

INFORMACIONI SISTEM ZA PLANIRANJE I KONTROLU REALIZACIJE PROJEKATA U GRAĐEVINARSTVU

INFORMATION SYSTEM FOR PLANNING AND CONTROL OF PROJECT REALIZATION IN CONSTRUCTION



UDK: 69:658.562
Originalni naučni rad

Dr Nataša PRAŠČEVIĆ, dipl. inž. građ.

REZIME

U ovom radu je prikazan informacioni sistem za planiranje i kontrolu realizacije projekata u građevinarstvu. Istaknuta je neophodnost postojanja ovakvog informacionog sistema. Za razvijeni informacioni sistem prikazan je model procesa i model podataka. Informacioni sistem razvijen je korišćenjem programskog paketa Oracle. Dati su i pravci daljeg razvoja informacionog sistema.

Ključne reči: investicioni projekat, informacione tehnologije, građevinarstvo, informacioni sistem, planiranje projekta, kontrola realizacije projekta.

SUMMARY

The information system for planning and control of project realization in construction industry is presented in this paper. For this information system the process and data model are described. The information system is realized in Oracle data base management system. The future developments of information system are presented.

Key words: investment project, information technology, construction industry, information system, project planning, project control.

1. UVOD

Tokom realizacije projekta u građevinarstvu javlja se veliki broj učesnika koji u projektu učestvuju u različitim fazama realizacije. Da bi tim, koji se sastoji od projektanata, inženjera i menadžera, 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 detaljnosti i apstrakcije. Generalno, može se reći da se nedovoljno koriste potencijali postojećeg softvera za praćenje realizacije projekta. Delimično, to može biti posledica neizvršenih organizacionih promena kojima bi se povećala efikasnost korišćenja postojećih aplikacija. Problemi upravljanja projektima detaljno su izloženi u monografiji B. Ivkovića i Ž. Popovića (1992).

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, Rankin i Yu (1997) su uveli pojam sistema totalnog projekta kojim je definisan 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.

Iako svaka od navedenih karakteristika ne predstavlja revolucionarno otkriće ako se posmatraju kao celina one opisuju tip sistema koji trenutno ne postoji. To predstavlja pokušaj da računarski alati za planiranje izgradnje pređu kritičnu tačku posle koje računarski zasnovani modeli za planiranje i realizaciju građevinskih projekata postaju široko rasprostranjeni i korišćeni.

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 da prihvati veliki broj različitih aplikacija, dovoljno detaljan da se u njemu nalaze sve informacije potrebne aplikacijama i dovoljno robusan da bude široko prihvaćen.

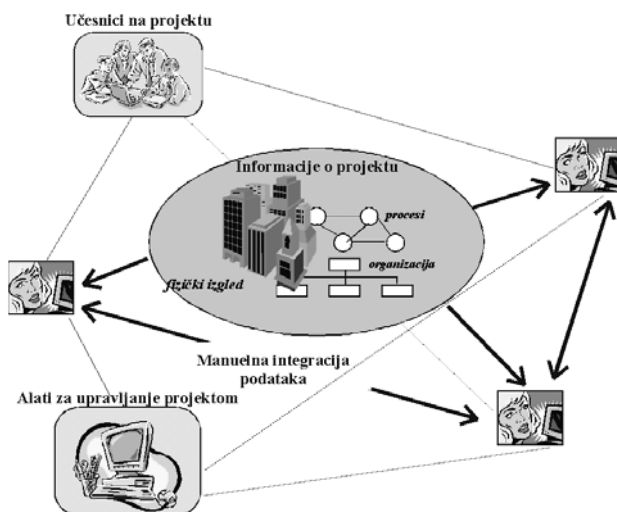
Drugi ključni element sistema totalnog projekta je razvoj različitih modula koji čine sistem. Dok su većina od njih tradicionalne aplikacije za upravljanje projektima, kao što je izrada dinamičkog plana, postoje aplikacije koje omogućavaju automatsku izradu plana izgradnje objekta.

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

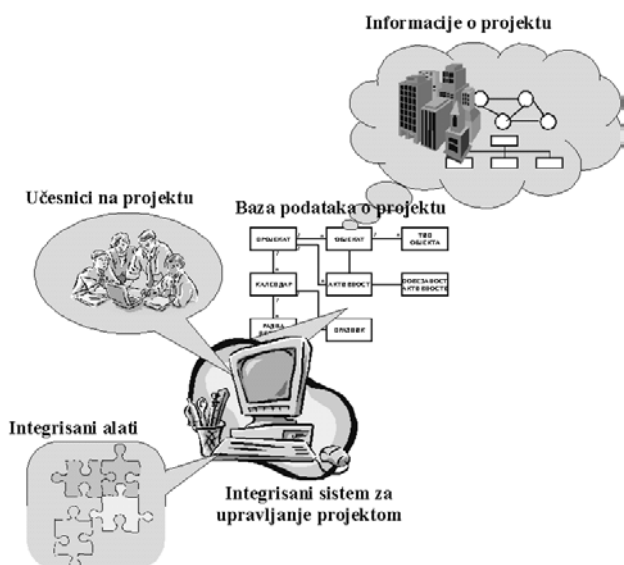
2. KONCEPT SISTEMA TOTALNOG PROJEKTA

Rankin i Froese (2002) trenutnu situaciju korišćenja aplikacija za upravljanje projektima opisuju kao kutiju sa alatima u kojoj se nalaze sve raspoložive aplikacije, koje se, svaka za sebe, koriste za obavljanje pojedinih procesa pri realizaciji projekta (slika 1). Svaka aplikacija koristi određene informacije koje su pri tome prezentovane na različitim nivoima detaljnosti. Na primer, za izradu gantograma potrebni su podaci o vremenu dok su za izradu predračuna radova neophodne informacije o troškovima. Međutim, neke podatke zajedno koristi više aplikacija, što dovodi do problema integracije sistema.

Zbog toga su Froese i Rankin (1997) predložili koncept sistema totalnog projekta (integriranog sistema za upravljanje projektima) u kome se informacije zasnivaju na zajedničkom modelu podataka (slika 2). Ovakav koncept obezbeđuje istu funkcionalnost kao i



Slika 1. Trenutna integracija alata za upravljanje projektima, Rankin i Froese (2002)



Slika 2. Koncept sistema totalnog projekta, Froese i Rankin (1997)

koncept "kutije sa alatima" ali istovremeno pruža i veću konzistentnost informacija.

Kao što je već istaknuto, koncept sistema totalnog projekta karakteriše sveobuhvatnost, integrisanost i fleksibilnost. Navedene karakteristike su neophodne da bi računarski zasnovani alati postali osnovno sredstvo organizacije gradnje objekta a ne samo specijalizovani alati koji se koriste samo za izvršenje specifičnih poduhvata.

Sveobuhvatnost ovakvog sistema ogleda se u činjenici da sistem podržava veći broj aplikacija za upravljanje projektima u građevinarstvu. Sve aplikacije koriste zajedničke informacije o projektu koje su smeštene u jednoj ili više baza podataka koje predstavljaju srž informacionog sistema. To omogućava da se iste informacije dobijaju i kreiraju na različitim nivoima apstrakcije. Ovakvo korišćenje informacija unapređuje sistem upravljanja podacima, odnosno obezbeđuje da sve aplikacije koriste najsvježije podatke. Pored toga, aplikacije mogu da koriste mnogo veći spektar informacija, što povećava i mogućnosti alata za upravljanje izgradnje objekata. Zajedničke informacije ne moraju da se nalaze u jednoj bazi podataka, već mogu biti distribuirane između aplikacija i učesnika na projektu korišćenjem interneta.

Arhitektura sistema totalnog projekta je:

- *otvorena*: posebno ne zavisi ni od jedne informacione tehnologije, odnosno bazirana je na međunarodnim standardima i ne zavisi od tipa baze podataka,
- *modularna*: aplikacije se mogu razvijati posebno a zatim sjediniti u jedan sistem,
- *distribuirana*: mogu je koristiti različiti korisnici.

Funkcionalni moduli i aplikacije su povezani u jedan sistem korišćenjem jedinstvenog interfejsa. To znači da se pojedine aplikacije mogu menjati a da pri tome ostali delovi sistema ostaju nepromenjeni. Pored zajedničkog korišćenja podataka postoji i zajedničko korišćenje i aplikacija od strane različitih učesnika na projektu koji se nalaze na različitim lokacijama. Takođe, aplikacije i podaci o projektu su transparentni. Korisnici ne moraju da znaju gde i kako su locirani podaci koje koriste. Korisnici jedino treba, kroz interfejs, da upute sistemu zahtev za određenim informacijama a sistem će sam da pronade i pokrene odgovarajući modul i vrati tražene podatke.

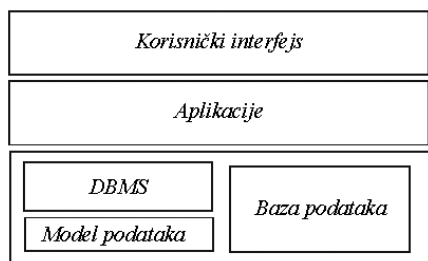
Sistem totalnog projekta se može prikazati kao na slici 2. Integrirani alati predstavljaju "kutiju sa alatima" koja sadrži sve raspoložive aplikacije čiji se izbor vrši kroz interfejs. Sistem svakom alatu obezbeđuje neophodne podatke iz zajedničke baze podataka o projektu, pri čemu podaci mogu biti različitog nivoa detaljnosti i iz različite perspektive. Takođe, sistem prihvata i sve nove informacije koje dobija od aplikacija.

Na primer, prilikom izrade dinamičkog plana izvođenja radova sistem pokreće aplikaciju za izradu plana i prikazuje podatke o postojećem planu. Korisnik može da izvrši neophodne promene čime se menja čitav plan a nove informacije se pomoću interfejsa smeštaju u odgovarajuću bazu podataka.

2.1. Komponente sistema totalnog projekta

Sistem totalnog projekta sastoji se od (slika 3):

- jedinstvenog modela podataka,
- baze podataka,
- aplikacija i
- korisničkog interfejsa.



Slika 3. Komponente sistema totalnog projekta, Praščević (2004)

Sistem se zasniva na jedinstvenom modelu podataka koji obuhvata sve relevantne podatke neophodne za realizaciju građevinskog projekta. Model se sastoji od više podmodela, pri čemu je ključni model podataka za upravljanje projektom, što će biti detaljno objašnjeno u narednom tekstu.

Pošto se model podataka bazira na internacionalnim modelima, to se kao baza podataka može koristiti bilo koji od tipova baza podataka (relacione, objektno – orijentisane) a mogu biti centralizovane ili distribuirane.

Korisnički interfejs ne zavisi od toga koje aplikacije se koriste, a omogućava sagledavanje informacija o projektu iz različitih uglova i nivoa apstrakcije.

Osnovni element integrisanih alata je računarski podržano planiranje gradnje objekta (CACP – Computer assisted construction planing). Računarski podržano planiranje gradnje objekta dozvoljava planiranje gradnje objekta u vidu integrisanih alata za upravljanje projektima i to tako što se u okviru sistema čuvaju informacije neophodne za planiranje gradnje datog objekta kao i sve relevantne informacije o prethodnim projektima. Sve informacije su takvog formata da ih mogu koristiti različite aplikacije. Rezultati dobijeni na osnovu primene ovakvih aplikacija mogu da se koriste u drugim, specijalizovanim alatima za upravljanje projektima.

Da bi se integrisani sistem pravilno koristio neophodno je prikupljanje, održavanje i manipulisanje velikim brojem informacija. Zbog toga sistem mora biti tako kreiran da podržava prikupljanje i kasnije korišćenje informacija koje poseduju različite nivoe detaljnosti a potiču iz različitih izvora tj. obezbeđuju ih različiti učesnici u realizaciji projekta. Osnovne komponente uspešnog sistema su praktični interfejs i uopšteni prilaz problemu. Pošto se u sistemu čuvaju i podaci o ranije realizovanim projektima, moguće je njihovo grupisanje u šablone, čijom se modifikacijom proces planiranja gradnje objekta može delimično automatizovati. Time se smanjuje količina neophodnih podataka koja samo opterećuje proces planira-

nja. Zbog toga, računarski podržano planiranje gradnje objekta zahteva:

- standardni model informacija potrebnih u građevinskoj i s njom povezanim industrijama,
- efikasan i efektivan interfejs koji omogućava manipulaciju velikim brojem informacija,
- hijerarhijski ustrojen okvir pomoću koga je moguće informacije sagledati sa različitih strana i različitih nivoa apstrakcije,
- mogućnost prenosa znanja o planiranju izgrađene objekata sa projekta na projekat.

3. RAČUNARSKI PODRŽANO PLANIRANJE GRADNJE OBJEKATA (CACP)

Kao što je već naglašeno, 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 se 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 efikasno čuvanje i ponovno korišćenje podataka koji su različitog nivoa detaljnosti 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.

3.1. Arhitektura sistema za računarski podržano planiranje realizacije projekta

Sistem za računarski podržano planiranje gradnje 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 pla-

niranje i procenu troškova, a takođe je moguće plan dalje elaborirati korišćenjem dodatnih informacija.

Sistem za računarski podržano planiranje realizacije objekata formiran je i detaljno prikazan u doktor-

skoj disertaciji autora (2004). Baza podataka u ovom informacionom sistemu razvijena je primenom Oracle sistema za upravljanje bazama podataka.

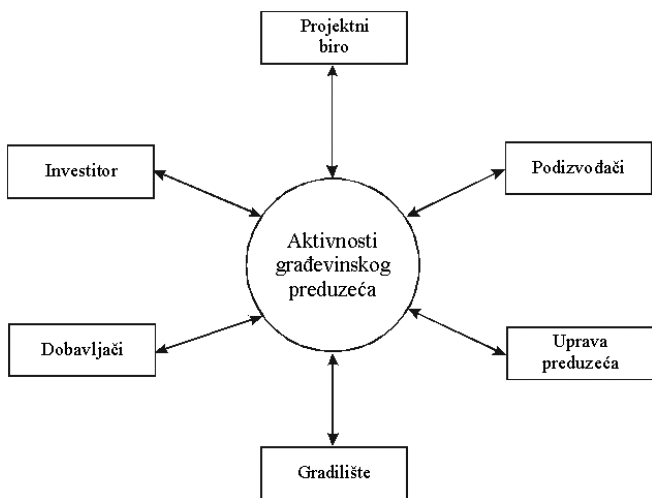
4. MODEL PROCESA

Pre razmatranja modela podataka potrebno je izvršiti analizu svih procesa koji se javljaju prilikom realizacije građevinskog projekta, kao i tokova podataka. Kao što je već nekoliko puta naglašeno u realizaciji građevinskog projekta učestvuje veći broj učesnika. Na slici 4 su prikazani učesnici projekta sa stanovišta glavnog izvođača radova. Pored ovih učesnika, u situaciji kada građevinsko preduzeće ne raspolaže kompletnom potrebnom mehanizacijom, može se pojaviti preduzeće od koga će se mehanizacija iznajmiti.

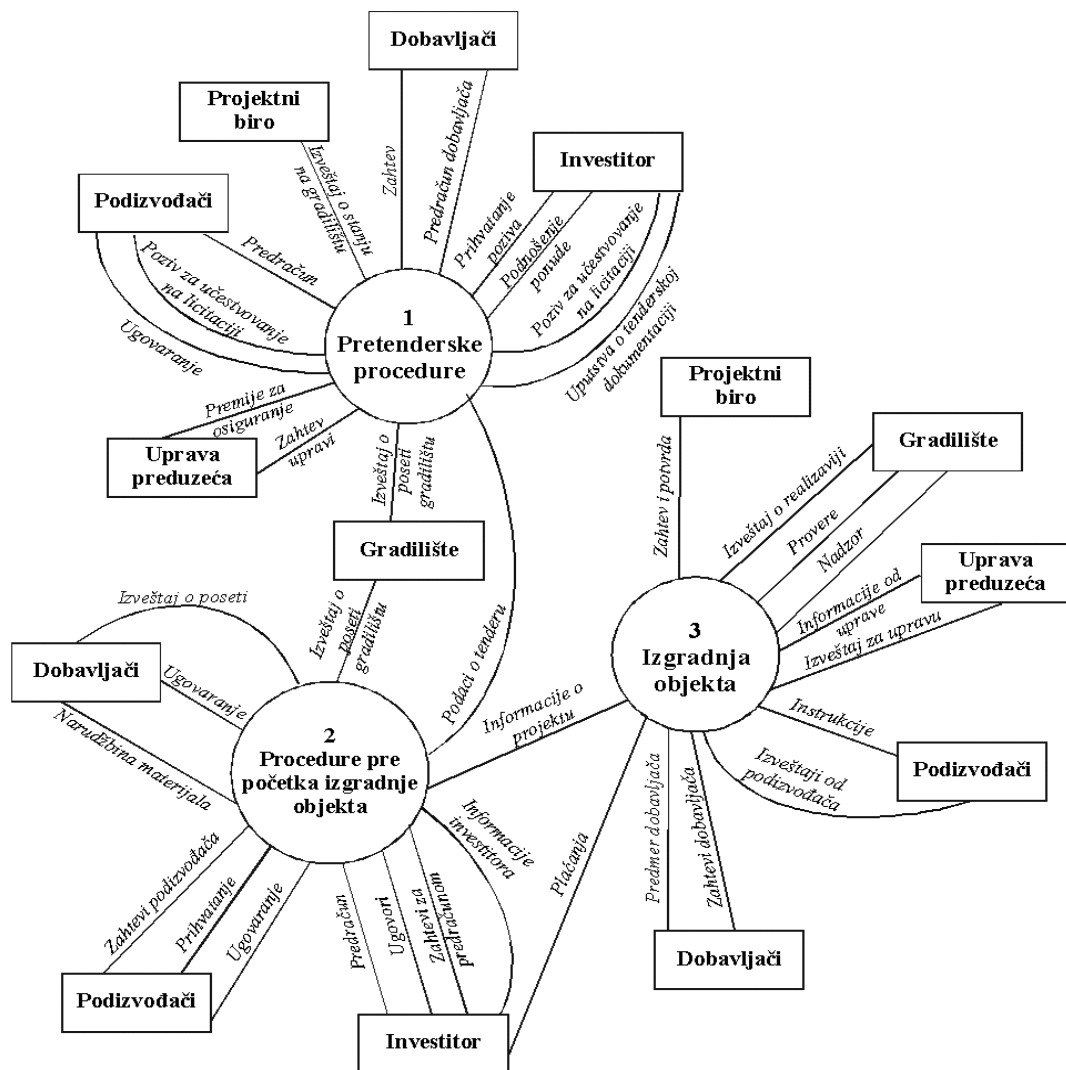
Sve aktivnosti glavnog izvođača radova na ovoj slici su prikazane jednim krugom, a on će se kasnijom dekompozicijom raščlaniti u veći broj krugova na različitim nivoima detaljnosti.

Svi procesi pri realizaciji građevinskog projekta se mogu grupisati u sledeće tri glavne celine (slika 5):

- pretenderske procedure,
- procedure pre početka izgradnje objekta i
- izgradnja objekta.



Slika 4. Učesnici na projektu sa stanovišta glavnog izvođača – dijagram konteksta, Prašević (2004)



Slika 5. Dijagram toka podataka za realizaciju građevinskog projekta, Prašević (2004)

Navedene celine predstavljaju dijagram toka podataka na nultom nivou dekompozicije.

Svaka od navedenih celina se u daljoj dekompoziciji razlaže na veći broj procesa i njima odgovarajućih tokova podataka.

5. MODEL PODATAKA

Kao što je već naglašeno integrisani sistem za planiranje i praćenje realizacije projekta koristi zajednički model podataka na nivou čitavog projekta. U ovom radu je razvijen originalni model podataka i odgovarajući softver. Na osnovu usvojenog modela:

- vrši se strukturiranje svih podataka za sve aplikacije koje se koriste unutar sistema,

- razmena podataka informacija između aplikacija unutar sistema,

- razmena podataka sa drugim aplikacijama, 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 predrachuna,

- 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,

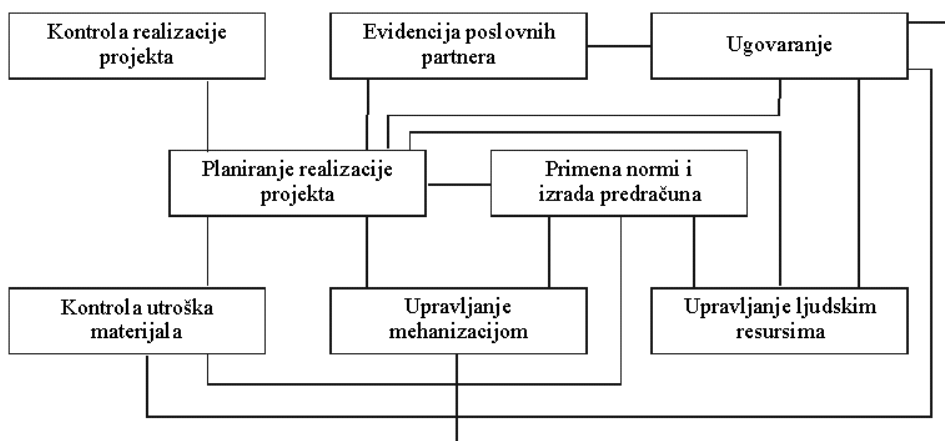
- podsistem za upravljanje dokumentima,

- podsistem za posibilističko i probabilističko planiranje i

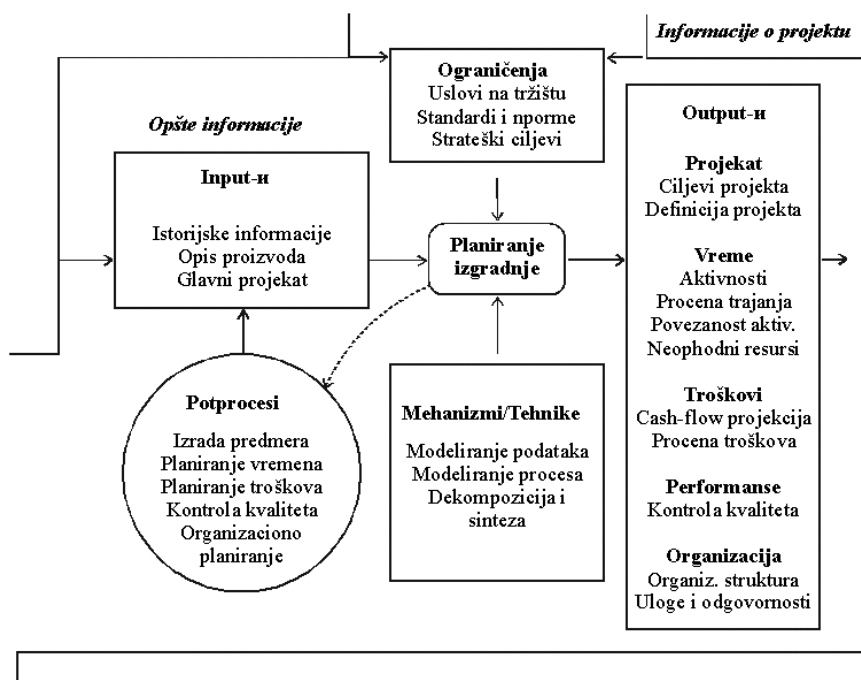
- podsistem za optimizaciju trajanja projekta.

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 eksportovati iz sistema i koristiti u drugim komercijalnim aplikacijama za planiranje i praćenje realizacije projekta. Povezanost podsistema prikazana je na slici 6.

Na slici 7 su prikazani ulazni i izlazni rezultati primene sistema za računarski podržano planiranje realizacije objekta. Kao što je već naglašeno, osnovni cilj



Slika 6. Struktura informacionog sistema za planiranje i praćenje realizacije građevinskog projekta, Prašćević (2004)



Slika 7. Procesi koje podržava informacioni sistem za planiranje i praćenje realizacije projekta, Prašćević (2004)

bio je razvoj svih aplikacija za upravljanje projektima u okviru jedinstvenog modela za upravljanje projektima, što predstavlja alternativno rešenje trenutnoj situaciji u kojoj se različite aplikacije nezavisno koriste.

Kao ulazni podaci u sistemu se koriste opšte i informacije vezane za projekat (opis objekta i glavni projekat). Sistem u obzir uzima i sledeća ograničenja: stanje na tržištu (domaćem i stranom), važeće standarde i građevinske norme i strateške ciljeve preduzeća. U okviru sistema se koriste tehnike modeliranja podataka i procesa, planiranja, analize, dekompozicije i sinteze.

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

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

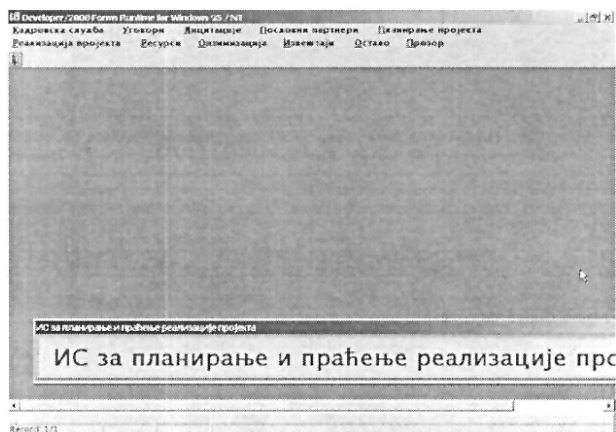
U daljem radu biće detaljno prikazani i objašnjeni svi podsistemi sistema za računarski podržano planiranje i praćenje realizacije projekta u građevinarstvu.

Sve aplikacije koje su razvijene u okviru informacionog sistema pokreću se iz osnovnog menija (slika 8). Kao što se sa slike može videti, aplikacije su, prema funkcijama, grupisane u 10 podmenija.

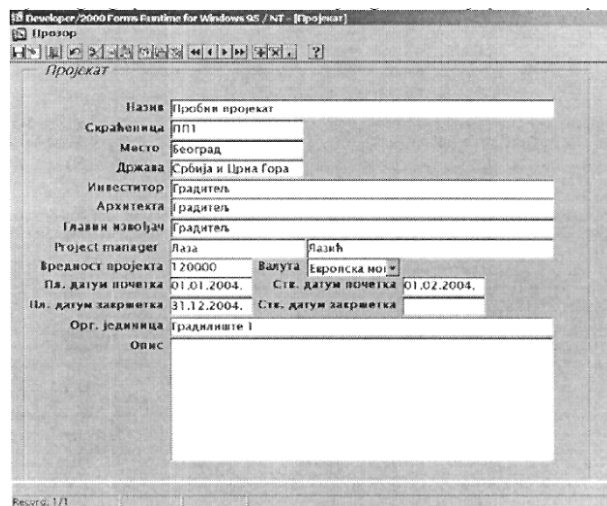
U nastavku rada biće detaljno prikazani sledeći podsistemi: za planiranje realizacije projekta, za normiranje radova i izradu predračuna, za praćenje realizacije projekta i za ugovaranje.

5.1. Podsystem za planiranje realizacije projekta

U podsystemu za planiranje realizacije projekta, koji je ovde razvijen, nalaze se osnovni podaci o svim projektima koji su već realizovani ili čija je realizacija u toku. U okviru projekata se može realizovati veći broj objekata, pa se zbog toga moraju uneti i podaci o



Slika 8. Osnovni meni informacionog sistema za planiranje i praćenje realizacije projekta



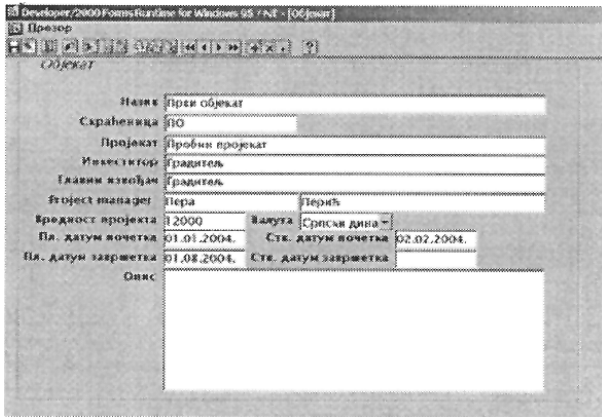
Slika 9. Forma za unos podataka o projektima

svim objektima na datom projektu. Pri tome je dozvoljeno da objekti budu različitog tipa.

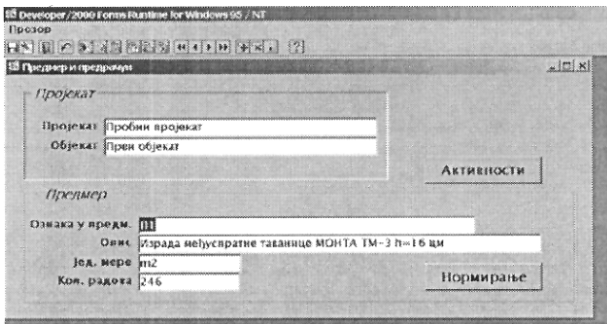
Unos podataka o projektu vrši se pomoću forme *Planiranje projekta/Projekat* (slika 9). Sistem automatski, svakom novom projektu, dodeljuje šifru projekta, dok korisnik unosi sledeće podatke: naziv projekta, skraćenicu naziva projekta, mesto i državu gde se projekat realizuje, učesnike na projektu (investitor, glavni izvođač, arhitekta, project manager). Prilikom unosa učesnika na projektu vrši se izbor iz tabele Poslovni partneri, a u slučaju da učesnik nije ranije unet u pomenutu tabelu, moguće ga je sada uneti. Project manager se bira sa spiska zaposlenih u preduzeću. 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 objekta u okviru projekta, a njihov unos vrši se pomoću forme *Planiranje projekta/Objekat* (slika 10). Pre početka unosa podataka o objektima potrebno je izabrati kom projektu objekti pripadaju.

Svaki objekat podeljen je na pozicije. Unos podataka o pozicijama vrši se preko forme *Planiranje projekta/Normiranje* (slika 11). Pre unošenja podataka o pozicijama u okviru dela *Projekat* treba definisati kom projektu i objektu pozicije pripadaju. Prilikom unošenja podataka o poziciji sistem automatski dodeljuje šifru pozicije, ali korisnik može uneti i šifru koja je poziciji dodeljena u predmeru. Za svaku poziciju se unosi naziv pozicije, opis i predmer (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 je-



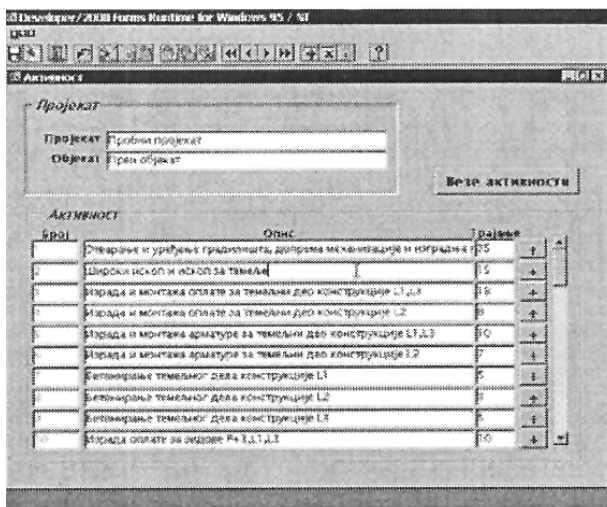
Slika 10. Forma za unos podataka o objektima na projektu



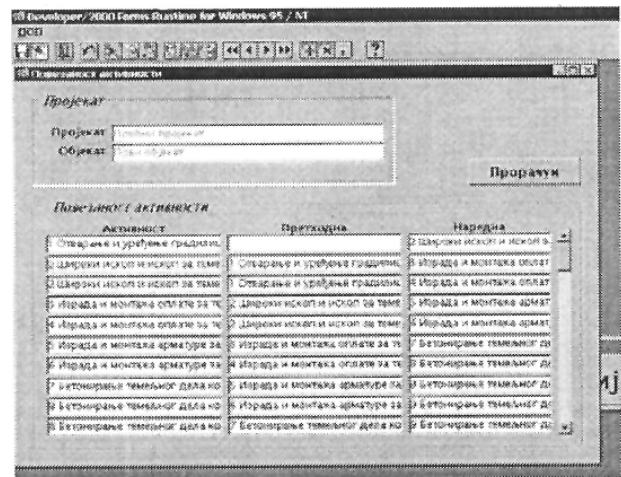
Slika 11. Forma za unos podataka o predmeru

dnu aktivnost. Automatsko generisanje aktivnosti vrši se klikom na dugme *Aktivnost*, dok se grupisanje pozicija u aktivnosti vrši u okviru forme *Planiranje projekta/Aktivnost–predmer* (slika 22).

Ako se aktivnosti ne generišu automatski na osnovu unetih pozicija radova, neophodno je pomoću forme *Planiranje projekta/Aktivnost* (slika 12) uneti aktivnosti na projektu, njihovo trajanje i međusobne veze. Pri tome se obavezno unosi naziv aktivnosti, dok se broj aktivnosti određuje automatski, a klikom na dugme + vrši se unos aktivnosti u odgovarajuću tabelu.



Slika 12. Forma za unos podataka o aktivnostima na projektu



Slika 13. Forma za unos podataka o međusobnim vezama aktivnosti na projektu

Posle unosa svih aktivnosti klikom na dugme *Veze aktivnosti*, prelazi se u formu u kojoj je moguće uneti međusobnu povezanost aktivnosti, tj. za svaku aktivnost određuju se prethodne i naredne aktivnosti (slika 13).

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, korišćenjem forme *Planiranje projekta/Radna nedelja* definiše dužina radne sedmice (slika 14),
- posebno se u okviru forme *Planiranje projekta/Praznik* definišu neradni dani koji predstavljaju praznike (slika 14).

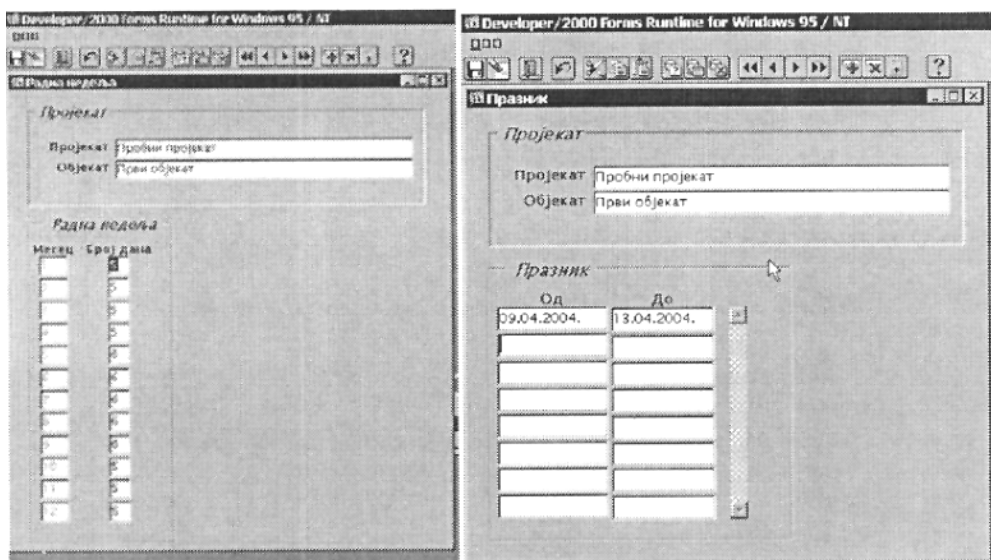
Pošto se za projekat unese kalendar radnih dana klikom na dugme *Proračun*, koje se nalazi u formi *Planiranje projekta/Aktivnost/Veze aktivnosti* (slika 13), primenom odgovarajućih procedura, a na osnovu izraza prikazanih u poglavlju 5, sistem automatski vrši proračun napred–nazad i određuje rani početak, 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 vrši predračun radova i određuje neophodne količine materijala za realizaciju pojedinih aktivnosti. O ovome će više reči biti prilikom analize podsistema za normiranje i predračun radova.

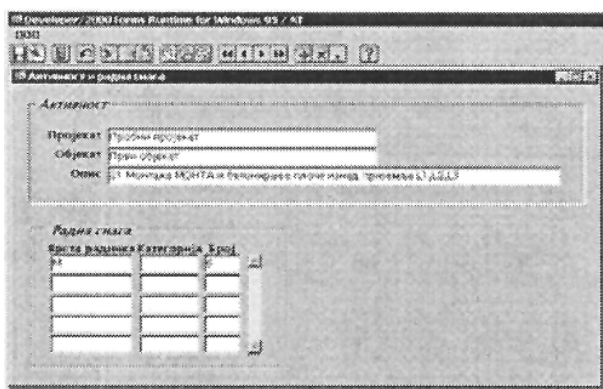
Za svaku unetu aktivnost potrebno je definisati i sastav radne brigade. Ovo se obavlja korišćenjem forme *Planiranje projekta/Aktivnost–radna snaga* (slika 14), pri čemu se za izabranu aktivnost određuje vrsta i kategorije radnika kao i njihov broj.

U okviru ovog podsistema kreirani su i sledeći izveštaji: Spisak aktivnosti, Datumi aktivnosti, Prethodne aktivnosti i Naredne aktivnosti, čiji je izgled dat u Prilogu 1.

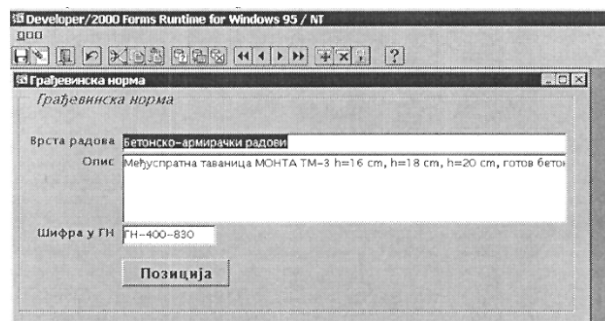
Funkcionisanje informacionog sistema provereno je na primeru stambenog objekta P+3 čiji je mrežni plan dat u knjizi G. Ćirović (2002).



Slika 14. Forme za unos podataka o broju radnih dana (slika levo) i neradnim danima (slika desno)



Slika 15. Forma za unos podataka o radnoj brigadi za svaku aktivnost



Slika 16. Forma za unos podataka o građevinskim normama

5.2. Podsistem za normiranje radova i izradu predračuna

U okviru sistema ugrađene su važeće građevinske norme tako da se sistem može da koristi i za normiranje radova na objektu.

Iako su u sistem uneti normativi i standardi rada u građevinarstvu, korisnik može da ubaci i nove normative ili izmeni postojeće. Unos novih normi vrši se pomoću forme *Ostalo/Građevinske norme* (slika 16) iz koje se pozivaju druge forme potrebne za unos svih podataka neophodnih za normiranje.

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 treba klikom na dugme *Pozicija* aktivirati normu za unos podataka o različitim situacijama za posmatranu normu (slika 17).

Svaka norma može da se sastoji 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 nume-

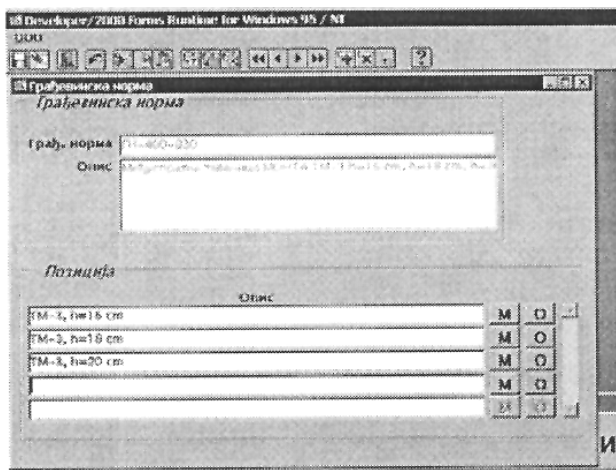
rički označene. Klikom na dugme *O* otvara se nova forma (slika 18) u kojoj se unose opisi svih operacija date situacije. Pošto je za realizaciju operacija potrebno angažovanje različitih vrsta i kategorija radnika, potrebno je u delu *Normativi vremena* uneti vrstu i kategoriju radnika kao i jedinični normativ vremena.

Pored toga za svaku operaciju definisani su i neophodni materijali i količine. Formi za unos ovih podataka (slika 19) pristupa se klikom na dugme *M* u formi *Ostalo/Građevinska norma/Pozicija* (slika 17).

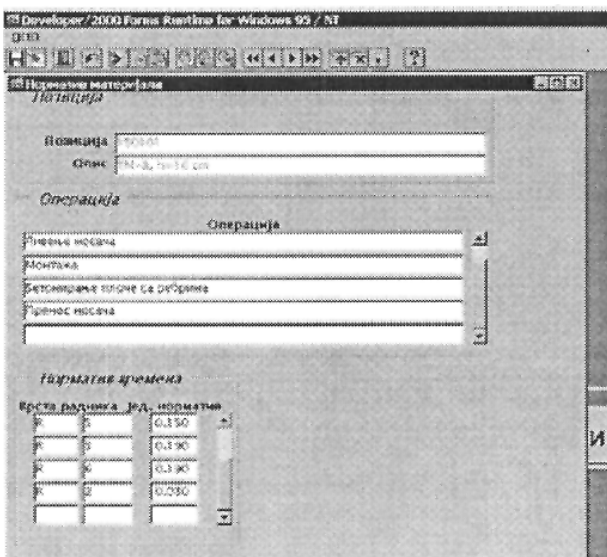
Na osnovu do sada iznetog sledi da šifra pozicije, koja se automatski generiše, predstavlja šestocifrenu oznaku koja se sastoji od šifre vrste radova, oznake situacije i oznake operacije i to prema sledećoj šemi **RRSSOO**.

U okviru sistema uneti su i podaci o cenama materijala, radne snage i mehanizacije kod nas i u svetu, o čemu će biti više reči prilikom opisa odgovarajućih podsistema.

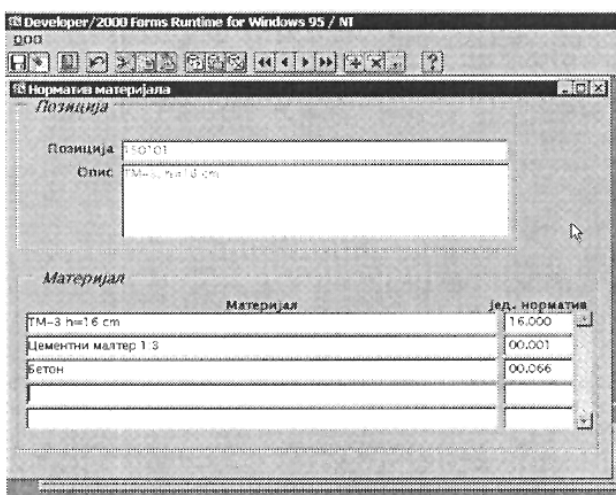
Navedeni podaci se koriste za izradu predračuna radova. Da bi se sačinio predračun radova potrebno je za svaku poziciju iz predmera radova izabrati normative koji je opisuju, a sistem će automatski odrediti potrebne količine i jedinične troškove materijala kao i jedinične troškove radne snage. Ovo se obavlja u okviru forme *Planiranje projekta/Normiranje* (slika 20). U ovoj formi prvo treba sa spiska unetih pozicija izabrati poziciju i vrstu radova a zatim u delu *Građevinske nor-*



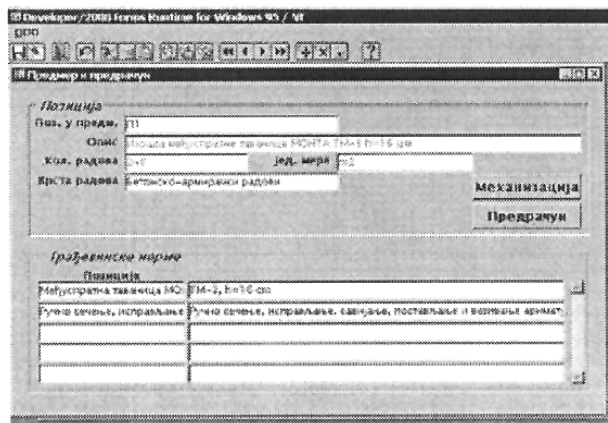
Slika 17. Forma za unos podataka o različitim situacijama za određenu građevinsku normu



Slika 18. Forma za unos podataka o jediničnim normativima vremena



Slika 19. Forma za unos podataka jediničnim normativima materijala



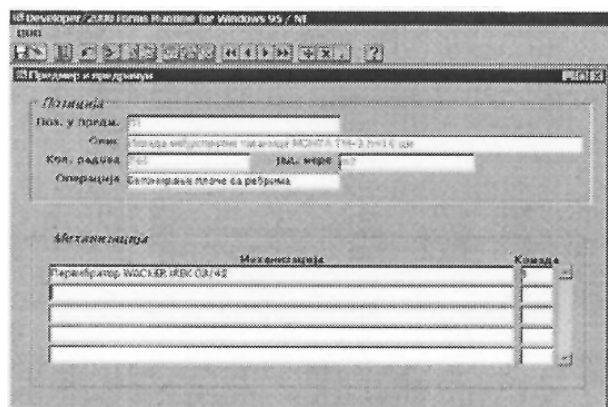
Slika 20. Forma za unos podataka o građevinskim normama koje se koriste za normiranje izabrane pozicije

me izabrati koje norme opisuju posmatranu poziciju. Broj normi koje se mogu dodeliti nekoj poziciji je neograničen.

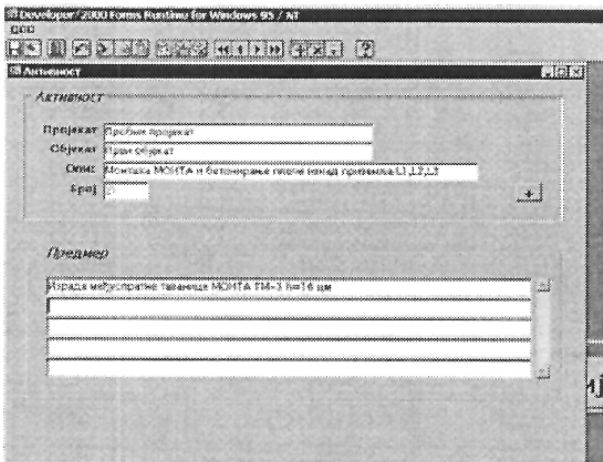
Pošto u važećim normativima nije definisana potrebna mehanizacija za izvršavanje pojedinih pozicija, korisnik mora sam da definiše neophodnu mehanizaciju. Da bi se to uradilo treba kliknuti na dugme *Mehanizacija*, nakon čega se otvara nova forma (slika 21). U okviru ove forme za svaku operaciju, koja se bira sa liste operacija za posmatranu poziciju, u delu mehanizacija 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 da se unesu podaci o celokupnoj mehanizaciji.

Nakon klika na dugme *Proračun* sistem određuje jedinične troškove mehanizacije, radne snage i materijala. Ukupni troškovi se mogu sračunati samo ako je prethodno unet predmer radova za svaku od pozicija.

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 forme *Planiranje projekta/Aktivnost-predmer* (slika 22). U formi se prvo u delu *Aktivnost* sa spiska aktivnosti koje postoje na izabranom projektu bira aktivnost a zatim se u delu *Predmer* sa spiska pozicija u



Slika 21. Forma za unos podataka o mehanizaciji koja se angažuje za realizaciju izabrane pozicije



Slika 22. Forma za povezivanje predmera i aktivnosti

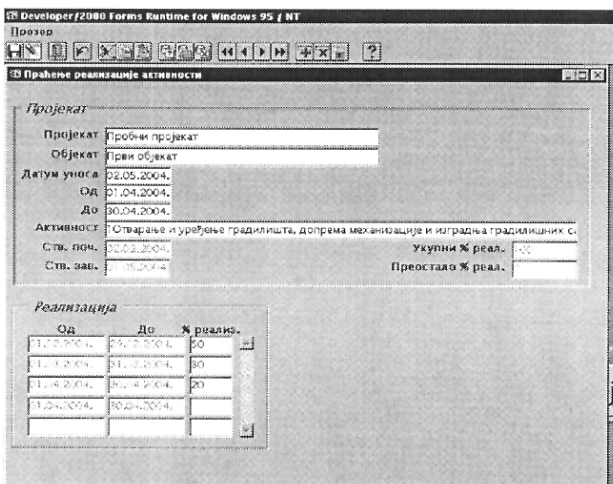
predmeru bira jedna ili više pozicija koje pripadaju izabranoj aktivnosti.

5.3. Podsystem za praćenje realizacije projekta

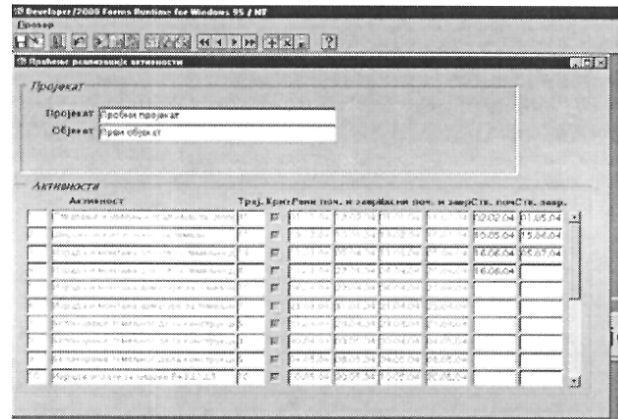
Podsystem za praćenje realizacije projekta u direktnoj je vezi sa sistemom za planiranje projekta, tako da su i neke tabele zajedničke.

Tokom realizacije projekta korisnik, u određenim vremenskim intervalima unosi procenat realizacije svih aktivnosti koje su se realizovale u posmatranom periodu. Ovo se obavlja pomoću forme *Realizacija projekta/Realizacija aktivnosti* (slika 23). 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 procenat realizacije za taj period.

Pored toga potrebno je, korišćenjem forme *Realizacija projekta/Praćenje realizacije* (slika 24), uneti i stvarne početke i stvarne završetke svake aktivnosti. Na osnovu unetih podataka sistem vrši izmenu plana i to tako što se ponovo sprovodi proračun "napred-nazad", pri čemu se koriste stvarna trajanja realizovanih



Slika 23. Forma za unos podataka o procentu realizacije aktivnosti



Slika 24. Forma za unos podataka o stvarnim počecima i završecima aktivnosti

aktivnosti kao i njihovi stvarni počeci. Na taj način dobijaju se izmenjeni počeci i završeci narednih aktivnosti.

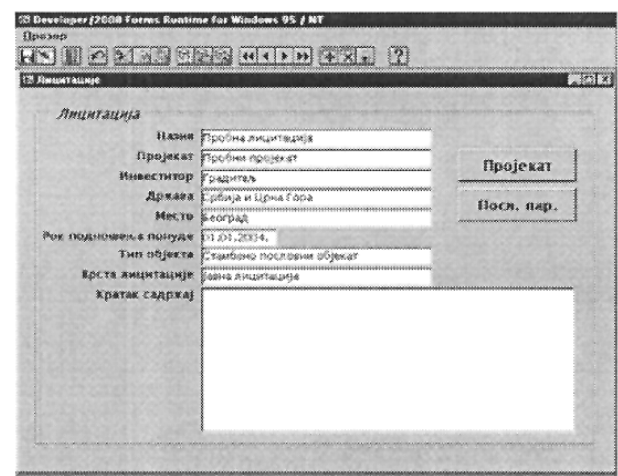
5.4. Podsystem za ugovaranje

Podsystem za ugovaranje sastoji se iz tri celine: licitacije, ponude i ugovori.

U okviru celine koja se odnosi na licitacije evidentiraju se osnovni podaci o svim licitacijama na kojima je preduzeće učestvovalo kao i o tome da li je ponuda prihvaćena ili ne.

Podaci o licitacijama unose se preko forme *Licitacije/Licitacije* (slika 25). Pri tome treba uneti naziv licitacije, a zatim sa liste *Projekata* izabrati projekat za koji se licitacija odnosi, odnosno sa liste *Investitor* izabrati naziv investitora. Ako podaci o projektu, odnosno investitoru nisu prethodno uneti, može se klikom na dugme *Projektat*, odnosno *Poslovni partner* pozvati odgovarajuća forma u kojoj se vrši unos neophodnih podataka. Pored naziva projekta i investitora, treba uneti i sledeće podatke: državu i mesto gde je licitacija raspisana, rok podnošenja ponude, tip objekta za koji je licitacija raspisana i vrstu licitacije.

Celina ponude sadrži podatke o ponudama koje je preduzeće primilo za svaku licitaciju koju je raspisa-



Slika 25. Forma za unos podataka o licitacijama

Slika 26. Forma za unos podataka o ponudama

lo. Unos podatka obavlja se pomoću forme *Licitacije/Ponude* (slika 26). U ovoj formi prvo treba izabrati na koju licitaciju se ponuda odnosi, a zatim treba definisati da li se ponuda odnosi na izvođenje radova, nabavku materijala i opreme ili angažovanje radne snage. Pored osnovnih podataka o ponudi (naziv ponuđača, datum slanja i prijema ponude, jedinična cena, količina i ukupna cena, rok realizacije) evidentira se i način prijema ponude i da li je ponuda prihvaćena.

Pošto se ponude prihvate potrebno je potpisati i ugovor na osnovu koga će se ponuda realizovati. U celini ugovori vodi se evidencija o svim potpisanim ugovorima bez obzira da li je preduzeće pri tome izvođač ili investitor. Za unos podataka o ugovorima koristi se forma *Ugovori/Ugovori* (slika 27). Za svaki ugovor definiše se: naziv ugovora, projekat, nazivi ugovornih strana, datum sklapanja, na šta se ugovor odnosi (izvo-

Slika 27. Forma za unos podataka o ugovorima

Врста	Код	Јед. мере	Јед. цена	Укупно	Валута	Рок
Припремни рад	4560.25	метар ква	4.45	20293.11	Српски динар	31.09.2004.
Земљани рад	85000	метар куб	1.25	18750.	Српски динар	31.05.2004.

Slika 28. Forma za unos podataka o sadržaju izabranog ugovora

Анекс	Датум анекса	Врста	Јед. цена	Укупно	Рок
Додатни услови уговора	31.05.2004.	П	1222000.	1222000.	31.05.2004.
Додатни услови уговора	31.05.2004.	П	1450000.	1450000.	31.05.2004.

Slika 29. Forma za unos podataka o sadržaju анекса изабраног уговора

đenje radova, nabavka materijala i slično), ukupna cena i tip ugovora (osnovni ili aneks). U slučaju osnovnog ugovora treba kliknuti na dugme *Sadržaj* kako bi se otvorila nova forma za unos sadržaja ugovora (slika 28).

Međutim, ako je reč o aneksu ugovora, treba u formi *Ugovori/Ugovori* definisati osnovni ugovor a zatim klikom na dugme *Sadržaj анекса* pokrenuti formu za unos sadržaja (slika 29). Pri tome sistem automatski prikazuje sadržaj osnovnog ugovora kao i svih анекса koji su već potpisani a odnose se na posmatrani ugovor.

6. MOGUĆI NAČINI PRIMENE SISTEMA

Formirani informacioni sistem se može 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 praćenje dinamike realizacije projekta,
- za vođenje evidencije o kadrovima unutar građevinskog preduzeća,
- za vođenje evidencije o stanju materijala i njegovim nabavkama,
- za posibilitičko i probabilističko planiranje projekta,
- za optimizaciju trajanja projekta u odnosu na ukupne troškove na projektu.

Za sve navedene procese koji su sadržani u predloženom informacionom sistemu napisane su odgovarajuće procedure i razvijene forme 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 praćenje realizacije projekta (Microsoft Project, Primavera i slično).

Da bi predloženi informacioni sistem dao očekivane rezultate i unapredio praćenje realizacije projekta kao i kontrolu kvaliteta izvedenih radova, potrebno je da korisnici sistema unose neophodne podatke kao i da vrše njihovo redovno ažuriranje. Pošto se sistemom može tačno da utvrdi 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. Ovaj unos se obavlja pomoću forme *Realizacija projekta/Praćenje realizacije* (slika 23). Na taj način menadžment preduzeća i klijenti mogu u svakom trenutku vremena da znaju koji radovi su završeni i kako se to održava na dinamiku radova koji slede. Pored toga redovno ažuriranje navedenih podataka je bitno i za praćenje utroška materijala kao i stanja materijala na gradilištu. Predložena ažuriranja obavljao bi šef gradilišta, koji bi na kraju radnog vremena uneo podatke o procentu realizacije 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. Naravno, pretpostavlja se da građevinsko preduzeće ima svoj Web server.

Kao što je već istaknuto, sastavni deo sistema je i kadrovska služba, koja pruža mogućnost menadžmentu preduzeća da zna raspored i raspoloživost kadrova. Ako se vrši redovan unos podataka o kadrovima (njihov raspored po dužnostima i položaj u preduzeću) uz odgovarajuće tačne podatke o radovima u toku moguće je, pomoću predloženog sistema, da se za svaki dan tačno zna koji će radnik obavljati koje poslove.

7. PRAVCI DALJEG RAZVOJA

Na osnovu postignutih rezultata i donetih zaključaka predlažu se sledeći pravci daljeg razvoja informacionog sistema:

1. Analizom procesa i tokova podataka koji se javljaju prilikom realizacije građevinskog projekta,

može se zaključiti da je broj transakcija relativno mali (podaci se u najboljem slučaju ažuriraju jednom dnevno a u većini slučajeva je to i ređe). Zbog toga se ne preporučuje korišćenje distribuirane baze podataka već, je bolje da je baza podataka centralizovana i da su svi podaci smešteni na serveru koji se nalazi u sedištu građevinske firme. Unos podataka sa gradilišta bi se vršio preko interneta i primenom nekog od komercijalnih Web browser-a. Da bi se to ostvarilo potrebno je pored informacionog sistema, koji je već razvijen, kreirati i Web server kao i određeni broj aplikacija, preko kojih bi ovlašćeni korisnici primenom interneta mogli da pristupe bazi podataka. Primiteljni podaci bi se, preko postojećih procedura, obrađivali i unosili u centralnu bazu podataka.

2. Postojeći informacioni sistem bi trebalo povećati sa nekom od komercijalnih CAD aplikacija, što bi omogućilo automatizaciju procesa izrade predmeta radova. Naravno, to pretpostavlja da su svi crteži dostupni i u elektronskoj formi. Na ovaj način bi se izvršilo povezivanje procesa projektovanja objekta sa procesom planiranja i praćenja izgradnje, a takođe bi se povećao i stepen automatizacije procesa izrade predračuna radova i primene građevinskih normi.

3. U razvijenom informacionom sistemu, kao što je već objašnjeno, u potpunosti je podržan proces ugovaranja i praćenja realizacije ugovora. Sistem bi se mogao proširiti i procesom praćenja naplate izvedenih radova, čime bi se poboljšao uvid u finansijske tokove na građevinskom projektu.

4. U predloženom informacionom sistemu bi se, pored navedenih podataka, mogli čuvati i podaci o izvedenom stanju objekta, čime bi se sistem proširio i sistemom potrebnim za održavanje objekta (facility management). Na ovaj način bi se poboljšala i kontrola kvaliteta izvedenih radova, što je jedan od bitnih faktora uspešne realizacije projekta.

LITERATURA

- [1] Atkin, B., "Measuring information integration in project team", Durability of Building Materials and Components 8, Institute for Research in Construction, Ottawa, pp 2791–2802, 1999.
- [2] Čirović, G., Problemi planiranja, organizacije i tehnologije gradjenja, Viša građevinsko-geodetska škola, Beograd, 2002.
- [3] DeMarco, T., Structured Analysis and System Specification, Prentice Hall, 1979.
- [4] Ivković, B., Popović, Ž., Upravljanje projektima u građevinarstvu, Jugoimport, Nauka, Beograd, 1994.
- [5] Finch, E., Net Gain in Construction, Butterworth-Heinemann, 2000.
- [6] Froese, T., Rankin, J., Yu, K., "Project management application models and computer-assisted construction planning in total project systems", International Journal of Construction Information Technology, 5(1), pp 39–49, 1997.
- [7] Prašćević, N., Informacioni sistem za planiranje i praćenje realizacije projekta u građevinarstvu, Doktorska disertacija, Građevinski fakultet, Beograd, 2004.
- [8] 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.