jedan od ključnih problema. Zbog toga se u okviru organizacije traže novi načini za integraciju poslovnih funkcija.

Koordinacija, automatska kontrola, prenos podataka, efikasno obavljanje transakcija i eliminacija posrednika su samo neki od aspekata informacionih tehnologija koji mogu u mnogome da omoguće integraciju u građevinarstvu.

Građevinske firme posluju u okruženju koje podržava uspešnu primenu informacionih tehnologija. Osnovne karakteristike građevinske proizvodnje su:

– *Fokusiranost na projekat*: u građevinarstvu projekat je centralni izvor profita. Veoma je značajno da svaki ima svoje troškove u koje su uključeni i troškovi svih resursa koji se koriste na projektu. Donošenje odluka se vrši na decentralizovanoj osnovi odnosno menadžer projekta je potpuno samostalan prilikom donošenja odluke o tome koji će zajednički resursi biti korišćeni na projektu. Međutim, menadžeri projekta ne žele da iniciraju investicije u primenu novih tehnologija sve dok njihova profitabilnost nije zagarantovana.

– *Dinamičnost*: okruženje u kome se obavlja proizvodnja se konstantno menja kako na nivou projekta tako i na nivou čitave organizacije. Informacione tehnologije omogućavaju bržu komunikaciju, automatizaciju kao i efikasniju analizu promena što olakšava proces donošenja odluka.

– *Učešće velikog broja učesnika na projektu*: tipični građevinski projekat uključuje veći broj nezavisnih učesnika, kao što su investitor, projektant, izvođač, dobavljač i drugi, koji su najčešće angažovani na osnovu licitacije. Ovi učesnici su međusobno povezani različitim operacijama tako da se troškovi i dobiti od primene novih tehnologija ne mogu dodeliti ni jednom pojedinačnom učesniku.

– *Građevinska proizvodnja se bazira na složenim međusobnim odnosima između većeg broja učesnika na projektu*: primena informacionih tehnologija može da poveća integraciju na projektu čime bi se smanjila potreba za glomaznom birokratijom.

– *Timski rad*: organizacije uključene u građevinsku proizvodnju su projektno orijentisane tako da se za svaki projekat formira tim koji ga realizuje. Informacione tehnologije mogu da predstavljaju sredstvo za prevazilaženje barijera koje stvaraju vreme i razdaljina između članova tima.

– *Visok stepen fragmentacije*: različita priroda proizvoda u građevinarstvu, u smislu funkcija, lokacija i tehnologija ima za rezultat visok stepen fragmentacije u svakom sektoru. To izaziva određene poteškoće koje se ne javljaju u drugim granama industrije. Na primer, u automobilskoj industriji proizvodnja se obavlja na ograničenom broju lokacija pri čemu su glavni dobav-



ljači najčešće locirani u blizini osnovne fabrike. To omogućava da se primenom novih informacionih tehnologija značajno poveća produktivnost. S druge strane, građevinska proizvodnja se može predstaviti kao skup tehnoloških ostrva gde je svaki učesnik u projektu ekspert u svojoj oblasti. Deljenje informacija je ograničeno i neodgovarajuće, što za rezultat ima nepostojanje standarda za zajedničko korišćenje informacija. Potreba za ponovnim izvođenjem pojedinih radova u najvećem broju slučajeva je rezultat nedovoljnih, neodgovarajućih i oprečnih informacija.

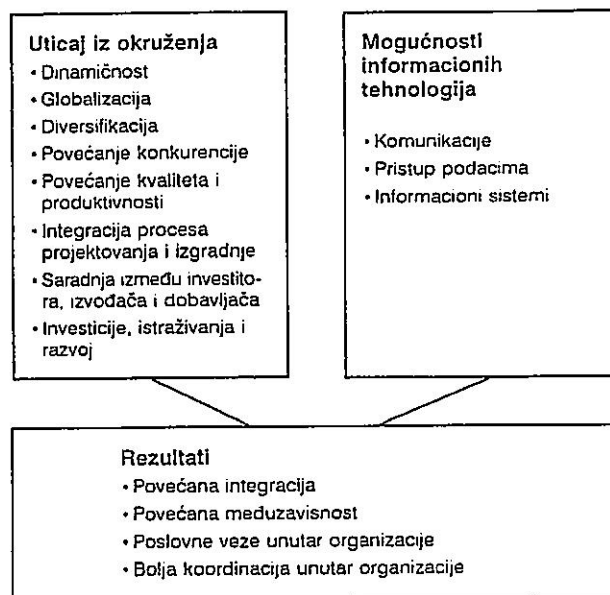
– *Rizik ulaganja u informacione tehnologije*: kao i u drugim granama industrije, investiranje u informacione tehnologije u građevinarstvu je povezano sa brojnim rizicima. Jedan od glavnih rizika je neizvesnost da li će potencijalni korisnici imati stvarne koristi od investicije. Nikad se sa potpunom sigurnošću ne može reći da će razvijeni softver da zadovolji sve potrebe u realnim uslovima odnosno da će imati projektovane performanse. Pored toga, troškovi integracije softvera sa postojećim sistemom se najčešće podcenjuju.

– *Gradnja objekata je radno intenzivna i ne može biti potpuno automatizovana (osim u industriji građevinskog materijala)*: koncept proizvodne linije se ne može u potpunosti primeniti u građevinarstvu, osim u slučaju proizvodnje građevinskog materijala. Korišćenje informacionih tehnologija omogućava bolju koordinaciju aktivnosti između brojnih učesnika na projektu kao i stvaranje atmosfere za lakše i brže međusobno komuniciranje.

– *Problemi koji se javljaju tokom realizacije građevinskog projekta najčešće se rešavaju na osnovu znanja i iskustva profesionalaca i eksperata*: pošto ovi problemi imaju visok stepen neizvesnosti, informacione tehnologije mogu da pruže neophodnu pomoć za njihovo prevazilaženje. U tom slučaju ključnu ulogu mogu da odigraju ekspertni sistemi, sistemi zasnovani na znanju i izvršni informacioni sistemi (executive information system).

Ahmad, Russell i Abou-Zeid (1995) su mogućnosti informacionih tehnologija grupisali u tri široke oblasti: komunikacije, pristup podacima i informacioni sistemi (slika 3). Navedeno grupisanje je izvršeno na osnovu korisnosti informacionih tehnologija iz ugla korisnika. U građevinarstvu, komunikacije odnosno razmena informacija su jedne od najvažnijih funkcija. Uspeh ovih funkcija u velikoj meri zavisi od mogućnosti pristupa podacima, kao i od efikasnosti i efektivnosti sistema za obradu podataka.

Promenljivo poslovno okruženje i stalno unapređenje mogućnosti informacionih tehnologija imaju za posledicu povećanje potreba za integracijama procesa pri projektovanju i izgradnji objekata. Kako se građevinske firme, s jedne strane, svakim danom susreću sa sve većom konkurencijom, koja je rezultat opšte globalizacije, a sa druge strane skoro svakodnevno se razvijaju novi alati za komunikaciju, pred građevinskim preduzećima se otvaraju nove mogućnosti za uspo-



Slika 3. Uticaji okruženja i mogućnosti informacionih tehnologija na projektovanje i građevinsko preduzeće, Ahmad, Russell i Abou-Zeid, (1995)

tavljanje zajedničkih ulaganja i razvijanje dugoročnih veza sa investitorima i dobavljačima. Da bi se obezbedila veća produktivnost i kvalitet izgradnje sve veća pažnja se poklanja integraciji procesa planiranja i projektovanja, odnosno integraciji projektovanja i izgradnje.

Međutim, i pored brojnih prednosti, primena informacionih tehnologija u građevinarstvu se odvija sporo i uz dosta odbijanja. Razlozi za to su brojni i mogu se sumirati na sledeći način:

– Povećanje kvaliteta i produktivnosti u građevinarstvu odvija se relativno sporo. To je posledica činjenice da sva preduzeća koja učestvuju na projektu ne mogu da se istovremeno izlože dodatnim troškovima i rizicima koje sa sobom nosi uvođenje informacionih tehnologija. Svaki projekat utiče na ukupni profit građevinskog preduzeća, pa ekonomski neuspeh projekta može imati značajan uticaj na finansijski uspeh preduzeća. Zbog toga menadžment građevinskog preduzeća nerado firmu izlaže prevelikim rizicima i prihvata primenu onih novih tehnologija ili metoda koje daju trenutne rezultate i očigledne dobiti.

– Menadžment se teško odlučuje da ulaže u organizacionu infrastrukturu pošto će te investicije sigurno, u kratkom vremenskom periodu, izazvati veće fiksne troškove. Protivljenje je naročito izraženo u slučajevima kada je dobiti od ovih investicija teško direktno kvantifikovati, što je i najčešći slučaj prilikom ulaganja u informacione tehnologije u građevinarstvu, koje po pravilu nisu jeftine. Zbog toga se menadžment odlučuje da ulaže u više manjih sistema (sistem za finansijsko knjigovodstvo, programi za statički i dinamički proračun konstrukcija, programi za izradu predmera i predračuna radova, programi za planira-

nje realizaciji projekta, programi za računarski integrirano projektovanje i slično). Navedeni sistemi su najčešće međusobno nepovezani, bez razmene podataka, što za rezultat ima izolovane sisteme koji i preovladuju u građevinarstvu.

– Svaki projekat uključuje veliki broj učesnika. Saradnja među njima je uglavnom jednokratna i zasniva se na sklopljenim ugovorima. Zbog toga se od učesnika na projektu ne može očekivati da ulažu u informacione tehnologije koje će doneti dobit čitavom projektu. Pri svakoj tehnološkoj inovaciji mora postojati lider koji će ukazati na koristi od primene novih tehnologija kako u okviru projekta tako i u čitavoj industriji.

##### **5. INFORMACIONE TEHNOLOGIJE KAO PODRŠKA PRI DONOŠENJU ODLUKA U GRAĐEVINSKIM FIRMAMA**

Informacione tehnologije mogu da pruže podršku pri donošenju odluka u dva slučaja:

- mogu da olakšaju donošenje odluka na operacionom nivou pri realizaciji projekta i
- mogu da budu podrška strateškom menadžmentu u građevinskoj organizaciji.

Primenom informacionih tehnologija u građevinarstvu klijenti mogu da dobiju neophodne informacije o projektu koji će se realizovati. Pored toga, građevinska firma imaće veoma važnu pomoć prilikom analize i upravljanja procesom izgradnje objekta, što uključuje donošenje odluka prilikom projektovanja, inženjeringa, analize performansi objekta, planiranju neophodnih resursa i njihovim upravljanjem, izradi predračuna i dinamičkog plana izvođenja radova. To znači da će informacioni sistemi za podršku pri donošenju odluka omogućiti uspostavljanje boljih veza između klijenata, izvođača radova i dobavljača. Ove veze predstavljaju novu mrežu koja će pružati nove vidove komunikacije, kooperacije i kontrole. Takođe, sistem za podršku pri donošenju odluka obezbediće i neophodnu strukturu za prikupljanje i akumulaciju znanja koja se, u povratnoj sprezi, mogu koristiti pri realizaciji sledećih projekata. Ako se pravilno koriste, informacione tehnologije pružaju nova znanja koja dovode do poboljšanja performansi građevinske firme, i to naročito u smislu profitabilnosti i povećanja potrošačkog viška.

Korišćenje informacionih tehnologija obezbeđuje dva osnovna kvaliteta:

- automatizaciju većine procesa koji se zasnivaju na razmeni informacija kao i procesa komunikacije,
- istovremeno dobijanje informacija o procesima izgradnje i kontrole realizacije projekta čime je olakšano i poboljšano praćenje proizvodnih procesa i donošenje neophodnih odluka od strane menadžmenta firme.

Zbog navedenih kvaliteta informacione tehnologije poseduju potencijal da indukuju promene u procesu izgradnje. Uspešna primena informacionih teh-

nologija ima za rezultat da prave informacije dolaze do pravih ljudi u pravo vreme – često mnogo brže nego u slučaju korišćenja drugih načina komunikacije. Takođe, informacione tehnologije mogu da obezbede bolju integraciju procesa koji su sastavni deo inženjeringa, čime se smanjuje vreme potrebno za obavljanje pojedinih aktivnosti.

Sistemi za podršku pri donošenju odluka u građevinarstvu predstavljaju računarski zasnovane sisteme čijom se upotrebom povećava efikasnost pri donošenju odluka u raznim procesima izgradnje objekta. Ovaj sistem može da bude pomoć u obavljanju velikog broja aktivnosti, kao što su:

- izrada podsetnika za različite vrste provera tokom izgradnje objekta,
- obezbeđivanje korisnicima sistema velikog broja podataka iz baza podataka u određenim vremenskim intervalima,
- prikazivanje procesa izgradnje i performansi objekata pomoću savremenih sredstava prezentacije i vizuelizacije,
- rešavanje pojedinih problema koji se javljaju tokom procesa projektovanja i inženjeringa i nudenje rešenja problema na osnovu ugrađenih pravila,
- upravljanje komunikacijama između različitih učesnika na projektu uz obezbeđenje bolje integracije prilikom donošenja odluka distribuiranog tima na projektu.

Opšte je prihvaćen stav, kako u akademskim krugovima tako i među ljudima iz prakse, da pravilna primena informacionih tehnologija prilikom projektovanja i izvođenja građevinskog objekta kao i upravljanju projektom, može značajno da unapredi realizaciju projekta. Međutim, dosadašnja iskustva govore o delimičnoj automatizaciji koja se najčešće svodi na primenu CAD tehnologija u procesu projektovanja odnosno korišćenju aplikacija za izradu predračuna radova u firmama koje izvode radove. Ovakva vrsta primene informacionih tehnologija donosi mala poboljšanja. Prave mogućnosti leže u korišćenju integriranog sistema, što je još uvek u domenu akademskih razmatranja.

Proces uvođenja informacionih tehnologija u firmu je postupan i sastoji se od tri koraka: zamene, unapređenja i transformacije. U toku prvog koraka, zamene, neophodno je da se u okviru firme uoče prednosti koje donosi primena informacionih tehnologija tj. proces uvođenja informacionih tehnologija ne treba svesti samo na jednostavnu automatizaciju postojećih procesa.

Projektovanje, inženjering i izvođenje objekta zahteva integraciju i povezivanje različitih podsistema i komponenata. Mnogi problemi koji postoje u realizaciji projekta, pa samim tim i u primeni informacionih tehnologija, proističu iz teškoća koje se javljaju u komunikaciji između različitih učesnika na projektu. Zbog toga, informacioni sistem može da olakša protok informacija prilikom realizacije projekta.

Uprkos lako uočljivih prednosti korišćenja informacionih tehnologija, u građevinskim firmama se mogu javiti i negativni stavovi prema njihovoj primeni. Moguće je uočiti sledeće probleme:

- deo zaposlenih, koji dugi niz godina rade u građevinskim preduzećima, mogu da imaju odbojan stav prema korišćenju informacionih tehnologija pošto smatraju da će mnogo brže neke poslove izvršiti na stari, tradicionalan način. Ovakav stav proizilazi iz činjenice da ova kategorija zaposlenih često probleme, koji se javljaju u realizaciji projekta, rešava na za njih odgovarajuće načine, oslanjajući se na svoje iskustvo, što pri korišćenju informacionih tehnologija nije moguće;

- uvođenje informacionih tehnologija u građevinska preduzeća povezano je sa potrebom dodatne obuke zaposlenih, što iziskuje i dodatne troškove koji kratkoročno nisu rentabilni za mala i srednja preduzeća;

- rezultati primene informacionih tehnologija na organizacionu strukturu, poslovanje kao i poziciju na tržištu u odnosu na druge firme koje učestvuju u procesu izgradnje se teško mogu unapred proceniti.

## 6. EVALUACIJA PRIMENE INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA U GRAĐEVINARSTVU

Pošto investicije u informacione tehnologije mogu da predstavljaju veoma značajnu stavku u budžetu građevinskih preduzeća neophodno je pre donošenja odluke o primeni informacionih tehnologija izvršiti procenu mogućih dobiti i troškova. Samo je to garancija da će potencijali informacionih tehnologija biti maksimalno iskorišćeni.

Postoje brojni razlozi zbog kojih menadžment većine građevinskih firmi nije u stanju da opravda kapitalne investicije u informacione tehnologije. Osnovni razlozi su:

- ograničeno znanje iz oblasti informacionih tehnologija kao i nedovoljne menadžerske sposobnosti,
- nedostatak dugoročne strateške vizije odnosno nemogućnost da se utvrde poslovne prednosti,
- ograničeni resursi u preduzeću i otpor tehnološkim promenama,
- ograničena finansijska sredstva i potreba za brzim povraćajem investicija,
- veliki broj načina primene i opravdanosti informacionih tehnologija,
- nedovoljna infrastruktura koja pruža podršku primeni informacionih tehnologija,
- nemogućnost da se utvrde svi tipovi poslovnih dobiti,
- nemogućnost da se utvrde i kontrolišu svi troškovi povezani sa primenom informacionih tehnologija.

Menadžeri najčešće primenu informacionih tehnologija opravdavaju na neformalnoj osnovi, donoseći odluke na bazi svog viđenja mogućih troškova i dobiti. Jedan od najvećih problema koji se javljaju u

organizaciji je nemogućnost menadžmenta da predvidi i izmeri moguće dobiti. To je rezultat brojnih društveno-tehnoloških faktora koji utiču na organizaciju a koje menadžment ne može da identifikuje i kontroliše.

## 7. OPRAVDANOST INVESTICIJE U INFORMACIONE TEHNOLOGIJE

Evaluacija primene informacionih tehnologija je težak, složen i dugotrajan proces. Razlog tome nalazi se u činjenici da je tradicionalni koncept primene informacionih tehnologija u preduzećima zamenjen konceptom informacionih sistema koji imaju mnogo veći uticaj na organizaciju. Mnogi menadžeri nisu zadovoljni sa raspoloživim alatima i tehnikama za utvrđivanje opravdanosti investicija u informacione tehnologije.

Menadžeri i danas za ocenu investicija u informacione tehnologije uglavnom koriste tradicionalne tehnike koje su neadekvatne za donošenje strateških odluka. Prilikom donošenja odluka o ulaganjima u informacione tehnologije menadžment najčešće nije u stanju da sagleda dugoročne posledice primene informacionih tehnologija, uglavnom zato što ne poseduje odgovarajući način (metod) za evaluaciju takvih investicija, koje pri tome mogu biti različitog fizičkog i finansijskog obima. Pored toga, nedovoljna pažnja se poklanja skrivenim ili indirektnim troškovima primene informacionih tehnologija, koji prema nekim istraživanjima (Hochstrasser i Griffiths, 1990) mogu da budu i do četiri puta veći od direktnih troškova. Posledice ovakvog zanemarivanja mogu biti veoma ozbiljne za građevinsko preduzeće. Mnoge građevinske firme, tek pošto su uvele i počele da koriste informacione tehnologije, uvidaju značaj i veličinu indirektnih troškova. Ako je odluka u vezi primene informacionih tehnologija neadekvatna doći će do finansijskih gubitaka koji će za sobom dovesti i do gubitka konkurentnosti, a zatim i do gubitka poslova. Troškovi koji su rezultat

Tabela 1. Strateške dobiti primene informacionih tehnologija, Love (2000)

Strateške koristi	Finansijske	Nefinansijske	Delimično 'potpuno netangibilne
Brži razvoj i postizanje uspeha	*	*	*
Smanjeni troškovi marketinga		*	*
Lider u primeni novih tehnologija			*
Bolji položaj na tržištu	*		
Lider na tržištu	*	*	*
Bolje zadovoljavanje potreba klijenata		*	*
Bolji odnos sa klijentima	*	*	*
Bolje konkurentske prednosti	*	*	*

*Tabela 2. Taktičke dobiti primene informacionih tehnologija, Love (2000)*

Taktičke koristi	Finan-sijske	Nefi-nan-sijske	Delimično/ /potpuno netangibilne
Poboljšana fleksibilnost or-ganizacije i procesa	*	*	*
Bolji odgovor na promene		*	
Bolji kvalitet usluga	*	*	*
Bolji timski rad			*
Bolja integracija poslovnih funkcija			*
Povećanje vremena za planiranje	*		
Smanjenje vremena za izradu tendera	*	*	
Smanjenje vremena za izradu plana troškova	*	*	
Bolja izrada ugovora	*	*	*
Bolje upravljanje podacima		*	*
Bolja komunikacija		*	*
Unapređenje procesa donošenja odluka	*	*	*

ovih gubitaka se prenose na klijente i ostale poslovne partnere građevinskog preduzeća.

Istraživanja koja su Love i ostali sprovedi tokom 2000-te godine ukazala su na činjenicu da je osnovna prepreka primeni informacionih tehnologija nemogućnost opravdavanja investicija u informacione tehnologije. Shodno tome, menadžeri često ovaj proces vide kao prepreku koju treba preskočiti a ne kao tehniku za evaluaciju primene informacionih tehnologija. To, naravno može imati veoma ozbiljne posledice. Tokom donošenja odluke o primeni informacionih tehnologija menadžeri mnogo vremena i napora troše na sagledavanje tehničkih aspekata informacionih tehnologija, pa samim tim postaju ubeđeni da je sa tehničkog aspekta investicija isplativa. Pored toga, menadžment preduzeća može prihvatiti i neka netipična rešenja, sve u nadi da će njihova primena imati za rezultat značajne uštede u preduzeću.

Prema tradicionalnim tehnikama za procenu opravdanosti investicija vrši se poredenje direktnih troškova i dobiti primene informacionih tehnologija. Međutim, ove tehnike ne mogu da obuhvate strateške dobiti i indirektno troškove.

Nedovoljna analiza isplativosti primene informacionih tehnologija u građevinskim firmama može dovesti do situacije da preduzeće prihvati jednu od sledećih pozicija:

- odbije da prihvati primenu nekih informacionih tehnologija koje mogu biti isplative na duži vremenski period,

- investira u informacione tehnologije na osnovu poverenja u predlagača njihove primene.

*Tabela 3. Operacione dobiti primene informacionih tehnologija, Love (2000)*

Operacione koristi	Finan-sijske	Nefi-nan-sijske	Delimično/ /potpuno netangibilne
Smanjenje količine manuel-nog rada	*		
Smanjenje broja "uskih grla"		*	*
Smanjenje troškova radne snage	*		
Smanjenje broja poslova koji se ponovo rade	*	*	*
Bolji kvalitet rezultata rada	*	*	*
Bolje mogućnosti razmene podataka		*	*
Smanjenje vremena pot-rebnog za davanje odgovora		*	
Bolja kontrola i izrada prognoza	*	*	
Bolja kontrola cash flow-a	*		
Smanjenje vremena pot-rebnog za izradu finansijskih izveštaja	*		

## 8. TROŠKOVI PRIMENE INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA

Često se smatra da je lakše odrediti troškove primene informacionih tehnologija nego buduće dobiti. Međutim, u većini slučajeva ova pretpostavka ne važi, pošto menadžment često ne može u potpunosti da sagleda sve troškove vezane za informacione tehnologije. Zbog toga je opšte prihvaćena praksa da se troškovi primene informacionih tehnologija precenjuju dok se dobiti podcenjuju. I pored toga, česti su slučajevi da investicije u projekat primene informacionih tehnologija premaše predviđeni budžet, i to iz razloga što menadžment nije na vreme sagledao strukturu troškova. Mogu postojati i politički odnosno organizacioni razlozi za nepotpuno sagledavanje troškova i njihovih implikacija na primenu informacionih tehnologija. To se događa u situacijama kada niži nivoi upravljanja žele da dobiju podršku za primenu informacionih tehnologija od uprave preduzeća.

Odgovorni za primenu informacionih tehnologija u organizaciji ne uzimaju u obzir čitavu paletu troškova i upravi preduzeća prikazuju optimističnu procenu dobiti i ušteda prilikom korišćenja informacionih tehnologija. Ovakva situacija može dovesti do toga da se očekivani finansijski rezultati ostvare kasnije nego što je to prilikom donošenja odluke o primeni informacionih tehnologija predviđeno.

### 8.1. Direktni troškovi

Direktni troškovi su svi oni troškovi koji se mogu direktno povezati sa primenom informacionih tehnologija, i oni su najčešće predmet interesa menadžmenta. Često se dešava da su ovi troškovi veći od unapred



predviđenih troškova. Direktni troškovi mogu da uključe i nepredviđene troškove nabavke dodatne opreme. Kako cena informatičke opreme stalno pada, najveći deo direktnih troškova odnosiće se na troškove ljudskog rada i organizacione troškove, koji, paradoksalno, često i nisu uključeni u direktne troškove.

## 8.2. Indirektni troškovi

Indirektni troškovi najčešće obuhvataju ljudske i organizacione faktore. Jedni od najvećih indirektnih troškova su troškovi uklapanja novog informacionog sistema u postojeći sistem i način rada. U slučaju usvajanja novih tehnoloških rešenja menadžment može da utroši dosta vremena za reviziju, doradu i naknadno odobravanje strategija za primenu informacionih tehnologija. Značajni resursi biće iskorišćeni za istraživanje mogućnosti informacionih tehnologija, kao i za eksperimentisanje sa novim tokovima informacija. Pored toga, indirektni troškovi obuhvataju i troškove pružanja tehničke podrške, što se veoma često previdi, tako da većina preduzeća i ne zna koliko iznose ovi troškovi u odnosu na početnu cenu informacionog sistema. Prema nekim istraživanjima troškovi održavanja informacionog sistema tokom njegovog čitavog života iznose 400% početne cene razvoja i uvođenja informacionog sistema.

Da bi zaposleni mogli da koriste informacione tehnologije moraju proći dodatnu obuku koja će im omogućiti sticanje novih znanja i razvijanje novih veština. Pošto će zaposleni raspolagati dodatnim znanjima zahtevaće i veće plate, što će predstavljati indirektno troškove primene informacionih tehnologija.

Organizacioni troškovi najčešće nastaju u periodu prelaska sa starog sistema na nov sistem. U početku primene novog sistema se može očekivati privremeni pad produktivnosti, što je rezultat navikavanja zaposlenih i njihovog prihvatanja novog sistema. Dodatni organizacioni troškovi mogu nastati i kasnije, kada je sistem u potpunosti pušten u rad. Ovi troškovi nastaju usled potrebe menadžmenta da proširi mogućnosti sistema.

Kao što je već istaknuto, primena informacionih tehnologija zahteva i redizajn organizacionih funkcija i procesa. Građevinske firme koje poseduju ekstenzivnu infrastrukturu težiće da je promene smanjivanjem broja upravljačkih nivoa. To se najčešće postiže redefinisanjem uloga većine upravljačkih funkcija. Troškovi restrukturiranja organizacije, koji su rezultat uvođenja informacionih tehnologija, veoma su veliki, naročito ako u preduzeću postoje neformalne grupe koje se ovim promenama suprotstavljaju. Zbog toga ove troškove treba uzeti u obzir prilikom donošenja odluke o primeni informacionih tehnologija.

## 9. ZAKLJUČAK

Informacione tehnologije pružaju brojne mogućnosti za primenu u građevinskim preduzećima ali is-

tovremeno se građevinska preduzeća susreću sa brojnim problemima izazvanim novim tehnologijama. Trenutna primena informacionih tehnologija u građevinarstvu je nedovoljna i zaostaje za ostalim granama privrede, kako kod nas tako i u svetu. Razlozi za to se nalaze u karakteristikama građevinske proizvodnje koja je fokusirana na projekat koji predstavlja osnovni izvor prihoda u građevinarstvu. I pored toga menadžment građevinskih preduzeća treba veću pažnju da posveti korišćenju informacionih tehnologija, naročito kao podršci za donošenje odluka tokom planiranja i realizacije projekta. Mogućnosti informacionih tehnologija mogu doći do naročitog izražaja u postupku integracije procesa planiranja i izgradnje objekata, kao i integracije svih učesnika na projektu.

## LITERATURA

- [1] Abou-Zeid, A., Russel, J.S., Hanna, A.S., Park, S.C., "Data flow model for communications between project participants in a highway bridge project", *Canadian Journal of Civil Engineering*, 22, pp 1224-1234, 1995.
- [2] Ahmad, I.U., Russell, J., Abou-Zeid, A., "Information technology (IT) and integration in the construction industry", *Construction Management and Economics*, 13, pp 163-171, 1995.
- [3] Froese, T., Rankin, J., Yu, K., "Project management application models and computer-assisted construction planning in total project systems", *International Journal of Construction Technology*, 5(1), pp 39-49, 1997.
- [4] Hochstrasser, B., Griffiths, C., "Regaining Control of IT Investments - A Handbook for Senior UK Management", Kobler Unit Imperial College, London, 1990.
- [5] Love, P.E.D., Irani, Z., Li, H., Tse, R.Y.C., Cheng, E.W.L., "An empirical analysis of IT/IS evaluation in construction", *The International Journal of Construction Information Technology*, 8(2), 2000.
- [6] Ndekurgi, I.E., McCaffer, R., "Management information flow in construction companies", *Journal of Management and Economics*, 6, pp 271-294, 1988.
- [7] O'Brien, M.J., "A strategy for achieving data integration in construction", *The International Journal of Construction Information Technology*, 4(1), pp 21-34, 1996.
- [8] Prašćević, N., "Informacioni sistem za planiranje i praćenje realizacije projekta u građevinarstvu, Doktorska disertacija, Građevinski fakultet, Beograd, 2004., u proceduri odbrane.
- [9] Rankin, J.H., Froese, T.M., "Information population of an integrated construction management system", *Computer - Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Vol. 17, pp 256-268, 2002.
- [10] Svavarsson, D., Ekstrom, M., Bjornsson, H., Bergendahl, G., "Evaluating IT Investments in the AEC Industry, Ninth European Conference on Information Technology Evaluation", France, 2002.
- [11] Thorpe, A., Baldwin A., N., Lewis, T., "Data exchange formats for construction information management", *Information Technology for Construction*, Civil Engineering and Transport, Powel, T.A., Day, R., (editors), pp 219-219, University of West London, 1993.
- [12] Wright, R.N., "Computer integrated construction", *IABSE Periodica*, January, pp 17-25, 1988.