

# ELEMENTARNI MODEL ZA ANALIZU I PROCENU TROŠKOVA U GRAĐEVINARSTVU

UDK 72 011.003.12  
Prehodno saopštenje

Prof. dr Branislav IVKOVIĆ, dipl. inž. građ.  
Željko POPOVIĆ, dipl. inž. građ.  
Martaš PRAŠČEVIĆ, dipl. inž. građ.

*U radu su kratko navedeni principi i procedura procene troškova u građevinarstvu. Posebno je ukazano na značaj rane procene troškova, koja veoma mnogo utiče na poslovnu odluku o ozbiljnijem anažovanju na projektu. Kao pogodni za konceptualnu i preliminarnu procenu, navode se obrazlaže elementarni model i navode primeri i zaključci proizašli iz istraživanja na Građevinskom fakultetu u Beogradu.*

*Ključne reči: upravljanje projektima u građevinarstvu, procena troškova, modeli troškova, procedura procene.*

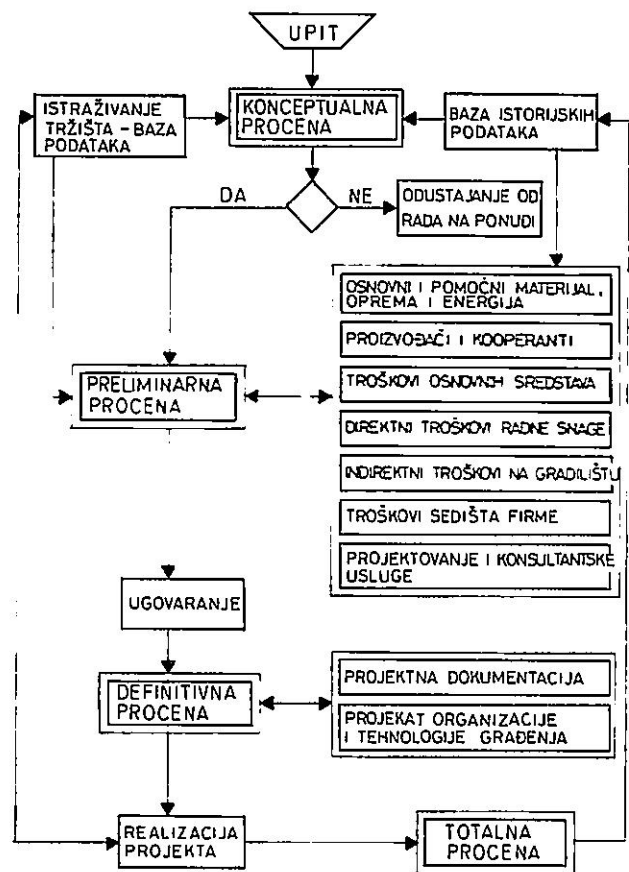
## I. PRINCIPI PROCENE TROŠKOVA U GRAĐEVINARSTVU

Procena troškova u građevinarstvu je polazna osnova na kojoj se zasnivaju kontakti učesnika i eventualno zaključenje ugovora o izgradnji ili pružanju usluga. Cena je osnovni elemenat svake ponude i ugovora, pa ne treba posebno isticati značaj njenog što realnijeg sagledavanja. Zbog toga svoje i tuđe troškove, na nivou svojih potreba i znanja, procenjuju svi: investitori, izvođači, proizvođači opreme, isporučioči materijala, transporter, projektanti. Svako od njih teži da što bolje sagleda svoje mogućnosti u konkretnom poslu, ali i da "zaviri" u karte suparnika.

Na slici 1 prikazan je mogući metodološki pristup izradi procena tokom razvoja projekta, od izrade ponude do konačnog obračuna.

Konceptualna procena je prva procena koja se u firmi obavlja za neki projekat. Kako se na slici 1 može videti ona je i osnovni izvor podataka za donošenje poslovne odluke o tome da li je opravdano otpočeti rad na izradi ponude ili ne. U konceptualnoj proceni sagledavaju se ukupni uslovi realizacije mogućeg posla i određuje red veličina troškova na projektu, uz minimalni utrošak vremena i ljudskog rada.

Preliminarna procena je dalji korak u sagledavanju budućeg posla i osnovni izvor podataka o troškovima tokom izrade ponude. Njena tačnost bi trebalo da se kreće u granicama od 10% do 15% (u praksi i do 20%). Da bi uspešno bila izvršena, potrebno je da se raspolaze preciznijim informacijama sa lokalnog tržišta, opštim podacima o objektu, osnovnim planovima objekta i listom glavne opreme. Ona treba da sadrži obim i vrste poslova koje određeni tip projekta zahteva u skladu sa zahtevima ugovora.



Slika 1. Pristup proceni troškova tokom realizacije projekta, pojednostavljena shema

Definitivna procena je, pre svega, norma prema kojoj se kontrolišu troškovi, ali je i okvir za proveru izvršenih procena tokom realizacije projekta. Da bi mogla biti kvalitetno urađena, potrebno je da je objekat u potpunosti definisan, tj. da je urađena projektna dokumentacija i sagledan kompletan tok svih proizvo-

Adrese autora: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 11000 Beograd, Bulevar revolucije 73

čini procesa na gradilištu. Podrazumeva se, da je za-  
 ključena lista glavne opreme sa crtežima i glavnim  
 opisima, da su završene sve projektne i izvodačke spe-  
 cifikacije. Očekuje se (po nekim istraživanjima i prak-  
 tičnim iskustvima neopravdano!) da odstupanje  
 definitivne procene od stvarne (totalne) vrednosti  
 projekta, koja se proračunava konačnim obračunom,  
 ne prelazi 5%. Za generalnog izvođača definitivna  
 procena ima izuzetan značaj sa aspekta interne raspo-  
 dele realizovanih finansijskih sredstava u okviru izvo-  
 dačke grupacije. Na bazi kvalitetne definitivne  
 procene generalni izvođač formira svoju poslovnu  
 strategiju kako ka investitoru i naplati realizovanog  
 posla, tako i ka svojim podizvođačima i kooperantima  
 i plaćanju njihovog dela učešća u posmatranim vre-  
 menskim periodima.

Totalna procena realizovanog posla se obavlja  
 konačnim obračunom i primopredajom izvršenih ra-  
 dova, i, ona pre, svega predstavlja osnovni izvor ula-  
 znih podataka za bazu istorijskih podataka. Korisnost  
 tako dobijenih informacija ogleda se u obradi ponuda  
 za buduće poslove.

Tokom izrade ponude troškovi se mogu podeliti  
 na *direktni* i *indirektni* (režijske). Direktni su oni tro-  
 škovi koji se direktno odnose na izvršavanje ugovor-  
 nih obaveza izvođača na gradilištu, u birou ili drugom,  
 tačno određenom mestu nastanka troškova. Oni se,  
 dalje, mogu podeliti na one za izgradnju (troškovi ma-  
 terijala, mehanizacije, energije i radne snage na gradi-  
 lištu) i na izdatke za obezbeđenje pomoćnih  
 postrojenja i službi bez kojih se izgradnja ne može  
 izvesti. Toj grupi troškova pripadaju i troškovi pri-  
 premnih radova, nadzora, transporta, carinjena  
 osnovnih sredstava i opreme, smeštaja i transporta ra-  
 dnika, i dr.

Pored direktnih, izvođač čini i mnoge indirektni  
 izdatke koji su, pre svega, rezultat upravljanja projek-  
 tom. Troškovi direkcije ili generalni režijski troškovi  
 mogu biti znatni, naročito ako kompanija ima više or-  
 ganizacionih celina koje obavljaju različite poslovne  
 aktivnosti, a sve zahtevaju usluge direkcije. Za razliku  
 od direktnih troškova, režijski troškovi predstavljaju  
 troškove koji se najlakše mogu sagledati u okviru  
 određenog perioda, ali ih je, zbog njihove prirode, ve-  
 oma teško odrediti i alocirati na pojedine projekte. U  
 praksi, ovim troškovima se neopravdano poklanja  
 mala pažnja. Generalno, režijske troškove treba po-  
 smatrati kao troškove koji se ostvaruju u poslovanju  
 direkcije kompanije tokom njenog rada na pružanju  
 usluga pojedinim projektima. U okviru tih usluga,  
 najčešće, najveću stavku čine upravo troškovi koji se  
 ostvaruju još u fazi izradi ponude i tokom ugovaranja,  
 što je i rezultat uobičajenog rizika u poslovanju grade-  
 vinskih kompanija. Drugim rečima, potrebno je da se  
 procene i troškovi koje firma ima tokom procene tro-  
 škova projekta.

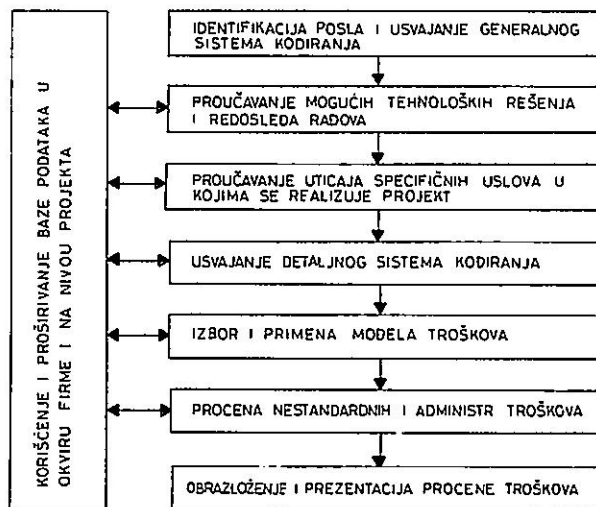
## 2. PROCEDURA PROCENE TROŠKOVA U OKVIRU UPRAVLJANJA PROJEKTIMA

Bez obzira da li se radi o konceptualnoj, prelimi-  
 narnoj ili definitivnoj proceni troškova, profesionalna

procena troškova treba da se odvija u okviru određene  
 procedure. *Procedura procene* sastoji se od niza kora-  
 ka i preporuka koje treba ispoštovati da bi se realno  
 sagledali troškovi realizacije određene faze ili kom-  
 pletnog projekta.

Nije na odmet napomena da procena troškova u  
 fazi izrade ponude treba da bude deo procedure koja  
 je propisana za fazu izrade ponude, a procena nakon  
 završetka projekta treba da bude uklopljena u proce-  
 duru postprojektne analize i formiranja baze istorij-  
 skih podataka. Na taj način se procedure za konkretne  
 i detaljne poslove, kao što je procena troškova, ukla-  
 paju u opšte procedure (faze) upravljanja projektom  
 u celini. Na slici 2 prikazana je, na najkraći mogući na-  
 čin, principijelna tehnologija procene troškova u gra-  
 devinarstvu. Bilo koja konkretna procedura, razvijena  
 od strane države ili konkretne firme, trebalo bi da u  
 sebi sadrži korake prikazane na slici 2.

Osnov za kvalitetnu identifikaciju posla su, sva-  
 kako, tehnološka znanja koja daju ulazne podatke o  
 strukturi poslova izgradnje ili opremanja objekata, ali  
 ne treba zaboraviti ni specifična znanja i veštine iz  
 oblasti planiranja, pravne regulative, finansija. Sve  
 ove veštine mogu biti objedinjene u ličnosti jednog  
 čoveka, ili se za taj posao obrazuje tim stručnjaka, u  
 zavisnosti od grubo sagledanog obima posla. Informa-  
 cije potrebne za procenu troškova obuhvataju istorij-  
 ske podatke, trenutne informacije o sličnim  
 poslovima, profesionalno znanje, publikacije i javno  
 dostupne materijale o cenama i primenjenoj tehnolo-  
 giji rada. Osnovni izvor informacija su baze podataka  
 koje formira firma i popunjavaju se u fazi istraživanja  
 tržišta i fazi formiranja baze istorijskih podataka. Me-  
 tode uključuju primenu raznih modela troškova i te-  
 hnika procene, od kojih neke mogu da budu  
 specifične za određenu oblast ili za rad konkretne fir-  
 me. Tako je, na primer, za izrazito linijske objekte po-  
 voljno koristiti parametarske procene, za tehnološki  
 jednostavne građevinske radove metod troškovno  
 značajnih stavki, a za operativnu definitivnu procenu



Slika 2. Osnovni koraci u proceni troškova u građevinarstvu

model predmeta i predračuna radova. Tehnika realizacije svakog pojedinačnog koraka u proceni troškova je posebna oblast, koja ima svoje iskustvene i stručne osnove i preporuke za korišćenje.

I najkraće opisana tehnologija procene troškova dovoljna je da opiše kompleksnost tog posla. Od navedenih principa, bez velike potrebe, ne treba mnogo odstupati. Stvar je svake konkretne organizacije i prirode njenog delovanja da naglasi pojedine korake, ali bez narušavanja osnovne tehnologije. Posledica takvog razmišljanja je niz sličnosti koji se može uočiti kod oficijelno izdatih procedura za procenu troškova u raznim organizacijama.

U raznim normativnim sistemima procedura procene troškova se različito naziva. Na primer, u anglosistemima je to obično *Cost Estimating Code of Practice*, u Rusiji *Свод правил по определению стоимости строительства*. U Jugoslaviji još uvek ne postoji oficijelna procedura za procenu troškova u građevinarstvu. U takvim oficijelnim dokumentima (standardima) se do različitog nivoa detaljnosti definiše svrha i usvojeni principi procene troškova, preporučuje model za analizu troškova i način klasifikacije, sugerišu izvori podataka, način poređenja i kontrole troškova, forma prezentacije procenjenih troškova i mnogo drugih detalja. Upoznavanje sa ovakvim dokumentima je deo aktivnosti na istraživanju tržišta u građevinarstvu.

### 3. MODELIRANJE TROŠKOVA

Za analizu i procenu troškova po opisanoj proceduri koriste se raznovrsni matematički modeli. Njima se projekat, tj. sistem, može simbolički predstaviti preko elemenata koji ga čine, pri čemu se istovremeno utvrđuju i faktori koji utiču na troškove. Time se omogućava reprezentovanje značajnih troškovnih stavki u okviru projekta u formi koja će omogućiti analizu i predviđanje troškova u uslovima promena faktora kao što su obim posla, tehnologija izgradnje, trajanje pojedinih aktivnosti i drugo.

Jedan od najčešće korišćenih modela za procenu troškova je predračun radova. Promenom količina pojedinih radova ili menjanjem jediničnih cena usled promene obima i uslova rada, moguće je oceniti kakav uticaj imaju pojedini faktori projekta na troškove. Međutim, detaljan predračun radova može se uraditi tek u kasnijim fazama realizacije projekta, kada su projektna rešenja do kraja definisana. U ranim fazama, za potrebe izrade konceptualne i preliminarne procene, koriste se, uslovno rečeno, jednostavniji modeli za procenu troškova. Ovi modeli su obično manje precizni, zahtevaju određeno iskustvo da bi se primenili i kvalitetnu pripremu podataka sa ranijih projekata, ali su neophodni u fazama kada se o projektu nedovoljno zna. Primena određenog modela u mnogome zavisi od količine i kvaliteta informacija kojima se u datom trenutku raspolaže.

U praktičnoj upotrebi su sledeći modeli za procenu troškova:

– *model za grubu procenu na osnovu jedinice kapaciteta*, kod koga su troškovi prikazani po jedinici određene veličine karakteristične za objekat, pri čemu ta veličina može biti krevet u slučaju izgradnje hotela ili bolnice, sedište u slučaju kongresne dvorane, pozorišta i bioskopa, učenik ako je u pitanju izgradnja škole itd;

– *model za grubu procenu na osnovu površine (zapremine) objekta*, kod koga su troškovi izraženi po metru kvadratnom ukupne, odnosno korisne površine ili metru kubnom korisne zapremine;

– *elementarni model troškova*, kod koga se troškovi analiziraju po elementima objekta i jedinici mere koja je karakteristična za taj element;

– *parametarski (regresioni) model troškova*, koji karakteriše postojanje matematičke zavisnosti između određenog broja fizičkih karakteristika objekta (npr. visine kod raznih tornjeva i stubova) i troškova izgradnje;

– *model zasnovan na troškovno značajnim stavkama*, kod koga se uočava da, za određene tipove objekata, većina troškova zavisi od relativno malog broja troškovno značajnih stavki;

– *predračun radova*, najdetaljniji model troškova, koji može biti zasnovan na manje ili više slobodno "usitnjenim" pozicijama radova ili nekom preciznijem, standardnom sistemu merenja radova, i drugi.

Širi prikaz navedenih modela dat je u referencama [1], [2], [7] i [11].

Bez obzira koji se model za procenu troškova koristi jasno je da njegova primena treba da omogući:

– investitoru ili izvođaču da izvrši pouzdanu procenu očekivanih troškova projekta,

– brzu analizu troškova za potrebe budućih projekata,

– uspostavljanje pogodnog sistema za kontrolu troškova projekta u svim fazama njegove realizacije,

– definisanje precizne procedure za evidenciju veze između načina na koji troškovi nastaju na projektu i metodologije njihove kontrole.

### 4. MODELI TROŠKOVA ZASNOVANI NA PROIZVODU

Model troškova baziran na proizvodu predstavlja model gotovog projekta, a ne procesa njegove izrade. On se zasniva na podacima vezanim za gotove radove. Najprostiji oblik ovog modela ne uzima u obzir konfiguraciju ili detalje projekta zgrade, već se zasniva na korisnoj površini predloženog projekta (bruto ili neto), ili na njegovoj zapremini, ili na nekom parametru kao što je broj učeničkih mesta u školi ili broj kreveta u bolnici. Generalno, pristup "odozgo na dole" (od gotovog objekta ka detaljnoj strukturi radova) prirodan je u ranim fazama realizacije projekta, zbog toga što su u početku jedino i poznati veličina i funkcionalne karakteristike objekta. Troškovno sumiranje detaljno razbijenih vrsta radova primenjuje se u kasnijim, detaljnijim procenama troškova, kada za to postoje potrebni preduslovi.

Uobičajeno je da se pojedini troškovi (npr. troškovi pripremnih radova ili većina režijskih troškova) izdvoje iz proračuna cena po usvojenom pokazatelju (parametru) proizvoda i da se posebno procenjuju, pošto njihovi troškovi nisu uvek u vezi sa veličinom objekta.

Jedan od korisnijih modela troškova zasnovanih na proizvodu je elementarni model.

## 5. ELEMENTARNI MODEL TROŠKOVA

Za komplikovanije objekte, kao što je bolnički kompleks, ponekad zaista može biti neprecizno svedenje troškova na kvadratni metar površine, uz zanemarivanje činjenice da takav složen objekat može da se sastoji iz više delova (elemenata) koji su funkcionalno, pa čak i građevinski relativno nezavisni. Troškovi iskazani samo jednom brojkom, cenom po kvadratnom metru, ne prikazuju raspodelu tih troškova po pojedinim elementima objekta. U slučaju bolnice, čini se opravdanim pristup da se posebno razmatra stacionar (deo sa krevetima), operacioni blok, servisni deo (perionica), garaža, laboratorijski deo ili još neki drugi deo koji se, u zavisnosti od namene bolnice, može uočiti. Svaki od ovih elemenata bolničkog kompleksa odlikuje se specifičnom unutrašnjom obradom zidova i podova, veličinom i namenom prostorija, posebnim instalacijama, pa je zbog toga pogrešno sve te razlike uprosečiti kroz troškove svedene na jedan parametar – kvadratni metar cele bolnice.

Neka istraživanja [1], [2], [5] i [9] pokazuju da se kod homogenih tipova projekata, sa standardizovanim kvalitetom i strukturom troškova, solidna procena troškova može napraviti sa svega desetak pažljivo odabranih pokazatelja. Tako se, u slučaju bolnice, troškovi izgradnje stacionara mogu svesti na jedan bolnički krevet, troškovi izgradnje garaže na jedno garažno mesto, troškovi laboratorije na kvadratni metar površine, a troškovi operacionog bloka na jedno operaciono mesto. Prilikom brze procene izgradnje nove bolnice dovoljno je, za početak, znati kapacitet svakog elementa objekta, izražen preko odabranog parametra: broj kreveta, kapacitet garaže, broj operacionih mesta i površinu laboratorije. U daljoj razradi, moguće je da se svaki od navedenih delova bolnice podeli na još sitnije elemente, pa da se, na primer, za stacionar odvojeno analiziraju troškovi izrade temelja, konstrukcije, ugradnje prozora i vrata, pojedinih instalacija i slično.

Opisani model naziva se *elementarni model troškova*. Kao elementi objekta prilikom analize troškova za prošle projekte ne moraju se usvojiti samo fizički posebni objekti, već su to u opštem slučaju *delovi objekta ili tehnološke celine u objektu koji uvek vrše istu funkciju i na sličan način utiču na troškove izgradnje*. Smatra se da je tačnost elementarnog modela u granicama  $\pm 10-15\%$  (20%), a u slučaju angažovanja iskusnih stručnjaka i postojanja pouzdanih ulaznih podataka može da bude i bolja [7], [12].

## 6. ISTRAŽIVANJA I PREPORUKE U PRIMENI ELEMENTARNOG MODELA

Komercijalna primena elementarnog modela zastupljena je u praksi evropskih zemalja i Amerike. Veoma mnogo individualnih baza podataka raznih firmi koristi u raznim oblicima ovaj model. U Engleskoj je, na primer, još 1962. oformljena baza podataka vezana za procenu troškova koja se zove Building Cost Information Service (BCIS), čija je ideja bila da od korisnika prikuplja podatke za analizu troškova i da te podatke učini dostupnim ostalim korisnicima u vidu periodične publikacije [2]. Tokom 1986. godine postala je on-line dostupna analiza troškova po elementarnom principu za cene objekata po kvadratnoj stopi. Po ovoj metodologiji, svaki tender se prvo podeli na tipske kategorije elemenata, kao što su temelji, završni radovi, instalacije. Zatim se vrši procena za svaki tipski element posebno, uz korigovanje dobijenih vrednosti odgovarajućim faktorima koji uzimaju element posebno, uz korigovanje dobijenih vrednosti odgovarajućim faktorima koji uzimaju u obzir razlike u vremenskoj distanci, kvalitetu i obimu radova. Zatim se te elementarne procene sabiraju i na taj način se formira procena troškova za ceo projekat. Ta procena troškova za ceo projekat ima sledeću matematičku formu [2].

$$\sum_{e=1}^n [t \cdot q \cdot q_u \cdot R]_e$$

gdje su:

$e$  – nazivi tipskih elemenata (temelji, zidovi, podovi...),

$t$  – koeficijent koji uzima u obzir različito vreme prispeća podataka u bazu,

$q$  – koeficijent koji uzima u obzir razlike u kvalitetu između standardnog objekta i novog objekta,

$q_u$  – koeficijent koji uzima u obzir razliku u obimu (količini) radova, i to po linearnom principu,

$R$  – cena tipskog elementa po parametru – jedinici mere površine.

Istraživanja mogućnosti primene elementarnog modela vršena su u periodu 1991–1995. na Građevinskom fakultetu u Beogradu, uglavnom na stambenim i poslovnim objektima visokogradnje. Istraživanja su se sastojala u analizi troškova za referentne, prethodno izvedene objekte, istraživanju kvaliteta i osetljivosti raznih elementarnih modela, a započeto je i sa ispitivanjem mogućnosti primene dobijenih rezultata za procenu novih, sličnih objekata. Istraživanja su vršena u okviru predmeta "Upravljanje projektima u građevinarstvu", prilikom izrade stručnih, diplomskih i magistarskih radova.

Osnovno pitanje vezano za primenu ovog modela svakako glasi: "Na koje elemente podeliti objekat?". Mogućnosti su po tom pitanju neograničene. Jedna od najjednostavnijih preporuka iz literature je da se objekat deli na šest elemenata:

- 1) temelji i prizemlje,
- 2) spoljni i unutrašnji zidovi,



- 3) gornji spratovi uključujući i stepeništa,
- 4) krov,
- 5) instalacije,
- 6) pripremni radovi.

Objekat je, u određenim situacijama, moguće i poželjno podeliti i na veći broj elemenata. Pri tome elementi treba da ispunje određene uslove:

- da ispunjavaju uslove definicije elementa,
- da znatno utiču na troškove,
- da mogu lako da se izdvoje kako u tehničkoj dokumentaciji tako i u analizi predračuna radova,
- da budu kompatibilni sa standardnim podelama objekta na elemente, kako bi se analiza troškova mogla porediti sa publikovanim analizama u stručnim časopisima.

Analiza troškova na osnovu elementarnog modela treba da prethodi proučavanje tehnologije izgradnje i strukture troškova serije objekata i donošenje odluke da je taj tip objekta pogodan za primenu modela. Analizom troškova izgrađenih objekata formira se baza istorijskih podataka, koju dalje treba istraživati i ispitivati mogućnosti primene za procenu novih sličnih objekata.

Da bi se došlo do procene o troškovima pojedinih elemenata objekta, neophodno je da postoje bar idejne skice i preliminarni crteži budućeg objekta. Procena do koje se dolazi na osnovu elementarnog modela troškova je približna procena, što je razumljivo ukoliko se uzme u obzir relativno mali broj informacija kojima planer troškova raspolaže. Svakako da postoje i izuzeci u koje može da spada i slučaj kada se npr. gradi lanac samousluga ili tipskih restorana, pa je dati projekat samo jedan u seriji istih. U takvoj situaciji raspolažemo solidnijom bazom istorijskih podataka o ranijim troškovima i u stanju smo da tačnije procenimo buduće troškove.

U preliminarnoj proceni zasnovanoj na elementarnom modelu, kao i u svim kasnijim, mora se jasno istaći šta je uzeto u obzir, a šta nije. Elementarni model nije pogodan za procenu luksuznih enterijerskih radova, specijalnih instalacija slabe struje, posebno naručenog nameštaja, specijalnog osvetljenja i sličnih nestandardnih radova. Takođe, iz ovog modela troškova treba isključiti većinu indirektnih (režijskih) troškova, pošto se oni ipak više vezuju za poslovanje firme u celini. Određeni deo indirektnih troškova vezano za izgradnju u gradskim uslovima (troškovi izrade dokumentacije, razne participacije i nadoknade) mogu se analizirati kroz elementarni model.

Prema istraživanjima sa Građevinskog fakulteta u Beogradu, elementarni model ima smisla primenjivati za procenu direktnih troškova izgradnje standardnih stambenih objekata i nekih tipiziranih poslovnih objekata, kao što su benzinske stanice. Pokazalo se da je najbolje da se troškovi izgradnje pojedinih elemenata objekta svode na jedinicu mere kvadratni metar površine. Naravno, veoma je važno da se interno razjasni šta se podrazumeva pod površinom objekta. To može biti:

- ukupna površina na svakom spratu merena preko spoljnih zidova uključujući stepenice, otvore za lift i slične otvore i unutrašnje i spoljne zidove,
- ukupna bruto korisna površina u koju ne ulazi debljina spoljnih zidova,
- površina kao u prethodnom slučaju iz koje su isključeni otvori,
- površina koja se može koristiti u komercijalne svrhe i sl.

Očigledno je da za isti objekat različiti načini prikazivanja površine objekta proizvode sasvim različite cene, pa je važno proveriti da li se koristi ista opcija u bazi istorijskih podataka i u datom objektu.

Prilikom procene novog objekta, da bi se cena kvadratnog metra određenog elementa ili celog objekta u nekom ranije izgrađenom objektu prilagodila ceni novog objekta treba uzeti u obzir sledeće faktore:

- uslove tržišta,
- veličinu, broj poslovnih (stambenih) jedinica itd.,
- nivo obrade iskazan u projektnoj dokumentaciji ili specifikacijama,
- dodatne i isključene radove u odnosu na referencu,
- kvalitet instalacija, a posebno postojanje nestandarde opreme,
- uslove gradilišta, a posebno fundiranja,
- ostale faktore.

Uticaj navedenih faktora na procenu novog objekta je predmet budućih istraživanja na Građevinskom fakultetu.

## 7. PRAKTIČAN PRIMER

Kao praktičan primer dat je elementarni model koji može da se koristi za analizu, a eventualno i procenu troškova izgradnje stambeno – poslovnog objekta na teritoriji Beograda. Model je nastao istraživanjem istorijskih podataka u Stambenoj zadruzi "Univerzitet", koja je u poslednjih petnaestak godina bila investitor na nekoliko većih lokacija. Svi objekti su sa klasičnom armiranobetonskom konstrukcijom, bez većih raspona, a temelji su rešeni kao temeljan ploča. Ostali sadržaji su uglavnom standardizovani, a detaljniji opis samih objekata dat je u radu [9].

Radovi na tipskom objektu podeljeni su na osam elemenata, a svaki element na nekoliko podelemenata. Struktura elemenata dobijena je posle više iteracija i razmatranja raznih projekata.

### 1. Temelji

U ovaj element uračunati su svi radovi koji se obavljaju ispod kote +0.00 uključujući iskopavanje.

### 2. Konstrukcija

2.1. *Panelna konstrukcija*: svi radovi neophodni za izvođenje panelne konstrukcije koja se sastoji od međuspratne konstrukcije i zidnih panela.

### 2.2. Krov

2.2.1. *Krovnna konstrukcija*: betoniranje armiranobetonske kose krovne ploče, izrada i montaža drvene krovne konstrukcije i podkonstrukcije od rezane

~~... i montaža~~ drvene opšivke kao podloge za krovni pokrivač.

**2.2.2. Krovni pokrivač:** nabavka i oblaganje krovnih površina krovnim pokrivačem.

2.2.3. Odvodnjavanje krova: limarski radovi.

2.3. *Stepenice*

2.3.1. Stepenišna konstrukcija: betoniranje kose stepenišne ploče.

2.3.2. Završna obrada stepenica: teracerski radovi.

2.4. *Spoljni zidovi:* zidanje i oblaganje fasadnih zidova, malterisanje fasadnih zidova od opeke, betoniranje armiranobetonske ograde loda i terasa, betoniranje armiranobetonskog venca, fasaderski radovi.

2.5. *Prozori i spoljna vrata:* nabavka i ugradnja prozora i spoljnih vrata.

2.6. *Unutrašnji zidovi i pregrade:* zidanje pregradnih zidova punom opekom, obzidanje dimovodnih i ventilacionih kanala, malterisanje unutrašnjih zidova od opeke, betoniranje armiranobetonskih zidova.

2.7. *Unutrašnja vrata:* nabavka i ugradnja unutrašnje drvenarije.

3. *Unutrašnja završna obrada*

3.1. *Završna obrada zidova:* nabavka i oblaganje zidova keramičkim pločicama, bojenje zidova, krečenje zidova.

3.2. *Završna obrada podova:* nabavka i oblaganje podova podnim keramičkim pločicama, parketerski radovi.

3.3. *Završna obrada plafona:* bojenje i krečenje plafona, nabavka i ugrađivanje spuštenih plafona.

4. *Ugrađena oprema*

4.1. *Sanitarije:* ugradnja kada, ručnog tuša, bojlera i wc šolja.

4.2. *Kuhinjski elementi:* ugradnja sudopera, protočnog bojlera i priključka za sudove.

5. *Instalacije*

5.1. *Vodovodne instalacije:* uvođenje hladne i tople vode.

5.2. *Centralno grejanje:* priključenje na gradski sistem centralnog grejanja, mašinsko instaliranje grejanja, ugradnja dizel agregata i toplotne podstanice sa razvodom i automatikom.

5.3. *Električne instalacije:* priključenje na električnu mrežu, sprovođenje električnih kablova i ugradnja strujomera.

5.4. *Lift:* ugradnja i instaliranje lifta.

6. *Pripremni radovi, osiguranja i nepredviđeni troškovi*

7. *Participacije:* naknade za primarnu infrastrukturu i pogodnost lokacije, participacije Elektrodistribuciji Beograd, PTT-u, Beogradskim elektranama i radovi na sekundarnom uređenju zemljišta.

8. *Projektovanje:* izrada tehničke dokumentacije.

U model su uneti i neki indirektni troškovi, pošto je uočena njihova veza sa parametrom koji je odabran za elementarni model (kvadratni metar površine).

Prilikom formiranja baze podataka izvršeno je numeričko kodiranje usvojenog elementarnog modela. Za formiranje i analizu baza podataka usvojen je programski paket Magic II. S obzirom na karakteristi-

ke konkretnih objekata korišćen je sledeći sistem kodiranja:

- projekti su predstavljeni brojevima od jedan do 100,

- elementi su predstavljeni stotinama i to 100, 200 itd.,

- podelementi su predstavljeni trocifrenim brojevima gde cifra stotine odgovara elementu kome dati podelement pripada, a druga cifra odgovara podelementu

- ako se podelement dalje deli oznaka dela podelementa predstavljena je trećom cifrom.

Nazivi i šifre projekata, elemenata i podelemenata su prikazani u sledećim tabelama, koje su izvod iz formiranih baza podataka:

Nazivi i šifre projekata	
Projekat	Šifra
Dalmatinska	1
Blok 19	2

Nazivi i šifre elemenata i podelemenata:	
Element/Podelement	Šifra
Temelji	100
Konstrukcija	200
Panelna konstrukcija	210
Krov	220
Krovnna konstrukcija	221
Krovni pokrivač	222
Odvodnjavanje krova	223
Stepenice	230
Stepenišna konstrukcija	231
Završna obrada stepenica	232
Spoljni zidovi	240
Prozori i spoljna vrata	250
Unutrašnji zidovi i pregrade	260
Unutrašnja vrata	270
Unutrašnja završna obrada	300
Završna obrada zidova	310
Završna obrada podova	320
Završna obrada plafona	330
Ugrađena oprema	400
Sanitarije	410
Kuhinjski elementi	420
Instalacije	500
Vodovodne instalacije	510
Centralno grejanje	520
Električne instalacije	530
Lift	540
Pripremni radovi i osiguranja	600
Participacije	700
Projektovanje	800

## SAŽETI PREGLED TROŠKOVA PROJEKTA

ŠIFRA PROJEKTA: 2 NAZIV PROJEKTA: BLOK 19

ELEMENT	BROJ DELOVA	PARAMETAR	CENA (DEM)
100 TEMELJI	1	METAR KVAD	67,01

ELEMENT	BROJ DELOVA	PARAMETAR	CENA (DEM)
200 KONSTRUKCIJA	10	METAR KVAD	382,72

ELEMENT	BROJ DELOVA	PARAMETAR	CENA (DEM)
300 UNUTRASNJA ZAVR. OBRADA	2	METAR KVAD	73,90

ELEMENT	BROJ DELOVA	PARAMETAR	CENA (DEM)
400 UBRADJENA OPREMA	2	METAR KVAD	34,92

ELEMENT	BROJ DELOVA	PARAMETAR	CENA (DEM)
500 INSTALACIJE	4	METAR KVAD	193,94

ELEMENT	BROJ DELOVA	PARAMETAR	CENA (DEM)
600 PRIPREMNI RADOVI	1	METAR KVAD	72,76

ELEMENT	BROJ DELOVA	PARAMETAR	CENA (DEM)
700 PARTICIPACIJE	1	METAR KVAD	976,82

ELEMENT	BROJ DELOVA	PARAMETAR	CENA (DEM)
800 PROJEKTOVANJE	1	METAR KVAD	35,07

UKUPNA JEDINIČNA CENA PROJEKTA (DEM): 1836,38

## Slika 3

Programi u formiranoj bazi za procenu troškova mogu se podeliti u dve grupe:

– programi za unos novih i ažuriranje postojećih podataka,

– programi za kreiranje izveštaja.

Prvu grupu čine sledeći programi:

– Katalog projekata,

– Katalog elemenata,

– Katalog podelemenata,

– Katalog delova podelemenata,

– Baza elementarnih troškova.

U okviru programa Katalog projekata unose se osnovni podaci koji opisuju projekat kao što su: ime i šifra projekta, datum izrade projekta, opis glavnih karakteristika projekta, ime projektanta i drugi.

Naredna tri programa – Katalog elemenata, Katalog podelemenata i Katalog delova podelemenata koriste se za unos podataka o elementima, podelementima i delovima podelemenata. Ovi podaci obuhvataju sledeće: ime i šifra elementa, podelementa i dela podelementa, njihov kratak opis i sve primedbe vezane za element, podelement i deo podelementa.

Osnovni program Baze za procenu troškova je Baza elementarnih troškova u okviru koga su dati svi elementarni troškovi. Pored elementarnih cena ovaj program sadrži i informacije o pripadajućem projektu, elementu, podelementu i delu podelementa i to njihov naziv i šifru. Da bi elementarni model mogao da se adekvatno koristi Bazu elementarnih troškova unet je i podatak o parametru po kome su sve cene izražene kao i sve primedbe vezane za dati elementarni trošak. Ove primedbe su ključne u kasnijoj proceni troškova, pošto su one izvor informacija za formiranje korektivnih koeficijenata za pojedine elemente modela.

Dругу grupu programa čine sledeći programi:

– Izveštaj o projektima,

– Izveštaj o elementima,

– Izveštaj o podelementima,

– Izveštaj o delovima podelemenata,

– Troškovi projekta,

– Sažeti pregled troškova projekta.

Korišćenjem ovih programa mogu se dobiti svi neophodni izveštaji vezani za željeni projekat. U okviru izveštaja dati su osnovni podaci kao što su šifra, naziv i kratak opis.

Izveštaj "Troškovi projekta" koristi se za sračunavanje ukupnih jediničnih troškova po podelementima, elementima i celom projektu, dok "Sažeti pregled troškova projekta" pruža informacije o ukupnim jediničnim troškovima svih elemenata kao i o ukupnoj jediničnoj ceni projekta.

Na slici 3 dat je sažeti pregled troškova projekta Blok 19.

Detljnija uputstva za korišćenje navedene aplikacije data su u radu [9].

## 8. ZAKLJUČAK

Elementarni model je veoma zahvalan za analizu troškova završenog projekta, jer pregledno prikazuje osnovne izvore troškova i time signalizira pravce za kontrolu trošenja novca. Na osnovu tako uradene analize mogu se, sa solidnom preciznošću, formirati grubi budžetski planovi za realizaciju sličnog projekta, jer su osnovni elementi modela istovremeno i grupe aktivnosti koje se realizuju na gradilištu.

Upotreba elementarnog modela troškova za procenu troškova preporučljiva je u ranim fazama realizacije projekta. Ovaj model troškova može se kombinovati i sa detaljnom procenom troškova, naravno kada postoje uslovi da se za neki od elemenata

troškovi detaljnije sagledaju iz projektne dokumentacije. Na taj način, postepenim "usitnjavanjem" strukture troškova za pojedine elemente, elementarna procena troškova može se razviti u detaljnu procenu troškova. Pri tome je veoma bitno da je na početku projekta usvojen sistem kodiranja koji garantuje bezbolan prelazak sa jednog modela troškova na drugi.

Na tačnost utiču sledeći faktori:

– kvalitet raspoloživih informacija o projektu i lokalnim specifičnostima koje ga odlikuju,

– tip, kvalitet i količina podataka o prethodnim (istorijskim) troškovima,

– vrsta projekta (jer je za neke projekte lakše napraviti procenu nego za druge),

– stabilnost tržišnih uslova,

– poznavanje datog tipa projekta od strane tima koji vrši procenu.

Nedostaci modela vezani su za sistematičnost prikupljanja i kvalitet ulaznih podataka. Da bi mogao da se koristi elementarni model troškova, treba da postoje podaci o većem broju već realizovanih sličnih objekata, sortirani i kodirani na odgovarajući način. To zahteva ozbiljan trud i kvalifikovane izvršioce, sposobne da uoče razlike između starog i novog projekta. Laička primena elementarnog modela troškova može da dovede do nepreciznih rezultata. Nedostatak ovog modela troškova je i što ne može uspešno da se primenjuje u uslovima velike i brze fluktuacije cena roba i usluga.

#### LITERATURA

[1] Asif, M., Horner, R. M. W.: *Economical Construction Design Using Simple Cost Models*, University of Dundee, 1989.

- [2] Brandon, P.S. (Editor): *Building Cost Modelling and Computers*, E. & F. N. Spon, London, 1987.
- [3] Christiansson, P.; Karlsson, H. (Editors): *Conceptual Modelling of Buildings*, CIB Proceedings, Sweden, 1990.
- [4] Ferry, D. J., Brandon, P. S.: *Cost Planning of Buildings* (Sixth edition), BSP Professional Books, Oxford, 1991.
- [5] Horner, R. M. W., Murray, M.; McLaughlin, A.: *BRIDGET – A Cost Estimating Suite For Highway Structures, Highways and Transportation*, UK, 1990, pp 14–18.
- [6] Ivković, B., Jančićević, Z., Zečević, M.: *Procedura izrade ponude*, Savez građevinskih inženjera i tehničara Srbije, Zlatibor 1986 god.
- [7] Ivković, B., Popović, Ž.: *Procedura procene troškova u građevinarstvu*, poglavlje u monografiji "Savremeni problemi tehnologije betona i organizacije građenja", editori prof. dr Mihajlo Muravljev, dr Slobodan Otović i doc. dr Branislav Ivković, Beograd, 1993.
- [8] Kukrika, M., Obradović, Risojević, R.: *MAGIC Relaciona baza podataka pete generacije – Tutorial*, Banja Luka, 1991.
- [9] Prašćević, N.: *Primena elementarnog modela za procenu troškova i formiranje odgovarajuće baze podataka kao podrške za procenu troškova*, diplomski rad, Građevinski fakultet u Beogradu, 1993.
- [10] Sackett, M. M., McKay, K. J., Horner, R. M. W.: *Some Applications of the Principle of Cost – significance*, University of Dundee, 1986.
- [11] Stewart, R. D., Wyskida, R. M.: *Cost Estimator's Reference Manual*, John Wiley & Sons, USA, 1987.
- [12] Smith, R. C.: *Estimating and Tendering for Building Work*, Longman Scientific and Technical, London, 1986.
- [13] Willis, C. H., Ashworth, A.: *Practice and Procedure for the Quantity Surveyor* (Ninth edition), BSP Professional Books, Oxford, 1987.