Model upravljanja troškovima kvalitete u građevinskim projektima

Dolaček-Alduk, Zlata; Radujković, Mladen; Mikulić, Dunja

Source / Izvornik: **Građevinar, 2009, 61, 147 - 156**

Journal article, Published version
Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:133:910842

Rights / Prava: Attribution 4.0 International/Imenovanje 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI FAKULTET OSIJEK
Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository GrAFOS - Repository of Faculty of Civil Engineering and Architecture Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

UDK 69.008.001.7 Primljeno 29. 12. 2008.

Model upravljanja troškovima kvalitete u građevinskim projektima

Zlata Dolaček-Alduk, Mladen Radujković, Dunja Mikulić

Ključne riječi

građevinski projekt, troškovi kvalitete, razina kvalitete, upravljanje troškovima kvalitete, ugovorena vrijednost projekta

Z. Dolaček-Alduk, M. Radujković, D. Mikulić *Izvorni znanstveni rad*

Model upravljanja troškovima kvalitete u građevinskim projektima

Prikazuju se rezultati istraživanja troškova kvalitete u građevinskim projektima visokogradnje. Opisana je struktura troškova kvalitete i karakteristike komponenata. Utvrđene su vrijednosti troškova kvalitete u ugovorenoj vrijednosti projekata. Provedena je analiza odnosa promatranih komponenata troškova kvalitete i analiza odnosa troškova kvalitete sa drugim ugovornim veličinama – cijenom i rokom. Formuliran je model za upravljanje troškovima kvalitete u građevinskim projektima.

Key words

construction project, quality costs, quality level, quality cost management, contract price of projects

Z. Dolaček-Alduk, M. Radujković, D. Mikulić *Original scientific paper*

Quality cost management model for construction projects

Results obtained during quality cost analysis for building construction projects are presented. The quality cost structure and characteristics of individual components are described. The proportion of quality costs in the total contract price of projects is defined. Correlations among individual quality cost components are analysed, and quality costs are compared with other contract parameters - price and completion time. The quality cost management model for construction projects is formulated.

Mots clés

projet de construction, frais de qualité, niveau de qualité, gestion des frais de qualité, prix contractuel des projets

Z. Dolaček-Alduk, M. Radujković, D. Mikulić *Ouvrage scientifique original*

Le modèle de gestion des frais de qualité sur les projets de construction

Les résultats obtenus au cours de l'analyse des frais de qualité sur les projets de construction sont présentés. La structure des frais de qualité et les propriétés des composants individuels sont décrites. La partie des frais de qualité dans le prix contractuel total de projets est définie. Les corrélations entre les composants individuels des frais de qualité sont analysées, et les frais de qualité sont comparés avec les autres paramètres contractuels - prix et délai. Le modèle de gestion des frais de qualité pour les projets de construction est proposé.

Ключевые слова

строительный проект, расходы качества, уровень качества, управление расходами качества, договорёная стоимость проекта

З. Долачек-Алдук, М. Радуйкович, Д. Микулич *Оригинальная научная работа*

Модель управления расходами качества в строительных проектах

В работе показываются результаты исследования расходов качества в строительных проектах высотного строительства. Описана структура расходов качества и характеристики компонентов. Установлены стоимости расходов качества в договоренной стоимости проектов. Проведён анализ отношений наблюдаемых компонентов расхода качества и анализ отношений расходов качества с другими договорными величинами – ценой и сроком. Формулирована модель по управлению расходами качества в строительных проектах.

Schlüsselworte

Bauprojekt, Qualitätskosten, Qualitätsniveau, Leitung der Qualitätskosten, vereinbarter Wert des Projekts, Modelle des Folgens der Qualitätskosten

Z. Dolaček-Alduk, M. Radujković, D. Mikulić *Wissenschaftlicher Originalbeitrag*

Modell der Leitung der Qualitätskosten in Bauprojekten

Dargestellt sind die Ergebnisse der Forschung der Qualitätskosten bei Bauproblemen des Hochbaus. Beschrieben ist die Struktur der Qualitätskosten und die Kennzeichen der Komponenten. Festgelegt sind die Werte der Qualitätskosten im vereinbarten Wert des Projekts. Durchgeführt ist die Analyse der Verhältnisse der betrachteten Komponenten der Qualitätskosten und die Analyse der Verhältnisse der Qualitätskosten zu den übrigen Vertragsgrössen - Preis und Frist. Formuliert ist ein Modell für die Leitung der Qualitätskosten in Bauprojekten.

Autori: Dr. sc. **Zlata Dolaček-Alduk**, dipl. ing. građ., Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Građevinski fakultet Osijek; prof. dr. sc **Mladen Radujković**, dipl. ing. građ.; prof. dr. sc. **Dunja Mikulić**, dipl. ing. fizike, Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet Zagreb

1 Uvod

1.1 Osnove o troškovima kvalitete u građevinskim projektima

U današnjem poslovanju građevinskih poduzeća sve je prisutnija svijest o vezi kvalitete i dugoročnog uspjeha na tržištu. Pojam kvalitete podrazumijeva zadovoljenje pravnih, estetskih i funkcionalnih zahtjeva tijekom realizacije građevinskih projekata. Međutim, u odvijanju i ishodu aktivnosti tijekom gradnje mogu se primijetiti znatna odstupanja od zadanih i definiranih zahtjeva kvalitete. Ta se odstupanja mogu otkriti u različitim fazama projekta i iskazati mjerljivim značajkama projektnih aktivnosti. Mjerljive značajke odstupanja iskazuju se kao troškovi kvalitete koji se prate tijekom procesa izvedbe projekta analizom ishoda aktivnosti u projektu.

S obzirom na karakter, troškovi kvalitete mogu se javiti u svim vrstama troškova, u okviru različitih proizvodnih procesa i mogu imati karakter fiksnih ili varijabilnih troškova. Imaju karakter direktnih troškova – gotovo svi troškovi kvalitete mogu se jednoznačno pridodati mjestu troška i vremenski definirati. Troškovi kvalitete prikriveni su u okviru drugih vrsta troškova sve dok ih se ne prepozna, evidentira i analizira [10]. Negativni prefiks troškova kvalitete može se promijeniti ako se troškovi loše kvalitete promatraju kao potencijalna financijska pričuva koja se može osloboditi i usmjeriti na druge aktivnosti u poduzeću [6][1]. Uzroci pojave troškova kvalitete mogu biti sudionik u projektu, način organizacije projekta ili organizacija samog gradilišta. U slučaju kada je projektna dokumentacija ishodište pojave troška kvalitete, to se uglavnom odnosi na slabu tehničku razradu detalja, neujednačenost nacrta te na previde i propuste projektanta u vezi sa specifičnim zahtjevima investitora. Do pogrješaka u izvedbi može doći zbog pogrješnog tumačenja projektne dokumentacije i specifikacija, nedostatka komunikacije između projektanta i ostalih sudionika u gradnji (inženjer, podizvođač, dobavljači), loše koordinacije podugovorenog posla, dvosmislenih ili nejasnih instrukcija, nekvalificiranih radnika, nedovoljnog nadzora i ovjere izvedenih radova na gradilištu.

Koncept praćenja troškova kvalitete razvijen je još 1956. godine[2], a dugi niz godina primjenjuje se u industrijskoj proizvodnji. U dosadašnjim istraživanjima udjela troškova kvalitete u građevinskim projektima, različiti ulazni kriteriji (troškovi dorade, vanjski troškovi pogrješaka, troškovi nesukladnosti, loše upravljanje materijalom na gradilištu, pretjerana uporaba materijala na gradilištu, troškovi radnog vremena utrošenog na aktivnosti koje ne dodaju vrijednost) rezultirali su rasponom prekoračenja ugovorene vrijednosti projekta od 5 do 13 [1, 2, 3, 4, 5, 12, 15, 17].

Radi formuliranja modela za upravljanje troškovima kvalitete provedeno je istraživanje udjela troškova kvalitete i odnosa pojedinih komponenata troškova kvalitete u građevinskim projektima visokogradnje u našoj zemlji.

2 Metodologija formiranja skupa podataka

2.1 Opis metodologije formiranja skupa podataka

Prema prikupljenim podatcima, s pomoću kojih će biti moguće uspostaviti i analizirati vezu među komponentama troškova kvalitete, formirana je baza podataka od 18 projekata visokogradnje - višestambenih zgrada. U obzir su uzeti završeni projekti i oni pred završetkom kako bi se mogli vidjeti ukupni troškovi kvalitete. Zbog složenosti istraživanja, kao i činjenice da potrebne podatke ispitanici do sada nisu prikupljali, svakom voditelju projekta obrazložena je priroda troškova kvalitete, format podataka koji se od njih očekuje i ostavljeno je dovoljno vremena da se podatci pripreme prije ugovorenog intervjua (spoznavanje situacije, prikupljanje projektne dokumentacije, kalkulacija troškova kvalitete). Dobiveni se podatci u bazi temelje na proračunu udjela pojedinih komponenata troškova kvalitete u ukupnoj vrijednosti projekta. Za potrebe tog proračuna voditelji projekata koristili su se projektnom dokumentacijom, ugovornim troškovnikom, građevinskom knjigom, građevinskim dnevnikom te internim bilješkama i podatcima kada se radi o troškovima vanjskih pogrješaka.

Osim ostvarivanja cilja dobivanja podataka o udjelu troškova kvalitete tijekom intervjua, popunjavani su obrasci izrađenih postupaka sustava kvalitete kojima se omogućuje praćenje i analiza troškova kvalitete, da bi se dodatno utvrdila njihova primjenjivost.

2.2 Formiranje skupa podataka

Podjela troškova kvalitete preuzeta je iz podjele koju je predložio i opisao Feigenbaum [11, 19] koja, u osnovi, podrazumijeva četiri komponente ukupnih troškova kvalitete (slika 1.):

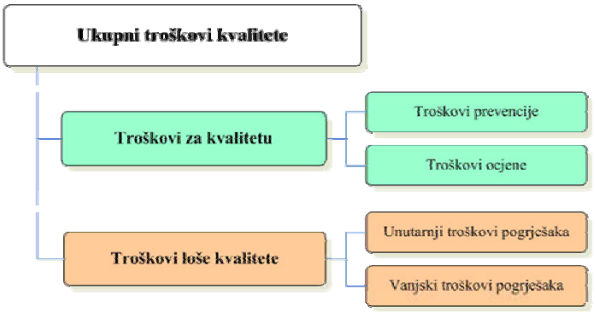
- **troškovi za kvalitetu** – obrtni ili unutarnji troškovi kvalitete koji se javljaju u poslovanju
    - troškovi prevencije – troškovi za sprječavanje odstupanja kvalitete – analiza, ocjena i vrjedno-

[1] Crosby je, tijekom istraživanja i brojnih razgovora s direktorima poduzeća ustvrdio: „…da je njihov interes za kvalitetu proporcionalan težini situacije s padom profita koji proživljavaju u danom trenutku.”

[2] Prva detaljnija publikacija o troškovima kvalitete, „Total Quality Control”, pojavila se 1956. godine kao posebno izdanje *Harvard Business Review*, u kojoj Feigenbaum detaljno obrazlaže svoj koncept troškova kvalitete. Uvodi pojam ukupnih troškova kvalitete (*total quality costs*) i postavlja zahtjev za kontrolom troškova dokazivanjem rezultata primjenom statističkih metoda.

vanje kvalitete dobavljača, izrada prototipa, analiza rizika, vremensko planiranje, provođenje mjera zaštite na radu, upravljanje sustavom kvalitete

- troškovi ocjene (ispitivanja) kvalitete – troškovi ocjenjivanja, kontrole i pregleda – ulazna i završna kontrola, nezavisne ocjene kvalitete procesa, održavanje točnosti ispitne i mjerne opreme,



Slika 1. Komponente ukupnih troškova kvalitete

- **troškovi loše kvalitete**
  - troškovi unutarnjih propusta – pogrješke, ponovljeni rad, popravci, škart, analiza nedostataka i problema, pooštrena ispitivanja, ponovljena kontrola, nesreće na radu, pogrješke proračuna
  - troškovi vanjskih propusta – uočenih nakon primopredaje građevina – troškovi u jamstvenom roku, zahvati prema žalbama i prigovorima kupaca, povrat proizvoda, popusti, sudski sporovi i zabrane, pad konkurentnosti, gubitak tržišta, izgubljeni profit.

S obzirom na ograničenja koja su utvrđena prilikom prikupljanja podataka nije bilo moguće u svim projektima ustanoviti vrijednosti za sve četiri komponente ukupnih troškova kvalitete. Stoga su za analizu odnosa komponenata troškova kvalitete promatrane dvije glavne komponente - *troškovi za kvalitetu* - koje čine vrijednosti prevencije i ocjene i *troškovi loše kvalitete* - koje čine vrijednosti unutarnjih i vanjskih pogrješaka.

Podatci o dobivenim vrijednostima troškova kvalitete u promatranim projektima izraženi su na dva načina:

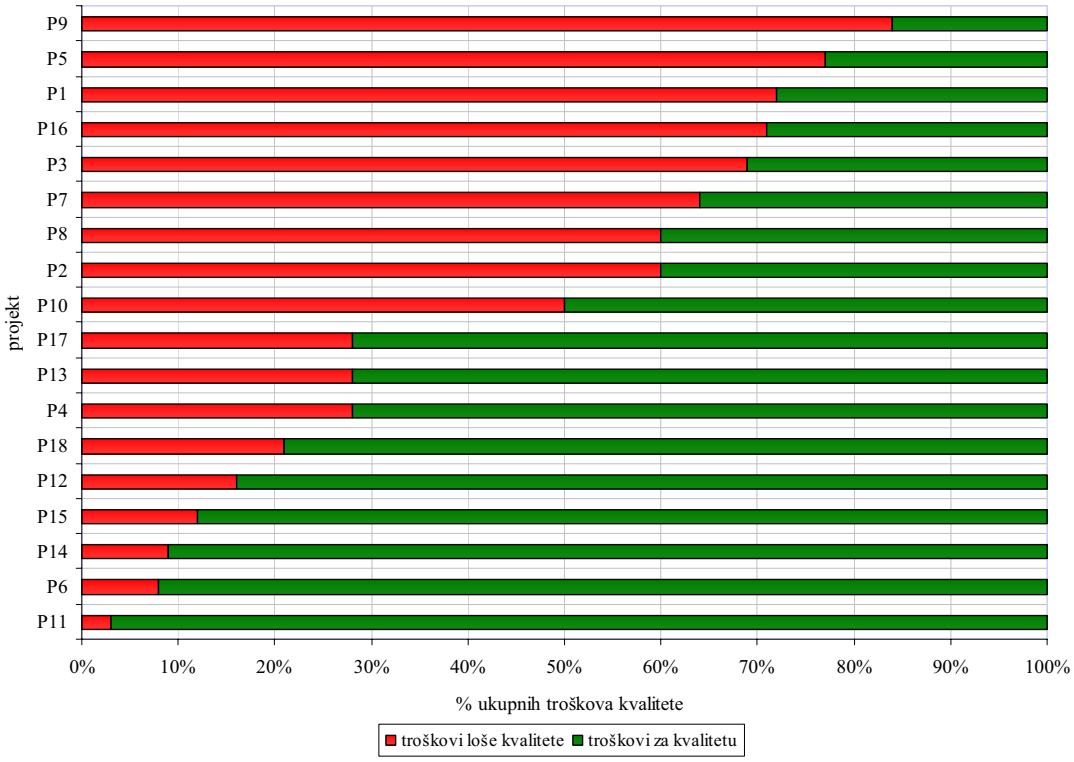
- kao postotak ukupne vrijednosti projekta; ova analiza pokazuje udio ukupnih troškova kvalitete u ugovorenoj vrijednosti projekta (na slici 2. ilustrativno je prikazan odnos ugovorene vrijednosti projekta i ukupnih troškova kvalitete na primjeru projekta P1)
- kao postotak ukupnih troškova kvalitete; ova analiza pokazuje odnos komponenata troškova kvalitete – troškova za kvalitetu i troškova loše kvalitete u promatranom projektu (na slici 3. ilustrativno je prikazan odnos komponenata troškova kvalitete na primjeru projekta P1).

Slika 2. Udio troškova kvalitete u odnosu na ugovorenu vrijednost projekta u projektu P1

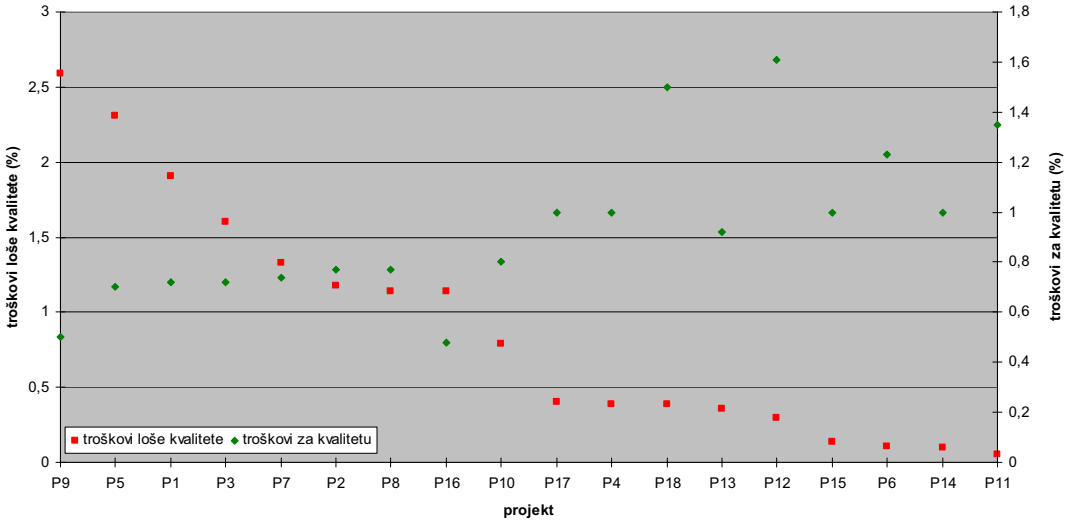
Slika 3. Udio komponenata troškova kvalitete u ukupnom iznosu troškova kvalitete u projektu P1

Na temelju provedenog istraživanja i analize prikupljenih podataka utvrđeno je da prosječni ukupni troškovi kvalitete za promatranu bazu projekata iznose **1,83 % ugovorene vrijednosti projekta**. Troškovi za kvalitetu iznose prosječno 0,93 %, nešto više od 50 % ukupnih troškova kvalitete. Troškovi zbog loše kvalitete radova iznose prosječno 0,90 %, nešto manje od 50 % ukupnih troškova kvalitete. Ukupni troškovi kvalitete kreću se u rasponu od maksimalne vrijednosti ukupnih troškova kvalitete, $Q_{uk,max}$ = 3,09 % ugovorene vrijednosti projekta u bazi podataka, do minimalne vrijednosti, $Q_{uk,min}$ = 1,10 % ugovorene vrijednosti projekta u bazi podataka.

Odnos pojedinih komponenata troškova kvalitete u ukupnim troškovima kvalitete za svaki promatrani projekt prikazan je na slici 4. Prema slici 4. odnos troškova za kvalitetu i troškova loše kvalitete kreće su u rasponu od 97 % : 3 % (projekt 11) do 16 % : 84 % (projekt 9). Prosječno, taj odnos za sve projekte u bazi iznosi 58 % : 42 % (u korist troškova za kvalitetu).



Slika 4. Odnos komponenata ukupnih troškova kvalitete



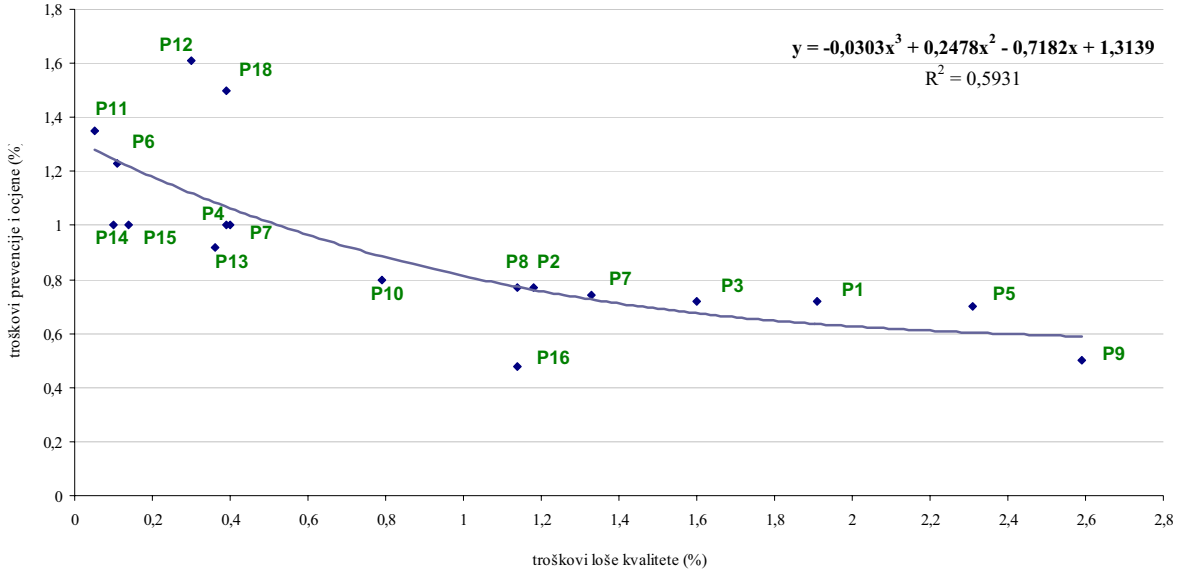
Slika 5. Usporedni prikaz odnosa komponenata troškova kvalitete

Usporednim promatranjem vrijednosti troškova kvalitete po projektima može se uočiti korelacija među promatranim komponentama – svakom povećanju troškova kvalitete odgovara smanjenje troškova loše kvalitete (slika 5.).

3 Dinamika odnosa komponenata troškova kvalitete

Pretpostavka primjeni modela upravljanja troškovima kvalitete jest poznavanje matematičke zakonitosti odnosa komponenata troškova kvalitete. Dinamika promjene odnosa među komponentama troškova kvalitete i njihova međusobnog utjecaja je jasna - troškovi vanjskih i unutarnjih pogrješaka smanjit će se ako se povećaju troškovi prevencije i/ili ocjene. Na temelju rezultata istraživanja i provedenih analiza primjenom regresijske analize, opisan je odnos među komponentama troškova kvalitete u građevinskim projektima.

Dijagram na slici 6. prikazuje rezultate analize odnosa troškova loše kvalitete i troškova za kvalitetu po promatranim projektima. Obje komponente iskazane su kao postotak ugovorene vrijednosti projekata.



Slika 6. Odnos troškova za kvalitetu i troškova loše kvalitete

Dijagram na slici 6. potvrđuje pretpostavku da troškovi loše kvalitete opadaju s povećanjem troškova prevencije i ocjene. No, dijagram i rezultati analize primjenom regresijske jednadžbe pokazuju da se manjim ulaganjima u prevenciju i ocjenu postiže veće smanjenje troškova loše kvalitete.

4 Odnos troškova kvalitete, ugovorenog roka i cijene

Kada se radi o izgradnji građevine, razina kvalitete utvrđuje se ugovorom između investitora i izvođača radova. Postizanje ugovorene/zahtijevane razine kvalitete ovisi o utjecaju investitora na projekt, utjecaju okruženja u kojem se realizira projekt, karakteristikama projekta te o procesu upravljanja projektom. Potpisivanjem ugovora izvođač se obvezuje izgraditi građevinu definiranu projektnom dokumentacijom u ugovorenom roku i za ugovoreni iznos.

Vrsta i količina podataka o promatranim projektima u bazi omogućuje uvid i proračun veličine prekoračenja

Tablica 1. Odnos razine kvalitete i prekoračenja ugovorenih vrijednosti

	prekoračenje ugovorenog roka (%)										
prekoračenje ugovorene cijene (%)	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**
0	100,00	95,00	90,00	85,00	80,00	75,00	70,00	65,00	60,00	55,00	50,00
1	99,50	94,50	89,50	84,50	79,50	74,50	69,50	64,50	59,50	54,50	49,50
2	99,00	94,00	89,00	84,00	79,00	74,00	69,00	64,00	59,00	54,00	49,00
3	98,50	93,50	88,50	83,50	78,50	73,50	68,50	63,50	58,50	53,50	48,50
4	98,00	93,00	**88,00**	83,00	78,00	73,00	68,00	63,00	58,00	53,00	48,00
5	97,50	92,50	87,50	82,50	77,50	72,50	67,50	62,50	57,50	52,50	47,50
6	97,00	92,00	87,00	82,00	77,00	**72,00**	67,00	62,00	57,00	52,00	47,00
7	96,50	91,50	86,50	81,50	76,50	71,50	66,50	61,50	56,50	51,50	46,50
8	96,00	91,00	86,00	81,00	76,00	71,00	66,00	61,00	56,00	51,00	46,00
9	95,50	90,50	85,50	80,50	75,50	70,50	65,50	60,50	55,50	50,50	45,50
10	95,00	90,00	85,00	80,00	75,00	70,00	65,00	60,00	55,00	50,00	45,00
11	94,50	89,50	84,50	79,50	74,50	69,50	64,50	59,50	54,50	49,50	44,50
12	94,00	89,00	84,00	79,00	74,00	69,00	64,00	59,00	54,00	49,00	44,00
13	93,50	88,50	83,50	78,50	73,50	68,50	63,50	58,50	53,50	48,50	43,50
14	93,00	**88,00**	83,00	78,00	73,00	68,00	63,00	58,00	53,00	48,00	43,00
15	92,50	87,50	82,50	77,50	72,50	67,50	62,50	57,50	52,50	47,50	42,50
16	92,00	87,00	82,00	77,00	**72,00**	67,00	62,00	57,00	52,00	47,00	42,00
17	91,50	86,50	81,50	76,50	71,50	66,50	61,50	56,50	51,50	46,50	41,50
18	91,00	86,00	81,00	76,00	71,00	66,00	61,00	56,00	51,00	46,00	41,00
19	90,50	85,50	80,50	75,50	70,50	65,50	60,50	55,50	50,50	45,50	40,50
20	90,00	85,00	80,00	75,00	70,00	65,00	60,00	55,00	50,00	45,00	40,00
21	89,50	84,50	79,50	74,50	69,50	64,50	59,50	54,50	49,50	44,50	39,50
22	89,00	84,00	79,00	74,00	69,00	64,00	59,00	54,00	49,00	44,00	39,00
23	88,50	83,50	78,50	73,50	68,50	63,50	58,50	53,50	48,50	43,50	38,50
24	**88,00**	83,00	78,00	73,00	68,00	63,00	58,00	53,00	48,00	43,00	38,00
25	87,50	82,50	77,50	72,50	67,50	62,50	57,50	52,50	47,50	42,50	37,50

troškova i ugovorenih rokova koji su nastali kao posljedica događaja uzrok kojega su pogrješke izvođača ili podizvođača, pogrješke u projektnoj dokumentaciji ili pogrješke koje su uočene prilikom primopredaje građevina.

Ako se razina kvalitete definira kao suma utjecajnih faktora:

- prekoračenje ugovorene vrijednosti projekta – u postotcima prekoračenja u odnosu na ugovorenu vrijednost (T)
- prekoračenje ugovorenog roka – u postotcima prekoračenja u odnosu na ugovoreni rok (R)

i ako se svakom utjecajnom faktoru pridruži jednaka težina 50 : 50, tada se postizanje razine kvalitete može izraziti u postotcima izrazom:

$$Q = 0{,}5x(100 - T)+0{,}5x(100 - R)$$

gdje je:

T … % prekoračenja ugovorene vrijednosti

R … % prekoračenja ugovorenog roka

Q … razina kvalitete (%).

Postizanje razine kvalitete, Q, ovisno o postotcima prekoračenja ugovorene vrijednosti projekta i ugovorenog roka, prikazano je u tablici 1.

Kako status varijabli u regresijskom modelu ovisi o primjeni modela i poznavanju područja primjene, kao nezavisna varijabla *X* uzet će se razina kvalitete. Razina kvalitete definirat će se ovisno o postotku prekoračenja ugovorenog roka i ugovorene vrijednosti projekata. Nezavisna varijabla objašnjava varijacije zavisne varijable. Ona se može kontrolirati kako bi se postigla željena razina zavisne varijable koju čine troškovi za kvalitetu i troškovi loše kvalitete.

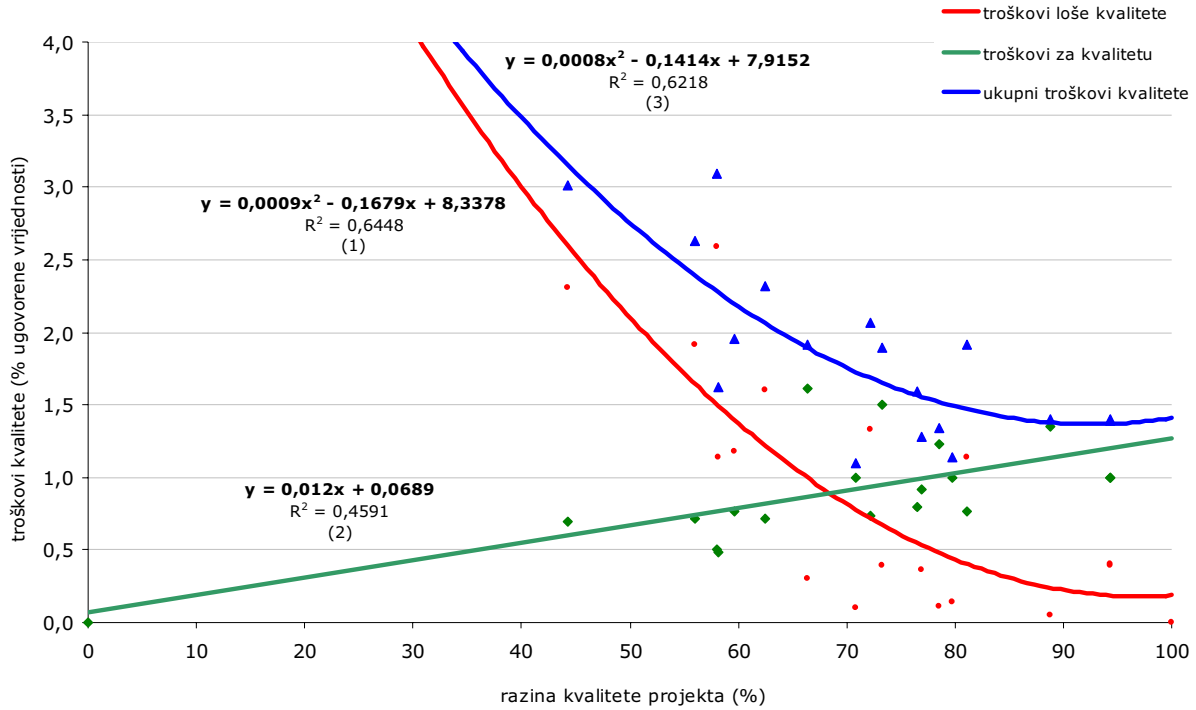
Kao zavisna varijabla *Y* uzet će se komponente ukupnih troškova kvalitete. Status varijabli u regresijskom modelu prikazan je u tablici 2.

Tablica 2. Status varijabli u regresijskom modelu

Regresijski model	nezavisna varijabla, *X*	razina kvalitete	raspon 0-100% postotak prekoračenja roka postotak prekoračenja cijene
	zavisna varijabla, *Y*	ukupni troškovi kvalitete	troškovi prevencije troškovi ocjene troškovi unutarnjih pogrješaka troškovi vanjskih pogrješaka

Kada se na osi x odredi razina postignute kvalitete u rasponu od 0 – 100 % (gdje 100 % predstavlja projekte kod kojih nije bilo prekoračenja roka i ugovorene vrijednosti) promatra se njezin odnos s vrijednostima troškova loše kvalitete koji su izraženi kao postotak ugovorene vrijednosti projekta i vrijednostima troškova za kvalitetu koje su također izražene kao postotak ugovorene vrijednosti projekta.

Regresijska jednadžba (1) pokazuje ovisnost razine kvalitete i troškova loše kvalitete. Iz dijagrama na slici 7. vidi se da razina kvalitete opada s povećanjem udjela troškova loše kvalitete. Regresijska jednadžba (2) pokazuje ovisnost razine kvalitete i troškova za kvalitetu. Iz



Slika 7. Regresijske krivulje troškova kvalitete

dijagrama na slici 7. vidi se da razina kvalitete raste s povećanjem udjela prevencije i ocjene. Jednako tako, povećanjem udjela troškova za kvalitetu opada vrijednost troškova loše kvalitete. Promatrani odnosi odražavaju zakonitost da projekti veće razine kvalitete imaju manje troškove loše kvalitete.

Iz zakonitosti odnosa među ovim varijablama može se donijeti odluka o potrebnoj visini ulaganja u kvalitetu da bi se troškovi kvalitete smanjili za određenu veličinu uz istodobno povećanje razine kvalitete.

Prema teorijskim spoznajama, optimum troškova kvalitete odnosno minimum ukupnih troškova kvalitete nalazi se na zamišljenoj vertikali koja prolazi sjecištem krivulje troškova za kvalitetu i troškova loše kvalitete. U praksi je teško postići takvu idealnu situaciju s obzirom da se radi o podatcima i procjenama stvarnih troškova s gradilišta. Realno, moguće je da se minimum ukupnih troškova kvalitete nalazi lijevo od točke sjecišta, što znači da su troškovi loše kvalitete veći od najmanjih ukupnih troškova. U slučaju da se minimum ukupnih troškova kvalitete nalazi desno od točke sjecišta krivulja, kao što je slučaj u ovom istraživanju, jasno je da je više novca uloženo u prevenciju i ocjenu, što je upravo i željena situacija. Jednako tako, moguće je da ovaj slučaj upozorava na visoke troškove implementacije i održavanja sustava kvalitete, kao i na visoke troškove ocjene i kontrole koje plaća izvođač tijekom izvođenja radova.

U prikazanom regresijskom modelu vertikala koja prolazi sjecištem krivulja za kvalitetu i troškova loše kvalitete siječe os x u vrijednosti razine kvalitete od 71,64 %. U toj točki, prema izrazima (1) i (2), troškovi za kvalitetu i troškovi loše kvalitete su jednaki i iznose 0,93 % ugovorene vrijednosti projekta (slika 8.).

Ovu razinu kvalitete, prema tablici 1., daju kombinacije prekoračenja ugovorenog roka do 50 % i prekoračenja ugovorene vrijednosti projekta do 56 %. Zbog ovako visokih vrijednosti prekoračenja ugovorenih vrijednosti može se zaključiti da postizanje ove razine kvalitete ne zadovoljava uvjete poslovanja i ne podržava konkurentnost građevinskih poduzeća.

razina kvalitete	ukupni troškovi kvalitete	troškovi loše kvalitete	troškovi za kvalitetu
71,64 %	1,86 %	0,93 %	0,93 %

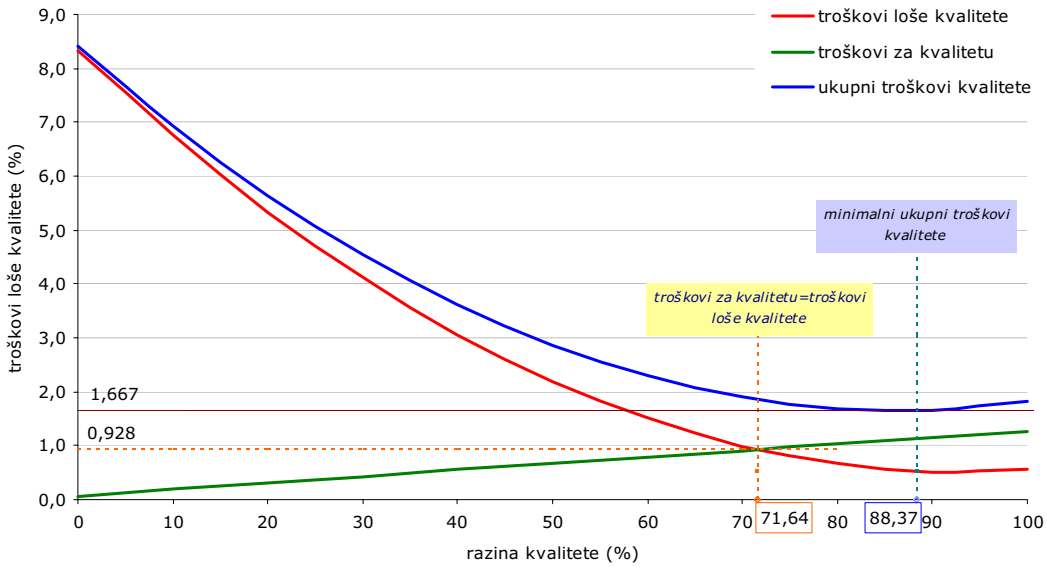
Vertikala koja prolazi točkom minimuma ukupnih troškova kvalitete, koji se nalazi desno od točke sjecišta krivulja troškova za kvalitetu i troškova loše kvalitete, siječe os x u vrijednosti razine kvalitete od 88,37 % (slika 8.). Ovu razinu kvalitete, prema odnosima prikazanim u tablici 1., mogu dati kombinacije prekoračenja ugovorenog roka do najviše 20 % i ugovorene vrijednosti projekta do najviše 25 %.

razina kvalitete	ukupni troškovi kvalitete	troškovi loše kvalitete	troškovi za kvalitetu
88,37 %	1,66 %	0,53 %	1,13 %

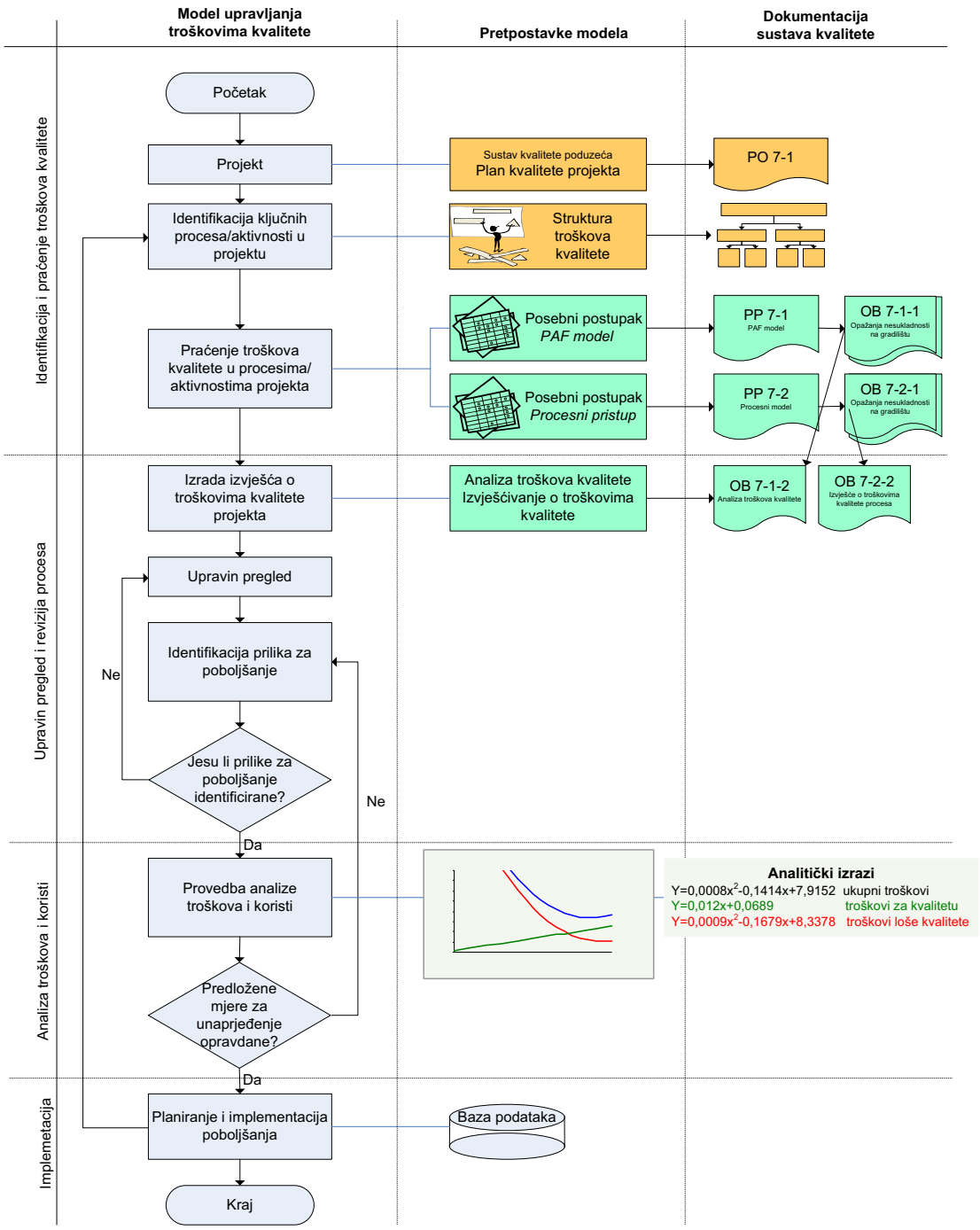
S obzirom na prikazane vrijednosti prekoračenja može se zaključiti da se ciljano područje zadovoljavajuće razine kvalitete nalazi iznad 88 %.

5 Model upravljanja troškovima kvalitete u građevinskim projektima

Sumirajući dobivene rezultate može se utvrditi da je za uspješno upravljanje troškovima kvalitete u građevinskim projektima potrebno formulirati model u kojem će biti integrirani sljedeći elementi:



Slika 8. Određivanje ciljane razine kvalitete



Slika 9. Model upravljanja troškovima kvalitete[3]

(1) struktura troškova kvalitete u građevinskim projektima i njezine kategorije

(2) metodologija sustavnog prikupljanja i analize podataka o troškovima kvalitete u okviru sustava upravljanja kvalitetom i

(3) matematički model kojim se opisuje dinamika odnosa među komponentama troškova kvalitete.

Predloženi model za upravljanje troškova kvalitete u građevinskim projektima prikazan je na slici 9.

[3] Obrazloženje skraćenca dokumentacije sustava kvalitete:
PP 7-1 - skraćenica za **p**osebni **p**ostupak sustava kvalitete poduzeća u kojem se opisuje PAF model praćenja troškova kvalitete
PP 7-2 - skraćenica za **p**osebni **p**ostupak sustava kvalitete poduzeća u kojem se opisuje procesni model praćenja troškova kvalitete
OB - skraćenica za **ob**razac postupka sustava kvalitete

Upravljanje troškovima kvalitete prema tom modelu podrazumijeva četiri glavne aktivnosti:

- identifikaciju i praćenje troškova kvalitete
- reviziju aktivnosti u projektima i pregled koji provodi uprava
- analizu troškova i koristi i
- implementaciju poboljšanja.

Radi cjelovitog spoznavanja troškova kvalitete potrebna je suradnja svih sudionika u gradnji, s obzirom da ishodište pogrješaka, a time i troškova kvalitete, može biti bilo koji od sudionika u gradnji (investitor, projektant, izvođač, dobavljač ili podizvođač). Planom kvalitete projekta mogu se obuhvatiti i liste prijašnjih ili uobičajenih pogrješaka na sličnim projektima [7].

Navedena podjela i model prikupljanja troškova kvalitete podrazumijevaju prepoznavanje i utvrđivanje troškova kvalitete kao strukturnog elementa ukupnih troškova poduzeća. Prepoznavanje pojavnih oblika svih komponenata troškova kvalitete osobito je važno za upravljanje troškovima kvalitete.

Analiza podataka o troškovima kvalitete uključuje sljedeće aktivnosti:

- prosjek troškova kvalitete u građevinskom projektu izražen kao postotak ukupnih troškova na projektu; iskazivanje troškova u postotku ukupnih troškova projekta pokazat će jesu li ukupni troškovi kvalitete neumjereno visoki u odnosu na ugovorenu vrijednost projekta
- raspodjelu troškova kvalitete prema strukturnim kategorijama - iskazivanje troškova kvalitete prema kategorijama pokazat će smjer u kojem je moguće postići poboljšanja u sustavu kvalitete projekta
- raspodjelu troškova kvalitete prema ishodištima, sudionicima u projektu i
- analizu međudjelovanja troškova prevencije, ispitivanja i pogrješaka.

Korist od izvještaja o troškovima kvalitete ovisi o njihovoj točnosti i pouzdanosti. Da bi izvještaj o troškovima kvalitete bio uporabljiv, mora biti lako razumljiv, jednostavan korisnicima za odlučivanje, pouzdan (što podrazumijeva neutralnost, objektivnost i nesankcioniranje) i usporediv sa sličnim podatcima u poduzeću. Učestalost izvještavanja o troškovima kvalitete ovisi o mogućnostima sustava upravljanja kvalitetom, kao i o potrebama onih koji donose odluke na temelju takvih izvještaja. Na razini izravno zaposlenih ljudi za realizaciju promatranog procesa, izvještavanje bi trebalo biti dnevno (po mogućnosti u trenutku nastanka troška nesukladnosti).

Prvenstveno se promatraju troškovi nesukladnosti. Mjere poboljšanja aktivnosti opterećenih troškovima nesukladnosti odnose se na potrebe ulaganja u preventivne aktivnosti. Jednako tako, ako se analizom utvrde nerealno visoki troškovi zbog kvalitete, javlja se potreba za revizijom procesa. Troškovi kvalitete mogu se interpretirati kao: postotak vrijednosti realizacije projekta u promatranom razdoblju, postotak vrijednosti ugovorenih radova, postotak mase bruto plaća radnika za prethodni mjesec i slično.

6 Zaključak

Značaj sustavnog pristupa upravljanju troškovima kvalitete jest u tome da postignuta kvaliteta, kao komponenta kojom se opisuje uspješnost nekog građevinskog projekta, nije slučajna, već je ona rezultat planiranih aktivnosti u projektu koje imaju utjecaja na ugovaranje, planiranje u projektu, tehnologiju izvedbe i organizaciju rada. U takvim okolnostima strategija za upravljanje građevinskim projektima izgrađuje se na načelu da je kvaliteta istodobno i usklađeno ispunjavanje zahtjeva i očekivanja investitora i postizanje poslovnog uspjeha za sve sudionike u projektu. To omogućuje da se zahtjevi i interesi sudionika u projektu, investitora i ostalih strana u projektu usklađuju na razini upravljanja projektom.

Jedan od osnovnih principa upravljanja kvalitetom jest činjenično donošenje odluka na temelju rezultata mjerenja i analiza. Taj princip podrazumijeva potrebu razvoja modela za upravljanje troškovima kvalitete radi mjerenja, opisivanja, analize, tumačenja i modeliranja takvih odstupanja, čak i s razmjerno ograničenom količinom podataka.

Istraživanje vrijednosti troškova kvalitete na uzorku od 18 građevinskih projekata visokogradnje tijekom 2006. i 2007. godine pokazuje prisutnost troškova kvalitete u fazi izvršenja projekata. Bitno je istaknuti da troškovima kvalitete nije posvećena potrebna pozornost – posebno na njihovo prepoznavanje i analizu. Rezultati istraživanja u okviru ovoga rada pokazuju prirodu i karakter troškova kvalitete i mogućnosti upravljanja ovom, posebnom, vrstom troškova. Istraživanjem je potvrđena pretpostavka da se ulaganjem u troškove prevencije i ocjene smanjuju troškovi loše kvalitete u obliku dodatnog ili ponovljenog rada. Jednako tako, rezultati istraživanja upozoravaju na činjenicu da se manjim ulaganjem u troškove kvalitete postižu veći učinci na smanjenje troškova loše kvalitete.

Značajni doprinos ovog istraživanja nalazi se u predloženom modelu određivanja razine kvalitete. Ulazni kriteriji u modelu uzeti su kao postotak prekoračenja ugovorene vrijednosti i ugovorenog roka s obzirom da utvrđeni troškovi kvalitete utječu na uspjeh postizanja ovih komponenata kojima se opisuje uspješnost građevinskih projekata u cjelini. Provedeno istraživanje pokazuje mogućnost upravljanja troškovima kvalitete.

LITERATURA

[1] Abdul-Rahman, H.: *The cost of non-conformance during a highway project: a case study*, Construction Management and Economics, Vol. 13 (1995), No. 1, pp. 23-32

[2] Abdul-Rahman, H.: *Capturing the cost of non-conformance on construction sites: An application of the quality cost matrix*, International Journal of Quality and Reliability Management, Vol. 13 (1996), No. 1, pp. 48-60

[3] Barber, P.; Graves, A.; Hall, M.; Sheath, D.; Tomkins, C.: *Quality failure costs in civil engineering projects*, IJQRM (2000), Vol. 17, No. 4/5, pp. 479-492

[4] Burati, J.M.; Farrington, J.J. (1987) *Costs of quality deviations in design and construction*, Report to the Construction Industry Institute, University of Texas at Austin, Austin, Texas

[5] Burati, J.M.; Farrington, J.J.; Ledbetter, W.B.: *Causes of Quality Deviations in Design and Construction*, Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 118 (1992), No. 1, pp. 34-49

[6] Crosby, P.: *Kvaliteta je besplatna*, Privredni vjesnik, Zagreb, 1996.

[7] Dolaček, Z.: Upravljanje kvalitetom u građevinskim projektima, magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Zagreb, 2002.

[8] Dolaček-Alduk, Z.: Upravljanje kvalitetom u projektno organiziranom građevinskom poduzeću, doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Zagreb, 2008.

[9] Dolaček-Alduk, Z.; Mikulić, D.; Radujković, M.: *Upravljanje kvalitetom u projektno usmjerenom građevinskom poduzeću*, Građevinar 59 (2007) 3, 209-218

[10] Drljača, M.: *Mala enciklopedija kvalitete V. dio – Troškovi kvalitete*, Oskar, Zagreb, 2004.

[11] Feigenbaum, A.: Total Quality Control, 3rd Edition, McGraw-Hill, New York, 1991

[12] Hammarlund, Y.; Josephson P-E. (1991) *Sources of Quality Failures in Building*, Paper 1991:1, Chalmers University of Technology, Department of Building Economics and Construction Management

[13] HRN EN ISO 9000:2002 *Sustavi upravljanja kvalitetom – Temeljna načela i rječnik*

[14] HRN ISO/TR 10014:2002 *Smjernice za upravljanje ekonomijom kvalitete*

[15] Josephson P-E.; Hammarlund, Y.: *The causes and costs of defects in construction: A study of seven building projects*, Automation in Construction, Vol. 8 (1999), No. 6, pp. 681-687

[16] Juran, J.M.; Gryna, F.: *Planiranje i analiza kvalitete*, Mate, Zagreb, 1999.

[17] Love, P.E.D.; Mandal, P.; Li, H.: *Determining the casual structure of rework influences in construction*, Construction Management and Economics, Vol. 17 (1999), No. 4, pp. 505-517

[18] Medanić, B.: *Management u građevinarstvu*, Građevinski fakulteti u Osijeku, Rijeci, Splitu i Zagrebu, Osijek, 1997.

[19] Pheng Low, S.; Henson Y.: *A construction quality costs quantifying system for building industry*, International Journal of Quality nad Reliability Management, Vol. 15 (1998), No. 3, pp. 329-349

Zahvaljujemo se Ministarstvu znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske na potpori znanstvenim projektima broj 082-0822156-2993 (glavni istraživač prof. dr. sc. ***Mladen Radujković****) i 082-0822161-2990 (glavni istraživač prof. dr. sc.* ***Dunja Mikulić****) u okviru kojih je provedeno ovo istraživanje. Također se zahvaljujemo svim građevinskim poduzećima i voditeljima projekata koji su sudjelovali u istraživanju.*

Autori