

Struktura troškova građevinskih radova u visokogradnji

Neven Martinec, Nevena Hrnjak Ajduković, Stjepan Bezak

Ključne riječi

građevinski radovi, visokogradnja, troškovi, struktura troškova, model procjene troškova, troškovnik, usporedba troškova

Key words

construction works, building construction, costs, cost structure, cost estimation model, cost estimate, cost comparison

Mots clés

travaux de construction, bâtiment, coûts, structure de coûts, modèle d'estimation de coûts, devis estimatif, comparaison de coûts

Ключевые слова

строительные работы, высотное строительство, расходы, структура расходов, модель оценки расходов, смета расходов, сравнение расходов

Schlüsselworte

Bauarbeiten, Hochbau, Kosten, Kostenstruktur, Modell für Kostenabschätzung, Kostenvoranschlag, Kostenvergleich

N. Martinec, N. Hrnjak Ajduković, S. Bezak

Stručni rad

Struktura troškova građevinskih radova u visokogradnji

U članku se analizira struktura troškova građevinskih radova na izvedbi građevina visokogradnje. Posebno se ističe važnost izbora modela ili izbora načina procjene troškova. Rabljen je model pomoću troškovnika radova. Opisana je struktura troškova za odabrane građevine s užeg područja grada Zagreba. Iz te strukture se može zaključiti o troškovima za cijeli projekt ili za dijelove projekta. Prikazana je i usporedba strukture troškova za odabrane stambeno-poslovne građevine.

N. Martinec, N. Hrnjak Ajduković, S. Bezak

Professional paper

Cost structure of construction work on building projects

The cost structure of construction work undertaken during realization of building projects is analyzed. A special emphasis is placed on model selection, i.e. on the selection of a proper cost estimation method. The model based on the cost estimate of work is used. The structure of work is described for selected buildings situated in the centre of Zagreb. This structure can be used to estimate either the cost of the entire project, or the cost of individual parts of the project. The comparison of cost structures is presented for selected office-residential buildings.

N. Martinec, N. Hrnjak Ajduković, S. Bezak

Ouvrage professionnel

Structure des coûts dans la construction des bâtiments

La structure des coûts des travaux de construction entrepris dans le cadre de réalisation des projets de construction est analysée. Un accent tout particulier est mis sur la sélection de modèle, c'est-à-dire sur la sélection de la méthode d'estimation des coûts. Le modèle basé sur le devis estimatif des travaux est utilisé. La structure de travail est décrite pour quelques bâtiments sélectionnés situés dans le centre de Zagreb. Cette structure peut être utilisée pour estimer le coût du projet entier, ou le coût des parties individuelles du projet. La comparaison des structures de coûts est présentée pour bâtiments commerciaux/résidentiels sélectionnés.

Н. Мартинец, Н. Хрњак Ајдуковић, С. Безак

Отраслевая работа

Структура расходов строительных работ в многоэтажном высотном строительстве

В статье анализируется структура расходов строительных работ при производстве высотного строительства. Особое внимание обращено на выбор модели или способа оценки расходов. Использована модель сметы расходов. Описана структура расходов по выбранным объектам, находящимся на территории города Zagreb. Из приведенной структуры можно сделать заключение о расходах по целому проекту либо по отдельным его частям. Приведено сравнение структур расходов по выбранным жилищно-административным объектам.

N. Martinec, N. Hrnjak Ajduković, S. Bezak

Fachbericht

Kostenstruktur der Bauarbeiten im Hochbau

Im Artikel analysiert man die Kostenstruktur der Bauarbeiten bei der Ausführung von Bauwerken im Hochbau. Besonders hervorgehoben ist die Wichtigkeit der Auswahl des Modells oder der Art der Kostenabschätzung. Man benützte das Modell mit Hilfe des Kostenvoranschlags. Beschrieben ist die Kostenstruktur für ausgewählte Bauwerke aus dem engeren Gebiet der Stadt Zagreb. Aus dieser Struktur kann man über die Kosten für das gesamte Projekt oder dessen Teile schliessen. Dargestellt ist auch ein Vergleich der Kostenstruktur für ausgewählte wohn-büro - Bauwerke.

Autori: **Neven Martinec**, dipl. ing. građ.; **Nevena Hrnjak Ajduković**, struč. spec. ing. aedif., Institut IGH d.d. Zagreb; prof. dr. sc. **Stjepan Bezak**, dipl. ing. građ., Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb

1 Uvod

Analizom projekata izgradnje građevina visokogradnje proizlazi da se troškovi mogu sistematizirati prema karakterističnim obilježjima. Prema uobičajenoj praksi u visokogradnji građevine visokogradnje prema namjeni mogu biti: stambeno-poslovne građevine, škole, bolnice, vrtići, hale, trgovački centri, itd.

Razvrstavanje prema određenim tehnološkim cjelinama ili građevinama uvjetuje više razloga, a najčešće spominjani jesu omogućavanje specijalističke ili etapne izrade tehničke dokumentacije, razdvajanje prema tehnologiji građenja i jednostavnije procjene troškova.

Kada se govori o procjeni troškova mora se konstatirati da je to izuzetno težak i zahtjevan zadatak, a posebno u ranoj fazi realizacije investicije kada je tehnička dokumentacija na razini idejnog rješenja ili slično. U tom je slučaju korištenje stečenim iskustvima na do tada realiziranim projektima vrlo važno. Ukratko, može se reći da rad na procjeni troškova ovisi o vrsti projekta, fazi projekta, modelu procjene, dopuštenom vremenu za procjenu, dostupnim informacijama, itd.

Prema postojećoj literaturi u svijetu se rabi nekoliko modela procjena troškova, kao što su npr.: parametarski modeli, elementni modeli, troškovnici itd. [5], a najčešće primjenjivani model jest pomoću troškovnika [9]. Troškovnički se model zasniva na detaljnim opisima građevinskih radova i mora biti strukturiran tako da osigura izvoditeljima radova dobru i jasnu osnovu za izradu ponude i izvođenje, a investitoru mogućnost jednostavnog planiranja, analiziranja i praćenja troškova izgradnje.

Međutim, troškovnički model ima nedostatak koji se očituje u povećanim troškovima u fazi pripreme zbog izrade projekta na osnovi kojeg se radi dokaznica mjera i opisi radova u skladu s određenim standardima i uvjetima.

Troškovnički model ima svoje prednosti u ranoj fazi realizacije investicijskog projekta jer je moguće koristiti se prethodnim iskustvima na sličnim projektima kroz strukturu građevinskih radova. Bitno je da zadana struktura uvijek sadrži iste elemente kako bi usporedba bila moguća. Na taj je način moguća procjena troškova određenih tehnoloških cjelina, konstrukcijskih elemenata ili jednostavno građevine.

Ukupni troškovi izrade građevine mogu se izražavati u raznim jedinicama, kao što su: građevinski elementi [8], zatim komadi, km, m, m², m³ i sl. Upravo je takav pristup primijenjen u modelu procjene troškova prikazan u nastavku.

Cijena neke određene stavke troškovnika sastoji se od dva osnovna elementa, a to su cijena rada i materijala.

Osim navedenih osnovnih elemenata u toku procesa izvođenja radova pojavljuju se i neki drugi troškovi, kao što su troškovi organizacije poduzeća, gradilišta itd. Za ovu vrstu troškova, razni autori primjenjuju različite metode proračuna što naručitelja dovodi do nedoumica "je li naručeni rad platio malo ili više". Da bi se izbjegla različita primjena ili tumačenja navedenih troškova, potrebno je standardizirati građevinsku kalkulaciju koja bi bila prihvatljiva u graditeljskoj praksi [3].

Cijena građenja (C_g) određene građevine proračunava se kao suma umnožaka određenih količina radova po unaprijed utvrđenim tipskim i pripadajućim stavkama. Cijene se iskazuju po grupama unutar strukture, a rekapitulacija svih grupa daje ukupnu cijenu građevine prema sljedećem obrascu (1):

$$C_g = \sum_{i=1}^n k_i \cdot c_i \quad (1)$$

gdje su:

k_i – količina i-te troškovničke stavke

c_i – jedinična cijena i-te troškovničke stavke

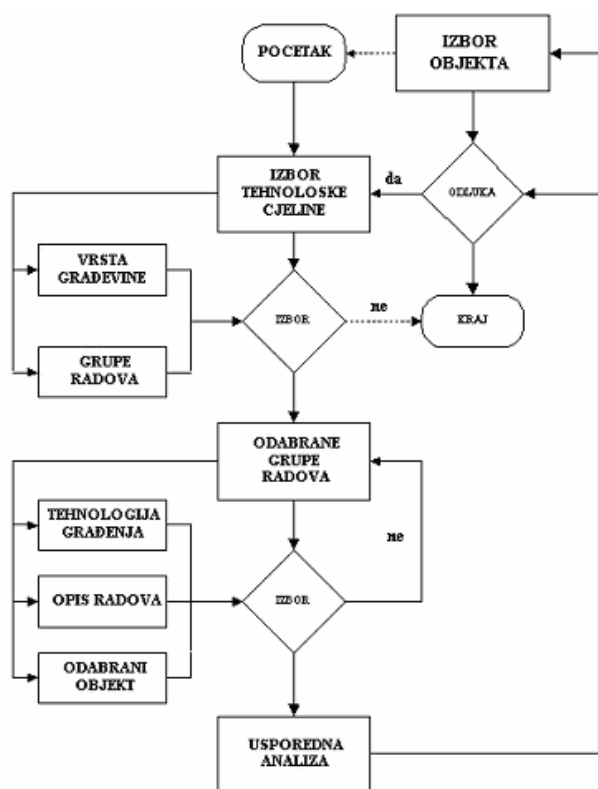
2 Model procjene troškova

Teorijski model izbora građevine za koju želimo procijeniti troškove počinje izborom tehnološke cjeline koju želimo izgraditi, a završava usporednom analizom. Dakle, osnova istraživanja su troškovi građevinskih radova, a izbor određene građevine odvija se kroz teorijski model.

Kao predmet istraživanja odabrana je *grupa radova* građevinsko-obrtnički radovi kao sastavni dio tehnološke cjeline stambeno-poslovne građevine.

Teorijski model polazi od pretpostavke da se troškovi izgradnje određene građevine mogu prikazati strukturom građevinskih radova koja je rezultat poznate tehnologije građenja, te određenih grupa radova koje su sastavni dio ukupnih troškova izrade neke građevine. Osim navedenog bitan element čine i opisi radova koji moraju biti na neki način standardizirani radi lakše usporedbe i jednoznačnosti [7]. Dijagram toka izbora građevine prikazan je na slici 1.

Iz dijagrama na slici 1. vidi se da je izbor građevine vezan za izbor tehnološke cjeline, vrstu građevine, u našem slučaju stambeno-poslovne građevine (SPG), odnosno grupe radova. Kriterij za izbor određene grupe radova jest njihovo uklapanje u određenu tehnologiju građenja i udio u ukupnim troškovima izgradnje građevine. Pri izboru same građevine bitan je i izbor jedinice mjere u kojoj će biti izražena cijena. Ako se ustanovi da analizirana građevina nema karakteristične elemente, prema zadanim kriterijima, postupak se prekida i ponavlja na drugoj građevini iz odabrane tehnološke cjeline ili se ponavlja na nekoj drugoj građevini.



Slika 1. Dijagram toka izbora građevine [9]

Nakon što je odabrana grupa radova i tehnologija građenja, odabrana se građevina analizira kroz opise radova te utvrđuju količine radova. Kriterij za izbor količina radova su postojeća dokumentacija ili prethodna iskustva na istim ili sličnim građevinama. Odabranim količinama radova pridružuju se cijene te dobiva ukupna vrijednost radova.

3 Provjera modela

Provjera teorijskog modela obavljena je analizom količina radova iz četiriju troškovnika na različitim stambeno-poslovnim građevinama, na približno istim lokacijama i geomorfološkim uvjetima u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Analizom je utvrđeno da većina troškovnika ima istu ili sličnu strukturu s prosječnim udjelima pojedine grupe radova u ukupnoj vrijednosti, kako je prikazano u tablici 3.

Provjera teorijskog modela obavljena je analizom količina radova iz troškovnika četiriju izgrađenih stambeno-poslovnih građevina na užem području grada Zagreba u usporedbi s prosječnim troškovnikom biltena Standardna kalkulacija radova u visokogradnji na istom području grada Zagreba, a sve prosječno za 2007. godinu. Kao glavni parametar za usporedbu troškova upotrijebljena je ukupna cijena građenja svedena na kvadratni metar ploštine. U tablici 1. prikazane su ploštine odabranih stambeno-poslovnih zgrada.

Tablica 1. Prikaz stambeno-poslovnih građevina (SPG) i njihovih ploština [6]

Građevina	Ploština [m ²]
SPG1	7.638
SPG2	5.131
SPG3	8.980
SPG4	8.973
TIP I Bilten	8.973

4 Struktura troškova prema biltenu Standardna kalkulacija radova u visokogradnji [2]

Kao referentna vrijednost za usporedbu upotrebljen je troškovnik biltena Standardna kalkulacija radova u visokogradnji, sastavljen od standardnih opisa radova s prosječnim cijenama prema zadanoj strukturi [2]. Bilten Standardna kalkulacija radova u visokogradnji osniva se na sljedećem:

- standardnim opisima radova
- bazama podataka (cijena rada radnika, materijala i strojnog rada)
- standardnim normativima radova
- standardnim faktorima za pridruživanje indirektnih troškova
- programskom paketu Standardna građevinska kalkulacija (SGKA) za elektroničku obradu podataka.

Jedna od funkcija programskog paketa SGKA jest obrada standardnih stavaka troškovnika s izradom rekapitulacije prema zadanim grupama radova, te automatskom izradom udjela osnovnih kalkulativnih elemenata u ukupnim troškovima izrade [1] kao što su: rad, materijal i stroj.

Tipske su zgrade prikazane u biltenu, za koje se obračunava i objavljuje cijena građenja po strukturi i ukupno po 1 m² na osnovi obračunske dokumentacije (građevinska knjiga i okončana situacija).

Na osnovi dobivenih cijena standardnih stavaka i količina tih stavaka iz obračunskih troškovnika tipskih zgrada proračunavaju se cijene građenja. Tipovi stambeno-poslovnih građevina prema biltenu Standardna kalkulacija radova u visokogradnji jesu:

TIP I - Stambeno-poslovna građevina P + 4
(prizemlje + 4 kata)

Građevina je u sastavu naselja te pripada kategoriji jednostavnog i izuzetno ekonomičnog građenja – armirano-betonska konstrukcija.

TIP II - Stambeno-poslovna građevina P + 6 + M
(prizemlje+6 katova+mansarda)

Građevina gradskog karaktera na uređenom zemljištu blokovske dispozicije - armiranobetonska konstrukcija.

TIP III- Stambeno-poslovna građevina P + 5
(prizemlje+5 katova)

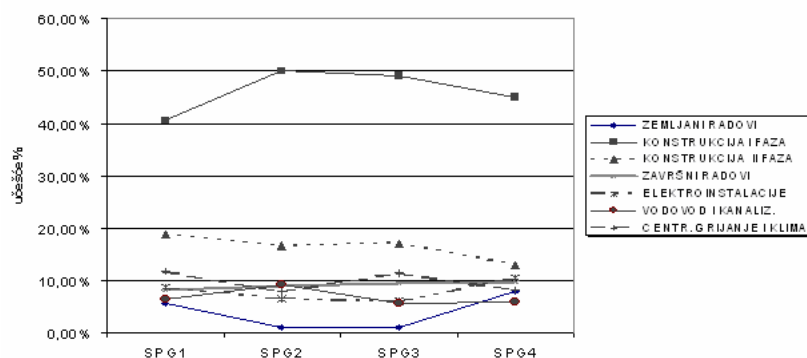
Građevina je interpolirana u središtu grada. Oprema i obrada građevine pripadaju kategoriji visokog standarda - armiranobetonska konstrukcija.

TIP IV- Stambeni niz P+1 (prizemlje+1 kat)

Građevina je individualna u nizu kombinirana s poslovnim prostorom. Nivo obrade je sustav "rohbau" koji uključuje i stolariju, pokrov i izradu pročelja. Sustav "rohbau" podrazumijeva klasičnu izvedbu nosive konstrukcije u što pripada izvedba temelja, zidova sa serklažama, stropne fert-ploče, armiranobetonske grede i nadvojni, drvena krovna konstrukcija, konstrukcija nadstrešnice za osobno vozilo i unutarnje stube.

Uspoređujući tipove troškovnika prema biltenu Standardna kalkulacija radova u visokogradnji i odabranih četiri troškovnika izgrađenih stambeno-poslovnih građevina na području grada Zagreba proizlazi da prema tehnologiji izvedbe i jednoobraznosti troškovnika TIP I u potpunosti odgovara za analizu te je kao takav i proglašen referentnim.

Nadalje je analizom biltena Standardna kalkulacija radova u visokogradnji za TIP I proračunana prosječna ukupna cijena građevinskih radova za 2007. godinu od 4.692 kn po kvadratnom metru. Navedenom se cijenom koristimo kao referentnom, sa zadanom strukturom radova i određenim udjelom pojedine grupe radova u ukupnim troškovima. Ukupna cijena sadržava troškove građevinskih radova na izgradnji same stambeno-poslovne građevine. Struktura troškova s prosječnim udjelom pojedine grupe građevinskih radova prikazana je u tablici 2.



Slika 2. Dijagram udjela troškova prema strukturi

Tablica 2. Struktura troškova TIP-a I u visokogradnji [2]

Grupe radova	Udio [%]
Zemljani radovi	0,95
Konstrukcija I. faza	51,03
Konstrukcija II. faza	17,08
Završni radovi	10,07
Elektroinstalacije	5,50
Vodovod i kanalizacija	7,63
Centr. grijanje i klimatizacija	7,74

5 Struktura troškova odabranih građevina

Usporedbom opisa troškovničkih stavaka za pojedine radove odabrane građevine – stambeno-poslovne građevine na užem području grada Zagreba, utvrđeno je da predmetni troškovnici imaju sličnu strukturu i grupe radova, a većina stavaka ima približno iste ili slične opise kao i stavke iz troškovnika TIP-a I [4].

Tablica 3. Usporedba udjela troškova prema strukturi za odabrane stambeno-poslovne građevine

Grupe radova	SPG1 [%]	SPG2 [%]	SPG3 [%]	SPG4 [%]
Zemljani radovi	5,51	0,99	1,08	7,94
Konstrukcija I. faza	40,67	49,99	49,12	45,03
Konstrukcija II. faza	18,89	16,62	17,14	13,06
Završni radovi	8,12	8,90	9,46	9,61
Elektroinstalacije	8,69	6,47	6,01	10,41
Vodovod i kanaliz.	6,31	9,24	5,73	5,83
Centr. grijanje i klimatizacija	11,81	7,79	11,46	8,12
UKUPNO	100,00	100,00	100,00	100,00

Osim ukupne cijene uspoređen je i udio pojedine grupe radova koji čine većinu troškova izrade, tako da su ukupni troškovi pojedinih grupa radova iz rekapitulacije pojedine stambeno-poslovne građevine uspoređeni s troškovima iz TIP-a I prema biltenu Standardna kalkulacija radova u visokogradnji.

Nakon proračuna ukupnih troškova uspoređeni su i troškovi stambeno-poslovne građevine s podacima iz troškovnika TIP-a I prema biltenu Standardna kalkulacija radova u visokogradnji radi lakšeg uočavanja i praćenja eventualnih odstupanja.

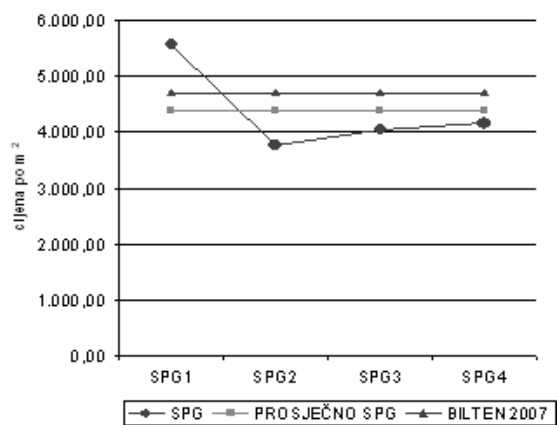
Udio troškova građevinskih radova odabranih stambeno-poslovnih građevina prema zadanoj strukturi [10] prikazan je u tablici 3.

Iz tablice 3. vidi se da većinu troškova čine radovi na konstrukciji I. i II. faze, te zajedno čine udio od 58,09 % (SPG4) do 66,61 % (SPG2). Radi lakše usporedbe podaci iz tablice 3. prikazani su u obliku dijagrama na slici 2.

Iz dijagrama na slici 2. vidi se znatnije odstupanje troškova pri izradi konstrukcije I. i II. faze iz razloga uvjetovanih različitim brojem podzemnih i nadzemnih etaža.

6 Usporedba troškova

Radi jasnijeg uočavanja prosječnih troškova građevinskih radova, u sljedećem dijagramu na slici 3. prikazani su troškovi iskazani po kvadratnom metru izgradnje pojedine stambeno-poslovne građevine u usporedbi s prosjekom između četiriju odabranih SPG i cijene po kvadratnom metru prema biltenu 2007.



Slika 3. Dijagram troškova po kvadratnom metru ploštine

LITERATURA

- [1] Bezak, S.: *Struktura promjene cijene građevinskih radova*, Građevinar, 55 (2003) 8, 457-461.
- [2] *Bilten Standardna kalkulacija radova u visokogradnji*, Institut građevinarstva Hrvatske d.d., Zagreb, 2007., brojevi III-XII/2007.
- [3] Đukan P.: *Standardna kalkulacija*, Građevinski institut-Zagreb, Građevinar, Zagreb, 1986.
- [4] Đukan, P.; Đukan, S.: *Procjena vrijednosti građevinskih objekata*, Zbornik radova II. stručnog savjetovanja HDSV - "Procjena nekretnina", Zagreb, 2005., 87-102.
- [5] Horner, R.M.W.: *Control of Cost in Construction Projects*, Građevinar 43(1991)6, Zagreb, 289-293.
- [6] Institut IGH, d.d., *ekspertna baza podataka*
- [7] Lukačić, R.; Linarić Z.; Bezak, S.; *The influence of construction technology on the successful realisation of a construction industry project*, 2nd SENET Conference on Project Management, Cavtat, 2002., 656-662.
- [8] Marenjak, S., El-Haram, M.A., Malcolm, R., Horner, W.:(2002), *Analysis Of Overall Project Costs For The Building Industry*, Građevinar 54 7, str. 393-401, Zagreb.
- [9] Martinec, N.; Bezak, S.; Čaklović, A.; *Construction works cost structure*, 3rd SENET PM Conference, Project Management paving the way to European Union, Bratislava, 2004., 13-19.
- [10] Martinec, N.; Hrnjak Ajduković, N.; Bezak S.; *Cost estimate for the construction of residential-commercial buildings*, CIB Joint Internatioanal Symposium 2009, Construction Facing Worldwide Challenges, Dubrovnik, 2009., 233-241.

Iz dijagrama na slici 3. vidi se da su troškovi građevinskih radova po kvadratnom metru ploštine stambeno-poslovne građevine SPG2, SPG3 i SPG4 ispod prosjeka biltena i ispod prosjeka stambeno-poslovnih građevina, dok je stambeno-poslovna građevina SPG1 iznad prosjeka biltena i iznad prosjeka stambeno-poslovnih građevina.

Međutim, kada se proračuna prosječna vrijednost između četiriju stambeno-poslovnih građevina, ona iznosi 4.373 kuna po m². Ako se ova prosječna vrijednost usporedi s referentnom vrijednošću iz TIP-a I biltena Standardna kalkulacija radova u visokogradnji koja iznosi 4.692 kuna po m², vidi se razlika 319 kn po m² odnosno 7,29 %. Stoga se može konstatirati da predloženi model može poslužiti za približnu procjenu troškova izgradnje.

7 Zaključak

Struktura građevinskih radova jest važan element za kontrolu troškova na građevinskim projektima. Struktura ovisi o izboru tehnološke cjeline, vrsti izabrane građevine i tehnologiji izvođenja građevinskih radova.

Uvjet za prepoznatljivu strukturu građevinskih radova jesu standardizirani opisi pojedinih vrsta radova, što je određeno ograničenje. Na osnovi opisa radova, formiraju se grupe radova koje zajedno čine prepoznatljivu strukturu. Tako prepoznatljiva struktura daje nam mogućnost jednostavnijeg planiranja i praćenja troškova građenja. Na taj se način postiže osnovna svrha procjene troškova, a to je relativna sigurnost planiranja konačnih troškova za cijeli projekt ili za dio projekta.