



Nataša Prašević¹

INTEGRISANI INFORMACIONI SISTEM ZA UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM PROJEKTIMA

Rezime

U ovom radu je prikazan model integrisanog informacionog sistema za planiranje i kontrolu realizacije građevinskog projekta. Za predloženi sistem je prikazan model podataka. Na osnovu izabranog modela podataka vrši se strukturiranje svih podataka za sve aplikacije koje se koriste unutar sistema, razmena podataka i informacija između aplikacija unutar sistema kao i razmena podataka sa drugim aplikacijama, izvan sistema, na osnovu međunarodno usvojenih standarda.

Informacioni sistem razvijen je u programskom paketu Oracle.

Ključne riječi

informacioni sistem, upravljanje građevinskim projektom, baza podataka.

INTEGRATED INFORMATION SYSTEM FOR CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT

Summary

In this paper integrated information system for planning and control of project realization in construction industry is analyzed. For proposed system data model is presented. Data model has impact on data structure for all applications that are used in system, exchange of data inside the system and exchange of data between system and its environment, based on international standard.

Information system is realized in Oracle database management system.

Key words (Style Summ Title)

information system, construction project management, database, data model.

1. UVOD

U izvršenju građevinskog projekta angažuje se veći broj učesnika u svim fazama njegove realizacije. Da bi tim, koji se sastoji od projektanata, inženjera, menadžera i ostalih

¹ dipl. građ. inž., docent, Univerzitet u Beogradu Građevinski fakultet, natasa@grf.bg.ac.rs.

specijalista, funkcionisao efektivno neophodno je obezbediti prave informacije, pravim korisnicima u pravom formatu i u pravo vreme. Pri tome se treba osloniti na veliku količinu informacija čiji su izvori veoma različiti a same informacije su različitog nivoa detaljanosti i apstrakcije. Da bi se olakšalo prikupljanje i čuvanje informacija tokom realizacije projekta, a samim tim povećala efikasnost i efektivnost procesa upravljanja projektom, neophodno je razviti integrisani sistem za upravljanje projektom. Ovakav sistem bi dozvolio zajedničko korišćenje informacija od strane svih učesnika tokom realizacije projekta, a u sebi bi sadržao veći broj aplikacija koje bi se koristile u različitim fazama izgradnje objekta. Froese et al. 1997 [1] i Rankin et al. 2002 [2] su uveli pojam sistema totalnog projekta kojim su definisali računarski sistem za upravljanje projektima u građevinarstvu. Osnovne karakteristike ovog sistema su:

- sveobuhvatnost: sistem obuhvata veći broj aplikacija koje podržavaju sve funkcije upravljanja projektom izgradnje objekta,
- integrisanost: sve aplikacije doprinose i koriste zajedničke informacije o realizaciji projekta,
- fleksibilnost: okvir u kome se aplikacije koriste je otvoren, fleksibilan, podeljen na module i distribuiran različitim učesnicima u realizaciji projekta.

Najveća pojedinačna dobit pristupa totalnog projekta je ekstenzivna razmena informacija između aplikacija. Zajedničko korišćenje informacija zahteva jedinstvenu strukturu podataka koja dozvoljava da se informacije dobijene u jednoj aplikaciji mogu preneti i interpretirati u drugoj aplikaciji. To pretpostavlja da je sistem dovoljno uopšten da može prihvatiti veliki broj različitih aplikacija, dovoljno detaljan da se u njemu nalaze sve informacije potrebne aplikacijama i dovoljno robusan da bude široko prihvaćen.

Drugi ključni element sistema totalnog projekta je razvoj različitih modula koji čine sistem. Dok su većina od njih tradicionalne aplikacije za upravljanje projektima, kao što je izrada dinamičkog plana, postoje aplikacije koje omogućavaju automatsku izradu plana izgradnje objekta.

2. RAČUNARSKI PODRŽANO PLANIRANJE GRADNJE OBJEKATA

Primenom računarski podržanog planiranja gradnje objekata plan gradnje novog objekta dobija se na osnovu znanja stečenih prilikom gradnje ranijih objekata, a proces planiranja se zasniva na integrisanom pristupu upravljanja projektom. Zbog toga se može reći da računarski podržano planiranje gradnje objekta donosi napredak u sledećim oblastima:

- proces planiranja gradnje objekata širi van granica dimenzija projekta, potrebnog vremena i troškova za njegovu realizaciju,
- podržava integraciju sa drugim alatima za upravljanje projektima,
- omogućava sticanje i čuvanje znanja o prethodnim projektima u vidu biblioteka informacija.

Funkcionalnost pristupa računarski podržanog planiranja gradnje objekta obezbeđuju sledeći elementi:

- model podataka: zasniva se na integrisanom modelu podataka,
- način čuvanja informacija: obezbeđuje efiksano čuvanje i ponovno korišćenje podataka koji su različitog nivoa detaljanosti, a grupisani su u opšte informacije (biblioteke koje sadrže podatke o ranijim projektima) i specifične informacije (podaci o tekućem projektu),
- planiranje na osnovu case metode: početni plan realizacije se dobija na osnovu iskustava stečenih pri ranijim realizacijama sličnih projekata,
- primena RAD metodologije: za planiranje projekta koriste se alati koji pružaju mogućnost brzog kreiranja plana projekta, a takođe i dovoljnu funkcionalnost i mogućnost integracije.

2.1. ARHITEKTURA SISTEMA ZA RAČUNARSKI PODRŽANO PLANIRANJE REALIZACIJE PROJEKTA

Sistem za računarski podržano planiranje izgradnje objekta se sastoji od dva osnovna elementa: interfejsa i baze podataka.

Interfejs omogućava konzistentan pristup raznovrsnim informacijama o projektu odnosno bazi podataka. Sve informacije o projektu su smeštene u zajedničku bazu podataka. Pošto se, korišćenjem sistema razvije početni plan gradnje objekta, on se može dalje modifikovati primenom drugih aplikacija, koje su takođe sastavni deo sistema, kao što su aplikacije za planiranje i procenu troškova, a takođe je moguće plan dalje elaborirati korišćenjem dodatnih informacija.

Baza podataka u ovom radu razvijena je primenom Oracle sistema za upravljanje bazama podataka.

3. MODEL PODATAKA

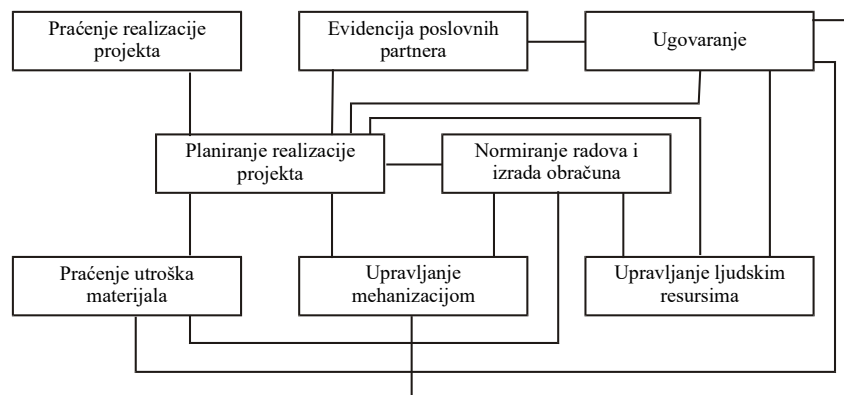
Kao što je već naglašeno integrisani sistem za planiranje i praćenje realizacije projekta koristi zajednički model podataka na nivou celog projekta. U ovom radu je prikazan originalni model podataka za koji je razvijen i odgovarajući softver (Prašević, 2005)[3]. Na osnovu usvojenog modela: vrši se strukturiranje svih podataka za sve aplikacije koje se koriste unutar sistema, razmena podataka i informacija između aplikacija unutar sistema i razmena podataka sa drugim aplikacija, van sistema, na osnovu međunarodno usvojenih standarda.

Podaci su u okviru modela podataka grupisani u sledeće podsisteme:

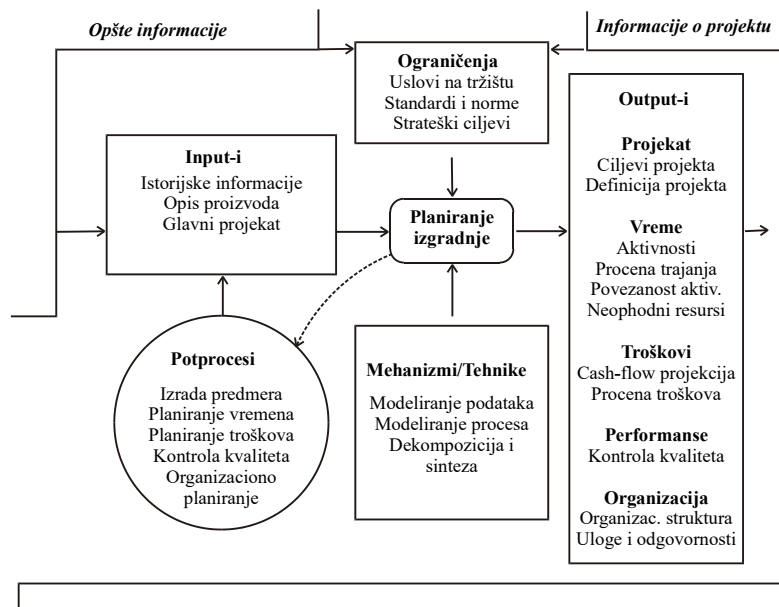
- podsistem za planiranje realizacije projekta,
- podsistem za normiranje radova i izradu predračuna,
- podsistem za praćenje realizacije projekta,
- podsistem za upravljanje ljudskim resursima,
- podsistem za upravljanje mehanizacijom,
- podsistem za praćenje utroška materijala,
- podsistem za ugovaranje,

- podsistem za evidenciju poslovnih partnera,
- podsistem za upravljanje dokumentima,
- podsistem za posibilističko i probabilističko planiranje i
- podsistem za optimizaciju trajanja projekta.

Navedeni podsistemi funkcionišu u integrisanom okruženju, što znači da se podaci iz jednog podsistema mogu, bez ikakve dodatne obrade, koristiti i u drugim podsistemima. Pored toga, podaci se mogu i izvesti iz sistema i koristiti u drugim komercijalnim aplikacijama za planiranje i praćenje realizacije projekta. Povezanost podsistema prikazana je na slici 1.



Slika 1. Struktura informacionog sistema



Slika 2. Proces koji podržava informacioni sistem

Na slici 2 su prikazani ulazni i izlazni rezultati primene sistema za računarski podržano planiranje realizacije objekta. Kao što je već naglašeno, osnovni cilj bio je razvoj svih aplikacija za upravljanje projektima u okviru jedinstvenog modela za upravljanje projektima, što pretpostavlja alternativno rešenje trenutnoj situaciji u kojoj se različite aplikacije nezavisno koriste. Kao ulazni podaci u sistemu se koriste opšte i informacije vezane za projekt (opis objekta i glavni projekt). Sistem u obzir uzima i sledeća ograničenja: stanje na tržištu (domaćem i međunarodnom), važeće standarde i građevinske norme i strateške ciljeve preduzeća. U okviru sistema se koriste tehnike modeliranja podataka i procesa, planiranje, analize, dekompozicije i sinteze.

Proces planiranja izgradnje objekta, koji je sadržan u sistemu, sastoji se od sledećih potprocesa: izrada predmeta, planiranje vremena, planiranje troškova, praćenje realizacije projekta, praćenje utroška materijala i angažovanja drugih resursa (mekhanizacija, oprema, radna snaga), kontrola kvaliteta i organizaciono planiranje, optimizacija trajanja projekta i probabilističko i posibilitičko planiranje.

Primenom sistema za računarski podržano planiranje i praćenje realizacije projekta dobijaju se izlazni rezultati vezani za projekat, vreme, troškove, performanse proizvoda i organizaciju.

U daljem radu biće prikazani i objašnjeni sledeći podsistemi: za planiranje realizacije projekta, za normiranje radova i izradu predračuna i za kontrolu realizacije projekta.

3.1. PODSISTEM ZA PLANIRANJE REALIZACIJE PROJEKTA

U podsistemu za planiranje realizacije projekta, koji je ovdje razvijen, nalaze se osnovni podaci o svim projektima koji su već realizovani ili čija je realizacija u toku. U okviru projekta se može realizovati veći broj objekata, pa se zbog toga moraju uneti i podaci o svim objektima na datom projektu. Pri tome je dozvoljeno da objekti budu različitog tipa.

Sistem automatski, svakom novom projektu, dodeljuje šifru projekta, dok korisnik unosi sledeće podatke: naziv projekta, skraćenicu naziva projekta, mesto i državu gde se projekat realizuje, učesnike na projektu (investitor, glavni izvođač, arhitekta, projekt menadžer). Takođe, potrebno je uneti i podatke o vrednosti projekta, valuti u kojoj je vrednost izražena, planirani datum početka realizacije i stvarni datum početka kao i planirani i stvarni datum završetka projekta. Svakom projektu na kome preduzeće učestvuje kao izvođač ili podizvođač dodeljeno je gradilište kao organizaciona jedinica, pa je zbog toga potrebno definisati sa kojim gradilištem je posmatrani projekat povezan. Ako se u okviru projekta realizuje više objekata, pošto se unesu podaci o projektu, može se pristupiti unosu podataka o objektima na projektu. Podaci o objektima su slični podacima o projektima samo što se odnose na objekte u okviru projekta, a njihovo unošenje vrši se pomoću odgovarajuće aplikacije. Pre početka unosa podataka o objektima potrebno je izabrati kojem projektu objekti pripadaju.

Svaki objekat podeljen je na pozicije. Pre unošenja podataka o pozicijama treba definisati kojem projektu i objektu pozicije pripadaju. Prilikom unosa podataka o poziciji, sistem automatski dodeljuje šifru pozicije, ali korisnik može uneti i šifru koja je poziciji dodeljena u predmetu. Za svaku poziciju se unosi naziv pozicije, opis i količina radova. Na osnovu unetih pozicija sistem može automatski da generiše aktivnosti, pri čemu svakoj

poziciji odgovara tačno jedna aktivnost, ali je korisniku ostavljena i mogućnost da izvrši grupisanje većeg broja pozicija u jednu aktivnost.

Ako se aktivnosti ne generišu automatski na osnovu unetih pozicija radova, neophodno je, pomoću odgovarajuće aplikacije, uneti aktivnosti na projektu, njihovo trajanje i međusobne veze. Pri tome se obavezno unosi naziv aktivnosti, dok se broj aktivnosti određuje automatski.

Posle unosa svih aktivnosti pristupa se unosu međusobnih veza između aktivnosti, tj. za svaku aktivnost određuju se prethodne i naredne aktivnosti.

Da bi se odredili datumi početaka i završetaka aktivnosti potrebno je prethodno uneti kalendar radnih dana. Kalendar se sastoji iz sledećih elemenata: za svaki mesec se definiše dužina radne nedelje i posebno se definišu neradni dani koji predstavljaju praznike.

Pošto se za projekat unese kalendar radnih dana, primenom odgovarajućih procedura, sistem automatski vrši proračun napred – nazad i određuje rani početak, rani završetak, kasni početak i kasni završetak, kritični put, ukupnu i slobodnu rezervu kao i planirane datume početaka i završetaka aktivnosti.

Na osnovu unetih pozicija i predmera sistem izrađuje predračun i određuje neophodne količine materijala za izvršavanje pojedinih aktivnosti. O ovome će više reči biti prilikom analize podsistema za normiranje i izradu predračuna.

Za svaku unetu aktivnost potrebno je definisati i radne brigade, pri čemu se za izabranu aktivnost određuje vrsta i kategorije radnika kao i njihov broj.

3.2. PODSISTEM ZA NORMIRANJE RADOVA I IZRADU PREDRAČUNA

U okviru sistema ugrađene su važeće građevinske norme tako da se on može koristiti i za normiranje radova na objektu. Iako su u sistem uneti normativi i standardi rada u građevinarstvu, korisnik može da unese i nove normative ili izmeni postojeće.

Norme su grupisane u vrste radova tako da se prilikom unosa nove norme prvo mora definisati kojoj vrsti radova ona pripada. Sve vrste radova su šifrirane. Pošto se unese opis norme i njena šifra u građevinskim normama, unose se podaci o različitim situacijama za posmatranu normu. Svaka norma može se sastojati od više različitih situacija, pri čemu svaka situacija ima svoju numeričku oznaku koju joj sistem automatski dodeljuje. Korisnik je dužan jedino da unese opis različitih situacija. Pored toga svaka situacija može se sastojati od više operacija koje su, slično situacijama, takođe numerički označene. Pošto je za realizaciju operacija potrebno angažovanje različitih vrsta i kategorija radnika, treba uneti vrstu i kategoriju radnika kao i jedinični normativ vremena. Pored toga, za svaku operaciju definisani su i neophodni materijali i količine.

Na osnovu do sada iznetog sledi da šifra pozicije, koja se automatski generiše, predstavlja šestocifrenu oznaku koja se sastoji od šifre vrste radova, oznake situacije i oznake operacije i to prema sledećoj šemi RRSSOO.

U okviru sistema uneti su i podaci o cenama materijala, radne snage i mehanizacije na domaćem i međunarodnom tržištu. Navedeni podaci se koriste za izradu predračuna radova. Da bi se sačinio predračun radova potrebno je za svaku poziciju iz predmera izabrati normative koji je opisuju, a sistem će automatski odrediti potrebne količine i jedinične troškove materijala kao i jedinične troškove radne snage. U odgovarajućoj

aplikaciji prvo treba sa spiska unetih pozicija izabrati poziciju i vrstu radova, a zatim izabrati koje norme opisuju posmatranu poziciju. Broj normi koje se mogu dodeliti nekoj poziciji je neograničen.

Pošto u važećim normativima nije definisana potrebna mehanizacija za izvršavanje pojedinih pozicija, korisnik mora sam da definiše neophodnu mehanizaciju. U okviru odgovarajuće aplikacije za svaku operaciju, koja se bira sa liste operacija za posmatranu poziciju, definiše se mehanizacija koja se koristi pri realizaciji operacije. Treba napomenuti da se mehanizacija bira sa liste raspoložive mehanizacije, što znači da prvo u bazu podataka treba uneti podatke o celokupnoj mehanizaciji.

Nakon pokretanja odgovarajuće procedure, sistem određuje jedinične troškove mehanizacije, radne snage i materijala. Ukupni troškovi se mogu sračunati samo ako je prethodno unet predmer za svaku poziciju radova.

Ako se aktivnosti nisu dobile na osnovu pozicija u predmeru, potrebno je svaku aktivnost povezati sa jednom ili više pozicija u predmeru. Ovo se obavlja pomoću odgovarajuće aplikacije u kojoj se prvo, sa spiska aktivnosti koje postoje na izabranom projektu, bira aktivnost a zatim se sa spiska pozicija u predmeru bira jedna ili više pozicija koje pripadaju izabranoj aktivnosti.

3.3. PODSISTEM ZA KONTROLU REALIZACIJE PROJEKTA

Podsistem za kontrolu realizacije projekta u direktnoj je vezi sa podsistemom za planiranje projekta.

Tokom realizacije projekta korisnik, u određenim vremenskim intervalima unosi procenat realizacije svih aktivnosti koje su izvršene u posmatranom periodu. Nakon izbora projekta i objekta čija se realizacija prati treba uneti početak i kraj perioda, a zatim sa liste aktivnosti čija je realizacija bila u toku u tom periodu izabrati jednu aktivnost. U delu Realizacija aktivnosti uneti procijenat realizacije za taj period (slika 3).

Projekt	
Projekt	
Objekat	
Od	
Do	
Aktivnost	
Stv. poč.	
Stv. zav.	
Ukupni % real.	
Preostalo % real.	

Realizacija		
Od	Do	% realiz.

Slika 3: Aplikacija za praćenje realizacije aktivnosti na projektu

Pored toga, treba uneti i stvarne početke i stvarne završetke svake aktivnosti. Na osnovu unetih podataka sistem vrši izmenu plana i to tako što se ponovo provodi proračun "napred-nazad" pri čemu se koriste stvarna trajanja realizovanih aktivnosti kao i njihovi stvarni počeci. Na taj način dobijaju se izmenjeni počeci i završeci narednih aktivnosti.

4. MOGUĆI NAČINI PRIMENE SISTEMA

Formirani informacioni sistem može se koristiti za obavljanje sledećih aktivnosti tokom planiranja i praćenja realizacije projekta: za unos i čuvanje osnovnih podataka o projektima i objektima čija je realizacija u toku, za definisanje mrežnog plana po kome se vrši realizacija projekta, za vođenje evidencije o ponudama i sklopljenim ugovorima na projektu, za primenu važećih i iskustvenih građevinskih normi, za određivanje dinamike realizacije radova, za izradu predračuna radova (po aktivnostima i zbirno), za alokaciju mehanizacije, materijala i radne snage po aktivnostima, za kontrolu dinamike realizacije projekta, za vođenje evidencije o kadrovima unutar građevinskog poduzeća, za vođenje evidencije o stanju materijala i njegovim nabavkama, za posibilističko i probabilističko planiranje projekta i za optimizaciju trajanja projekta u odnosu na ukupne troškove na projektu.

Za sve navedene procese koji su sadržani u predloženom infomacionom sistemu napisane su odgovarajuće procedure i razvijene aplikacije za unos i ažuriranje podataka a formiran je i određen broj izveštaja. Informacioni sistem je potpuno nezavistan i ne oslanja se ni na jedan od postojećih programskih paketa za planiranje i kontrolu realizacije projekta (Microsoft Project, Primavera i slično).

Da bi predloženi informacioni sistem dao očekivane rezultate i unapredio kontrolu realizacije projekta kao i kontrolu kvalitete izvedenih radova, potrebno je da korisnici sistema unose neophodne podatke kao i da vrše njihovo redovno ažuriranje. Pošto se sistemom može tačno utvrditi alokacija resursa (radna snaga, mehanizacija i materijali) po aktivnostima, potrebno je da se u redovnim vremenskim intervalima (predlaže se da to bude dnevno ili eventualno nedeljno), vrši unos podataka o izvedenim radovima. Na taj način uprava preduzeća i klijenti mogu u svakom trenutku vremena da znaju koji radovi su završeni i kako se to odražava na dinamiku radova koji slede. Pored toga, redovno ažuriranje navedenih podataka je bitno i za kontrolu utroška materijala kao i stanja materijala na gradilištu. Predložena ažuriranja obavljao bi šef gradilišta koji bi pri kraju radnog vremena uneo podatke o procentu izvedenih radova. Pošto bi se unos ovih podataka vršio jednom dnevno nije neophodno da na gradilištu postoji replika informacionog sistema, već bi se korišćenjem internet veze vršio direktan unos podataka u bazu podataka koja se nalazi u sedištu građevinskog preduzeća. Predloženi prenos podataka je podržan od strane Oracle platforme tako da se za njega mogu koristiti već napisane procedure.

LITERATURA

- [1] Froese, T., Rankin, J., Yu, K., 1997. Project management application models and computer-assisted construction planning in total project systems, *International Journal of Construction Information Technology*, 5(1), p 39 – 49.
- [2] Rankin, J. H., Froese, T. M., 2002. Information population of an integrated construction management system, *Computer – Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Vol. 17, p 256–268.
- [3] Prašćević, N., 2004. Informacioni sistem za planiranje i praćenje realizacije projekta u građevinarstvu, Doktorska disertacija, Građevinski fakultet, Beograd.