

# UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM PROJEKTOM POVEZIVANJEM PODATAKA O TROŠKOVIMA, VREMENU I KVALITETI PRIMJENOM REGRESIJSKE ANALIZE

*Tamara Marić*

Original scientific paper

Članak daje prikaz upravljačkih tehnika povezivanjem triju osnovnih veličina svakog građevinskog projekta - troškova, vremena i kvalitete. Za stvaranje modela formirana je povijesna baza podataka sačinjena od 24 primjera objekata za obranu od visokih voda - nasipa. U ovom istraživanju višestrukom regresijskom analizom ispitat će se na koji način premašenje ugovorenih vrijednosti vremenskih i kvalitativno značajnih aktivnosti utječe na premašenje ugovorenih vrijednosti troškovno značajnih aktivnosti. Ovisnu varijablu predstavlja postotak premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa, dok su kao neovisne varijable definirane postotak premašenja ugovorenog trajanja vremenski značajnih aktivnosti i postotak premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti projekata nasipa. Dobiveni rezultati analize pokazuju da je predloženim modelom moguće unaprijediti upravljački alat, kao i proces odlučivanja.

**Cljučne riječi:** model, upravljanje građevinskim projektom, regresijska analiza

## Construction project management by the application of regression analysis to integrate data on costs, time and quality

Izvorni znanstveni članak

The paper presents management techniques by integrating three basic factors of every construction project – costs, time and quality. To create the model a history data base has been formed consisting of 24 examples of objects for high water protection – embankments. In this research multiple regression analysis will be used to analyse the way in which the violation of contracted terms regarding time and quality significant activities affects the over-running of contracted terms regarding cost significant activities. The dependent variable is represented by the percentage of violation of contracted amounts of embankment project cost significant activities, while the percentage of violation of contracted terms regarding time significant activities and the percentage of violation of agreed values regarding quality significant activities in embankment construction projects are defined as independent variables. The obtained results of the analysis show that it is possible to improve management tool as well as decision-making process by the proposed model.

**Keywords:** model, construction projects management, regression analysis

### 1

#### Uvod

#### Introduction

Kako bi se sveobuhvatno upravljalo projektom potrebno je projekt usmjeriti cilju, uz jasno određene faze unutar zadanog vremena, trošenje ili iskorištavanje velikog broja različitih i ograničeno raspoloživih resursa pri održavanju zadanih novčanih sredstava i zadovoljnije propisane kvalitete.

Upravljanje projektom jest planiranje, organizacija, praćenje i kontrola svih aspekata projekta, te motiviranje svih uključenih za postizanje projektnih ciljeva na siguran način, unutar planiranih troškova, vremena i prema zadanim uvjetima kvalitete.

Upravljanje projektom ima pet osnovnih funkcija: planiranje, organiziranje, kadrovsko ekipiranje, kontrolu i vođenje [1], uz motivaciju svih sudionika da se projektni ciljevi ostvare sigurno, uz uspješan utrošak dodijeljenih resursa, unutar zadanih rokova i proračuna, prema zadanim tehničkim uvjetima, na zadovoljstvo naručitelja/korisnika, sa dobiti za sve sudionike.

Baza je prikupljena na temelju stvarnih primjera iz građevinske prakse 24 objekta za obranu od visokih voda - nasipa (tablica 1). Primjeri iz baze podataka su izvedeni u periodu od 1998. - 2002. godine na području Republike Hrvatske i opisuju ponašanje objekata nasipa za taj vremenski period i zadano prostorno područje.

Osnovna zamisao koja je bila ideja vodilja pri stvaranju modela jest iskoristiti poznate dvije varijable,

postotak premašenja ugovorenog trajanja vremenski značajnih aktivnosti i postotak premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti (uvijek definirane dvije veličine u svim ugovorima o građenju za građevinske projekte) kako bi se predvidjela treća veličina, a to je postotak premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti građevinskog projekta. Ovakva postavka je bila moguća uz:

- uveden je sustav ocjenjivanja kvalitete građevinskog projekta i
- sve tri varijable svedene su prvom točkom na istu jedinicu mjere, pa se nesmetano može odvijati razvoj aktivnosti u modelu.

Regresijskom analizom predviđa se postotak premašenja ugovorenog iznosa troškovno značajnih aktivnosti građevinskog projekta kao funkcija postotka premašenja ugovorenog trajanja vremenski značajnih aktivnosti i postotka premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti.

### 2

#### Upravljanje građevinskim projektima

#### Construction projects management

Prema PMI Standards Committee [2] dana su osnovna znanja obuhvaćena upravljanjem projektom i mogu se raspodijeliti na:

- upravljanje ciljevima projekta
- upravljanje sadržajem projekta



Slika 1. Uspostavljanje upravljanja projektima uz uvedenu integraciju troškova, vremena i kvalitete  
 Figure 1. Projects management with introduced integration of costs, time and quality

Tablica 1. Osnovni podaci objekata za obranu od visokih voda – nasipa u ugovorenom i okončanom stanju  
 Table 1. Basic data of objects for protection of high water – embankment in contracted and completed state

| R. BR. PROJEKTA | % TZA PROJEKTA ugovoreno | UDIO VRJEDNOSTI TZA U UK. VRIJED. PROJEKTA ugovoreno (%) | % VZA PROJEKTA ugovoreno | UDIO TRAJANJA VZA U UK. TRAJANJU PROJEKTA ugovoreno (%) | % KZA PROJEKTA ugovoreno | UDIO OCJENE KZA U UK. OCJENI PROJEKTA ugovoreno (%) | % TZA PROJEKTA okončano | UDIO VRJEDNOSTI TZA U UK. VRIJED. PROJEKTA okončano (%) | % VZA PROJEKTA okončano | UDIO TRAJANJA VZA U UK. TRAJANJU PROJEKTA okončano (%) | % KZA PROJEKTA okončano | UDIO OCJENE KZA U UK. OCJENI PROJEKTA okončano (%) |
|-----------------|--------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|
| 1               | 12,38                    | 83,39                                                    | 31,75                    | 98,57                                                   | 12,38                    | 99,61                                               | 18,31                   | 77,28                                                   | 35,00                   | 96,25                                                  | 18,31                   | 92,98                                              |
| 2               | 13,39                    | 82,70                                                    | 29,17                    | 99,05                                                   | 13,39                    | 98,75                                               | 15,96                   | 80,23                                                   | 33,87                   | 96,67                                                  | 15,96                   | 92,71                                              |
| 3               | 19,64                    | 76,32                                                    | 28,17                    | 97,78                                                   | 19,64                    | 99,66                                               | 19,64                   | 76,32                                                   | 31,08                   | 97,14                                                  | 19,64                   | 99,65                                              |
| 4               | 14,75                    | 80,43                                                    | 29,85                    | 97,62                                                   | 14,75                    | 95,18                                               | 15,00                   | 79,73                                                   | 32,26                   | 95,83                                                  | 15,00                   | 98,80                                              |
| 5               | 13,75                    | 81,96                                                    | 31,11                    | 99,17                                                   | 13,75                    | 97,33                                               | 14,86                   | 79,05                                                   | 33,33                   | 96,30                                                  | 14,86                   | 96,72                                              |
| 6               | 16,30                    | 78,47                                                    | 29,17                    | 98,33                                                   | 16,30                    | 96,11                                               | 16,13                   | 79,20                                                   | 34,92                   | 99,70                                                  | 16,13                   | 95,69                                              |
| 7               | 18,57                    | 78,40                                                    | 30,00                    | 99,05                                                   | 18,57                    | 90,17                                               | 17,57                   | 80,01                                                   | 32,86                   | 98,33                                                  | 17,57                   | 94,71                                              |
| 8               | 13,98                    | 81,78                                                    | 29,17                    | 98,57                                                   | 13,98                    | 97,46                                               | 14,77                   | 80,38                                                   | 31,94                   | 97,08                                                  | 14,77                   | 96,36                                              |
| 9               | 13,68                    | 82,52                                                    | 30,14                    | 99,44                                                   | 13,68                    | 95,43                                               | 14,77                   | 81,15                                                   | 32,86                   | 98,57                                                  | 14,77                   | 96,39                                              |
| 10              | 19,12                    | 76,90                                                    | 30,88                    | 99,05                                                   | 19,12                    | 97,61                                               | 18,57                   | 77,00                                                   | 33,85                   | 97,50                                                  | 18,57                   | 98,49                                              |
| 11              | 14,61                    | 80,23                                                    | 28,00                    | 99,05                                                   | 14,61                    | 96,97                                               | 15,12                   | 79,34                                                   | 31,08                   | 96,67                                                  | 15,12                   | 97,28                                              |
| 12              | 20,31                    | 79,85                                                    | 28,00                    | 98,57                                                   | 20,31                    | 97,63                                               | 20,31                   | 79,85                                                   | 30,99                   | 99,17                                                  | 20,31                   | 97,63                                              |
| 13              | 16,36                    | 79,67                                                    | 28,99                    | 99,44                                                   | 16,36                    | 99,72                                               | 16,67                   | 78,48                                                   | 31,94                   | 98,10                                                  | 16,67                   | 99,94                                              |
| 14              | 17,44                    | 80,43                                                    | 26,92                    | 98,33                                                   | 17,44                    | 97,00                                               | 16,48                   | 79,10                                                   | 28,81                   | 96,67                                                  | 16,48                   | 96,48                                              |
| 15              | 18,31                    | 77,58                                                    | 23,96                    | 99,44                                                   | 18,31                    | 93,52                                               | 17,57                   | 79,33                                                   | 27,06                   | 99,05                                                  | 17,57                   | 98,48                                              |
| 16              | 13,76                    | 82,11                                                    | 23,08                    | 99,05                                                   | 13,76                    | 96,21                                               | 13,51                   | 82,86                                                   | 26,14                   | 98,33                                                  | 13,51                   | 99,69                                              |
| 17              | 16,48                    | 79,18                                                    | 31,82                    | 99,05                                                   | 16,48                    | 95,48                                               | 17,05                   | 77,12                                                   | 31,82                   | 99,05                                                  | 17,05                   | 95,13                                              |
| 18              | 17,02                    | 78,60                                                    | 28,00                    | 98,57                                                   | 17,02                    | 98,20                                               | 17,39                   | 76,63                                                   | 31,94                   | 98,52                                                  | 17,39                   | 94,24                                              |
| 19              | 18,31                    | 77,30                                                    | 28,95                    | 99,44                                                   | 18,31                    | 96,57                                               | 18,57                   | 74,97                                                   | 31,94                   | 98,57                                                  | 18,57                   | 94,89                                              |
| 20              | 15,85                    | 81,39                                                    | 31,82                    | 99,05                                                   | 15,85                    | 97,99                                               | 17,33                   | 79,75                                                   | 35,00                   | 95,42                                                  | 17,33                   | 96,93                                              |
| 21              | 19,12                    | 74,45                                                    | 32,81                    | 98,57                                                   | 19,12                    | 96,50                                               | 19,12                   | 74,45                                                   | 36,21                   | 97,92                                                  | 19,12                   | 96,50                                              |
| 22              | 14,44                    | 80,65                                                    | 33,85                    | 99,44                                                   | 14,44                    | 93,34                                               | 14,29                   | 81,39                                                   | 37,29                   | 98,57                                                  | 14,29                   | 94,97                                              |
| 23              | 17,11                    | 79,32                                                    | 28,05                    | 98,89                                                   | 17,11                    | 95,63                                               | 17,33                   | 77,27                                                   | 31,08                   | 99,05                                                  | 17,33                   | 95,89                                              |
| 24              | 17,86                    | 78,63                                                    | 26,92                    | 98,33                                                   | 17,86                    | 95,97                                               | 16,67                   | 79,31                                                   | 31,82                   | 97,33                                                  | 16,67                   | 99,71                                              |
| PROSJEK         | 16,03                    | 79,90                                                    | 28,98                    | 98,81                                                   | 16,03                    | 96,55                                               | 16,59                   | 79,18                                                   | 32,06                   | 97,72                                                  | 16,59                   | 96,66                                              |

Opis tablice i značenje skraćenica: TZA - troškovno značajna aktivnost, VZA - vremenski značajna aktivnost, KZA - kvalitativno značajna aktivnost, UK - ukupno, % - postotak.

- upravljanje vremenom
- upravljanje troškovima
- upravljanje kvalitetom
- upravljanje ljudskim resursima
- upravljanje nabavom i logistikom
- upravljanje rizikom i
- upravljanje komunikacijama u projektu.

Za uspjeh upravljanja uz znanje treba imati prilagođen poslovni sustav i kvalitetan tim [1]. Istraživanja su pokazala kako optimalno planiranje projekta treba analizirati razne mogućnosti i postaviti više scenarija [3], a za uspješno upravljanje projektima treba kontrolirati sve aktivnosti, rokove njihovog ostvarenja, resurse i troškove vezane uz njih, ne zaboravljajući na bitan treći element, a to je kvaliteta. Uz sve ovo potrebno je pratiti ugovornu dokumentaciju i za vrijeme trajanja građevinskog projekta treba uvijek raspolagati svježim informacijama.

Bitno je omogućiti pri svakom stvaranju baze podataka prikladnu obradu, pohranjivanje i čuvanje, prenošenje podataka i informacija, te jednostavan pristup.

Obrada podataka sastoji se od četiri temeljna procesa:

- prikupljanje podataka,
- obrada podataka,
- pohranjivanje podataka i
- izrada dokumenata i izvješća.

Rukovoditeljima za odlučivanje i upravljanje građevinskim projektom trebaju razne vrste informacija. Tako se iz formirane baze podataka od 24 primjera objekata za obranu od visokih voda daju odgovori na neka pitanja i analizom datoteke mogu se ponuditi rješenja u području upravljanja projektom. Osnovna svrha organiziranja podataka je smanjenje zaliha materijala, ostvarenje neovisnosti programa o načinu organiziranja podataka, integracija podataka iz više datoteka, brz pristup podacima i brzo dobivanje informacija, povećana sigurnost, te pojednostavnjeno očuvanje cjelovitosti podataka. Svrhe koje su navedene služe za dobro organiziranje aktivnosti izvođenja izvođaču radova, kao i organiziranje cjelovitog procesa investitoru. Postoji nekoliko sustava za podršku odlučivanju koji su iz ovako pripremljene baze podataka korišteni:

- sustavi za izvješćivanje (posebna izvješća o prekoračenju troškova, vremena i padu kvalitete),
- matematički modeli (rezultat simulacije upravljanja nad građevinskim projektom unoseći dvije poznate veličine i predviđajući treću nepoznatu, čime se omogućuje predviđanje ponašanja u budućnosti za nepoznat građevinski projekt) i
- sustavi za grupno odlučivanje (grupnog rješavanja problema, primjerice vremenskog plana, čime je omogućena međusobna komunikacija između članova grupe i njihova veza sa sustavom za podršku odlučivanju).

### 3

#### Analiza modela

##### Analysis of model

Kako ovakav vid baze podataka (tablica 1) prikazuje značajne elemente globalne baze podataka, njima se dalje može upravljati i vršiti sve daljnje obrade.

Potrebnu pažnju trebalo je usmjeriti na ugovoreni rok, ugovorenu cijenu objekata i ugovorenu ocjenu kvalitete te stanje koje se dogodilo nakon završetka radova, po okončanju projekta, okončanoj cijeni, ostvarenom roku i ostvarenoj ocjeni kvalitete izgradnje.

Za daljnju obradu podataka uzeli su se podaci za vrijeme, vremenski značajne aktivnosti, za troškove, troškovne značajne aktivnosti i za kvalitetu, kvalitativno značajne aktivnosti. Budući da je tema ovog rada povezivanje podataka troškova, vremena i kvalitete kod upravljanja građevinskih projekata, bilo je potrebno sagledati stanje ugovorenih troškova i ugovorenog vremena te stanja kvalitete, a potom obratiti pažnju na ishod projekata.

Troškovi su obrađeni uz pomoć za to stvorenim etalonskim troškovnicima te je praćeno stanje ugovoreno u odnosu na okončani obračun i njihova međusobna razlika služila je kao podloga za daljnju obradu definiranjem troškovno značajnih aktivnosti. Vrijeme izgradnje pratilo se prema izrađenom etalonskom vremenskom planu te je razlika između ugovorenog i ostvarenog vremena izgradnje služila kao podloga za daljnju analizu definiranjem vremenski značajnih aktivnosti. Za kvalitetu izgradnje oformljen je potpuno novi sustav ocjenjivanja na temelju ISO standarda [4, 5, 6] i definirane su kvalitativno značajne aktivnosti. Tim sustavom je svaki projekt ocijenjen pri ugovorenom stanju i pri okončanju. Razlika ovih dvaju stanja služila je kao osnovica za daljnju obradu.

Tako složeni ulazni podaci bili su dobra priprema za oformljenje matematičkog modela koji funkcionira na temelju povijesne baze podataka postotka premašenja ugovorenog trajanja vremenski značajnih aktivnosti i postotka premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti projekta koje su neovisne varijable kako bi se izračunala ovisna varijabla postotka premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti.

U istraživanju [7] višestrukom regresijskom analizom ispitano je na koji način premašenje ugovorenih vrijednosti vremenski i kvalitativno značajnih aktivnosti utječe na premašenje ugovorenih vrijednosti troškovno značajnih aktivnosti. Ovisnu (kriterijsku) varijablu predstavlja postotak premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa, dok su kao neovisne (prediktorske) varijable definirane postotak premašenja ugovorenog trajanja vremenski značajnih aktivnosti i postotak premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti projekata nasipa.

Pearsonov koeficijent korelacije pokazuje da između dvije determinirane neovisne varijable postoji jaka pozitivna povezanost ( $r=0,775$ ), koja je statistički značajna ( $p=0,000$ ).

Tablica 2. Pearsonovi koeficijenti korelacije između postotka premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti projekata nasipa i neovisnih varijabli s pripadajućim  $p$ -vrijednostima dobivenim pri testiranju hipoteze o njihovoj značajnosti.

Table 2. Pearson's coefficients of correlation between percentage of exceeding of contracted values for qualitatively important activities of embankment project and independent variables with belonging  $p$ -values obtained by testing hypothesis of their importance.

| Varijabla                                                              | Koeficijent korelacije sa ovisnom varijablom | $p$ -vrijednost |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|
| Postotak premašenja ugovorenog iznosa troškovno značajnih aktivnosti   | 0,894                                        | 0,000           |
| Postotak premašenja ugovorenog trajanja vremenski značajnih aktivnosti | 0,775                                        | 0,000           |

Tablica 3. Osnovni pokazatelji regresijskog modela kriterijske varijable koja predstavlja postotak premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa u ovisnosti o dvije neovisne varijable.

Table 3. Basic indicators of regression model of criterion variable which is percentage of exceeding of contracted amount of expenses for important activities of embankment project in dependence of two independent variables.

| Varijabla                                   | $B$    | $SEE$ | $\beta$ | $t$ -omjer | $p$ -vrijednost | Interval procjene $B$ |                |
|---------------------------------------------|--------|-------|---------|------------|-----------------|-----------------------|----------------|
|                                             |        |       |         |            |                 | Donja granica         | Gornja granica |
| Konstanta                                   | -8,639 | 3,708 |         | -2,329     | 0,030           | -16,374               | -0,903         |
| Postotak premašenja ugovorenog trajanja VZA | -0,562 | 0,043 | -0,671  | -12,948    | 0,000           | -0,652                | -0,471         |
| Postotak premašenja ugovorenih ocjena KZA   | 4,978  | 0,183 | 1,413   | 27,269     | 0,000           | 4,597                 | 5,359          |

Standardizirani koeficijenti regresije  $\beta$  predstavljaju regresijske koeficijente iskazane u standardiziranom obliku. Takva transformacija olakšava usporedbu i sagledavanje važnosti koeficijenata regresije koji su uključeni u model.

U testiranju hipoteze o značajnosti pojedinačne prediktorske varijable koristi se  $t$ -omjer. I u ovom slučaju odluka o prihvaćanju ili odbacivanju hipoteze o značajnosti promatranog koeficijenta regresije može se donijeti na temelju  $p$ -vrijednosti.

Intervali procjene oba regresijska koeficijenta i konstantnog člana modela sastavljeni su na uobičajenoj razini povjerenja od 95 %.

Konstantni član u izračunatoj regresijskoj jednadžbi ima vrijednost -8,639. Dakle, kada ne bi bilo premašenja ugovorenog trajanja vremenski značajnih aktivnosti i ugovorene ocjene kvalitativno značajnih aktivnosti, okončani iznos troškovno značajnih aktivnosti bio bi manji od ugovorenog za 8,639 %.

Regresijski koeficijent koji stoji uz prvu neovisnu varijablu pokazuje da se ugovoreni iznos troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa prosječno smanjuje za 0,562 % ako se ugovoreno trajanje vremenski značajnih aktivnosti poveća za 1 %, uz uvjet da druga neovisna varijabla ostane konstantna. Koeficijent

U tablici 3. navedeni su osnovni pokazatelji multiple regresijske analize:

- nestandardizirani regresijski koeficijent  $B$
- standardne pogreške procjene  $SEE$
- standardizirani regresijski koeficijent  $\beta$
- vrijednosti  $t$ -omjera s pripadajućim  $p$ -vrijednostima i
- granice intervala procjene nestandardiziranih koeficijenata regresije  $B$

Nestandardizirani koeficijent regresije  $B$  pokazuje kolika je očekivana prosječna promjena vrijednosti ovisne varijable ako se promatrana neovisna varijabla poveća za jedinicu uz uvjet da sve ostale neovisne varijable ostanu nepromijenjene.

Standardna pogreška procjene regresijskog koeficijenta ( $SEE$ ) predstavlja standardnu devijaciju sampling distribucije procjenitelja pripadajućeg parametara. Ta se vrijednost koristi pri sastavljanju intervala procjene regresijskog koeficijenta i u testiranjima hipoteza.

regresije koji se u regresijskoj jednadžbi nalazi uz drugu neovisnu varijablu pokazuje da će ugovoreni iznos troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa prosječno biti veći za 4,978 % ako se ugovorena ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti poveća za 1 %, a prva neovisna varijable ostane nepromijenjena.

Prema standardiziranim koeficijentima regresije, varijabla koja predstavlja postotak premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti važniji je prediktor premašenja ugovorenog iznosa troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa.

Na razini signifikantnosti  $p < 0,05$  statistički značajnima smatraju se koeficijenti regresije koji stoje uz obje neovisne varijable, kao i konstantni član.

Jednadžba višestruke linearne regresije u ovom slučaju glasi:

$$y = -8,639 - 0,562 \cdot x_1 + 4,978 \cdot x_2,$$

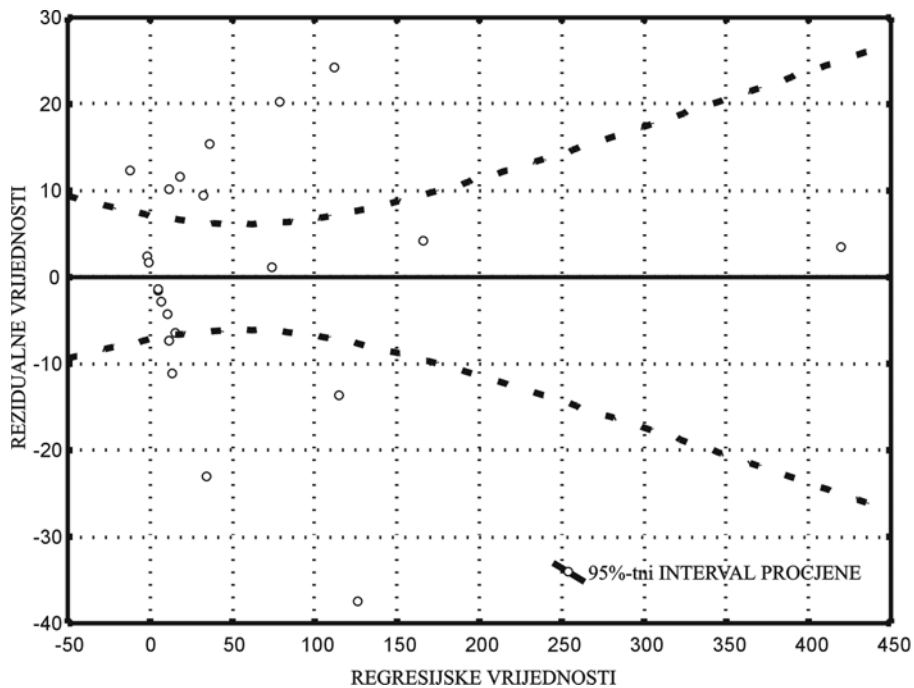
gdje su:

$y$  - ovisna regresijska varijabla koja predstavlja postotak premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa

$x_1$  - neovisna regresijska varijabla koja predstavlja postotak premašenja ugovorenog trajanja vremenski

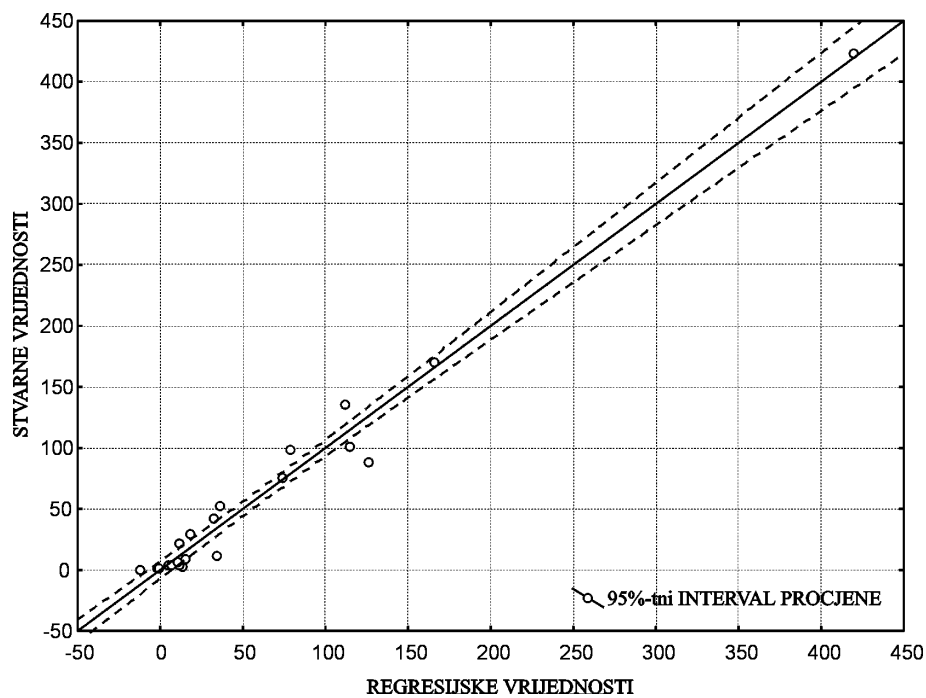
značajnih aktivnosti projekata nasipa  
 $x_2$  - neovisna regresijska varijabla koja predstavlja postotak premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti projekata nasipa.

Ishod projekata na kojima je primijenjen model predstavlja poboljšanje u funkcioniranju, uz uvedene mjere koje služe stalnoj kontroli ključnih aktivnosti u izvođenju projekata.



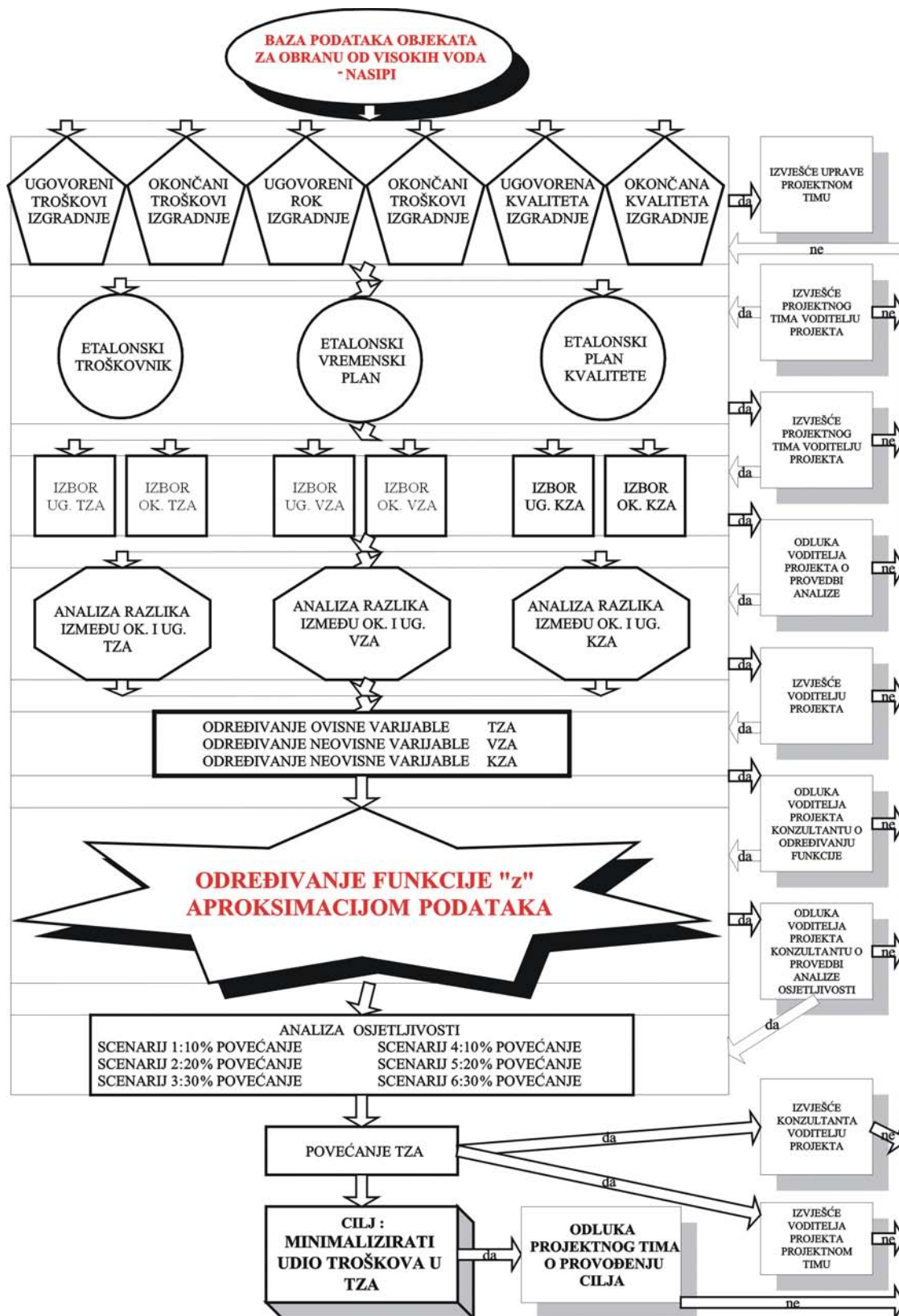
Slika 2. Parovi regresijskih i rezidualnih vrijednosti varijable koja predstavlja postotak premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa

Figure 2. Pairs of regressive and residual values of the variable presenting the percentage of exceeding of contracted costs of important activities of embankment project



Slika 3. Parovi regresijskih i stvarnih vrijednosti varijable koja predstavlja postotak premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti projekata nasipa

Figure 3. Pairs of regressive and real values of variable presenting the percentage of exceeding of contracted costs of important activities of embankment project



Slika 4. Model kontrole promjena na mjerodavnim razinama projekta nasipa  
 Figure 4. Model of control of changes on relevant levels of embankment project

## 4

**Zaključci**

## Conclusions

Korelacijska ovisnost TZA, VZA i KZA za objekte za obranu od visokih voda – nasipi [3]:

- VZA i KZA su praktički ovisne varijable ( $r=0,775$ ). Obzirom da su ovisne jedna se može izraziti preko druge pa to u ovom slučaju više nije model sa jednom ovisnom i dvije neovisne veličine nego sa jednom ovisnom i jednom neovisnom veličinom.
- U ovom slučaju prvo se VZA izrazi preko KZA ili obrnuto a onda TZA preko VZA te nema multiple regresije.
- TZA je osrednje neovisan od VZA ( $r=0,424$ ) i jako ovisan od KZA ( $r=0,894$ ). Regresijskom analizom dobiva se da je TZA jako ovisan od VZA i KZA ( $r=0,989$ ).
- Konačna korelacijska ovisnost  

$$y = -8,639 - 0,562 \cdot x_1 + 4,978 \cdot x_2$$
 je **statistički prihvatljiva zbog velikog koeficijenta multiple korelacije**.
- Stručnjaci koji su podržali obradu troškova putem etalonskog troškovnika na razini glavnog projekta pružili su dobar temelj za upravljanje troškovima građevinskog projekta.
- Predloženi etalonski vremenski plan za praćenje vremena izgradnje građevinskog projekta prikladan je za analizu, a u budućnosti je moguća modifikacija ako bi se građevinski projekti razvijali uključivanjem novih primjera.
- Novouspostavljeni sustav ocjenjivanja kvalitete prikladan je za popis prioriternih kategorija unutar svakog građevinskog projekta za fazu izvođenja. Sudionici u izgradnji do sada nisu upoznati s ovom tehnikom tako da je moguće pojavljivanje problema. Sugestija je svim sudionicima u izgradnji da se upoznaju s uspostavljenim sustavom ocjenjivanja kvalitete prije no što počnu koristiti model.
- Stručnjaci su se na početku susreli s određenim poteškoćama pokušavajući biti objektivni u svim ocjenama, no potpomognuti modelom, sudionici su sposobni postići realnost u svojim procjenama. Teško je postići dobru procjenu, pa se predlaže dobra priprema na početku analize troškova, troškovno značajnim aktivnostima, vremena izgradnje, vremenski značajnim aktivnostima i kvalitete, kvalitativno značajnim aktivnostima.

- Uspostavljenim modelom dolazi do boljeg razumijevanja procesa gradnje i procjene postotka premašenja ugovorenih iznosa troškovno značajnih aktivnosti projekata uz pomoć postotka premašenja ugovorenog trajanja vremenski značajnih aktivnosti projekata i postotka premašenja ugovorenih ocjena kvalitativno značajnih aktivnosti projekata.
- Primjena predloženog modela projekata za zaštitu od poplava obvezuje investitora na uspostavu ključnih točaka procesa i određivanje jasnih uloga odlučivanja kako bi se smanjili udjeli troškova.
- Izvođač uspostavljenim modelom mora imati jasno definirane obrasce po kojima prikuplja bitne elemente procesa izgradnje, kako bi se mogla izvršiti kontrola izvedenih radova i pratiti udio troškova.
- Predloženi model poboljšava komunikaciju i razmjenu informacija kroz fazu izgradnje. Time se uspostavlja alat za globalno odlučivanje u sferi upravljanja građevinskim projektima i nužno za sve građevinare, smanjenje udjela troškova.

## 5

**Literatura**

## References

- [1] Radujković, M. Planning and Control of Projects Through Application of Time and Cost Significant Activities, Project Perspectives, Project Management 1/98, Project Management Association Finland (PMAF), 1998, pp. 96-103.
- [2] PMI Standards Committee. A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 130 South State Road, Upper Darby, PA 19082 USA, 1996
- [3] Marić, T. Upravljanje građevinskim projektom povezivanjem podataka o troškovima, vremenu i kvaliteti, doktorski rad, Građevinski fakultet, Zagreb, 2007.
- [4] ISO 8402-1:1994 Quality Management And Quality Assurance – Vocabulary, International Organization For Standardization
- [5] ISO 9004-1:1994 Quality Management and Quality System Elements – Parts 1: Guidelines, International Organization for Standardization
- [6] ISO 10006:1997(E) Quality Management – Guidelines to Quality in Project Management, International Organization for Standardization
- [7] Znanstveni projekt 082-0822156-2993 "Upravljanje rizikom i promjenama u projektno usmjerenom građevinskom poslovanju" (voditelj projekta prof. dr. sc. Mladen Radujković)

**Author's Address (Adresa autora):**

Dr. sc. Tamara Marić, dipl. ing. grad.

Agencija za pravni promet i posredovanje nekretninama

Savska 41/VI, 10000 Zagreb

e-mail: tamara.marić@apn.hr