

PRIMENA VREDNOSNOG INŽENJERSTVA NA PROJEKTIMA IZGRADNJE STAMBENO-POSLOVNIH OBJEKATA

IMPLEMENTATION OF VALUE ENGINEERING ON RESIDENTIAL PROJECTS



UDK: 624:005.8]:338
Originalni naučni rad

Doc. dr. Zoran STOJADINOVIĆ, dipl. građ. inž.
Doc. dr. Dejan MARINKOVIĆ, dipl. građ. inž.

REZIME

U cilju afirmacije vrednosnog inženjerstva (VE), ovaj rad daje doprinos na polju razvoja procedure za praktičnu primenu VE na projektima. Razmatrani su investicioni projekti izgradnje stambeno-poslovnih objekata. U skladu sa teoretskim principama iz literature i trendovima u savremenim istraživanja u okviru procedure definiše se: optimalno vreme za primenu i način izrade VE studije. Kao optimalan trenutak preporučuje se faza izrade idejnog projekta zbog optimalnog odnosa dostupnih podataka za analizu i prethodno ostvarenih troškova na projektu. Način izrade VE studije bazira se na identifikaciji funkcija objekta i uspostavljanju merljivih parametara za evaluaciju funkcija. Na taj način predložena poboljšanja se mogu objektivno izmeriti i može se numerički dokazati opravdanost implementacije u odnosu na druga projektantska rešenja. Primena merljivih parametara omogućava da se objektivno odgovori na ključno pitanje: da li su izabrana optimalna projektantska rešenja? Dodatna korist od predloženog pristupa je da predložene funkcije, merljivi parametri i vrednosti parametara mogu poslužiti kao osnova za izradu VE studija za slične objekte i kao mera za uspešnost primenjenih rešenja.

Kroz studiju slučaja jednog poslovnog objekta u Beogradu dat je predlog seta funkcija za tipični poslovni objekat i predlog merljivih parametara za njihovu evaluaciju. Primenom vrednosnog inženjerstva na predloženi način, ostvarene su uštede u iznosu od 14%, bez uticaja na kvalitet objekta.

Ključne reči: vrednosno inženjerstvo, idejni projekat, funkcija, merljivi parametri

SUMMARY

For the purpose of further affirmation of value engineering (VE), this paper gives a contribution in developing procedures for the practical application of VE on residential projects. In accordance with the theoretical principles found in literature and trends in contemporary research, the procedure is defined by: the optimal time and appropriate method of application. The recommended moment for VE application is the preliminary design phase because of the optimal balance between the amount of available data for analysis and previously incurred project expenses. The method of producing the VE study is based on the identification of functions of the building and the establishment of measurable parameters for the evaluation of functions. This way, the proposed improvements can be objectively measured and it is possible to numerically prove that the proposed design solutions are better than others. Introducing measurable parameters enables answering the key question: are the selected design solutions optimal? An additional benefit of the proposed approach is that the proposed functions, measurable parameters and parameter values can serve as a basis for the development of VE study on similar projects as a measure of the success of applied design solutions.

A case study for an office building in Belgrade presents a set of suggested functions and measurable parameters for the evaluation of functions. Suggested functions, measurable parameters and parameter values can be used as a basis for the development of future VE studies. Savings in the amount of 14%, without affecting the quality of the building were documented.

Key words: value engineering, preliminary design, function, measurable parameter

Adresa autora: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Bulevar
kralja Aleksandra 73, 11000 Beograd
E-mail: jokazs@eunet.rs
dejan@grf.rs

Napomena: Rad saopšten na konferenciji Saveza građevinskih
inženjera i tehničara Srbije na Sajmu građevinarstva SEEBE 2015 u
Beogradu, 17. aprila 2015. godine.

1. UVOD

Vrednosno inženjerstvo (VE - *value engineering*), iako dobro poznata i priznata metodologija, još uvek ne nalazi punu primenu u praksi na građevinskim projektima na adekvatan način. I pored brojnih istraživanja, nije uspostavljen sistematski pristup po pitanju načina praktične primene, faze projekta u kojoj je treba primeniti i odgovarajućih konkretnih procedura. Ovaj rad daje doprinos na polju razmatranja trenutka i načina praktične primene VE na projektima. Radi konkretnih doprinosa, istraživanje se odnosi na projekte izgradnje stambeno-poslovnih objekata.

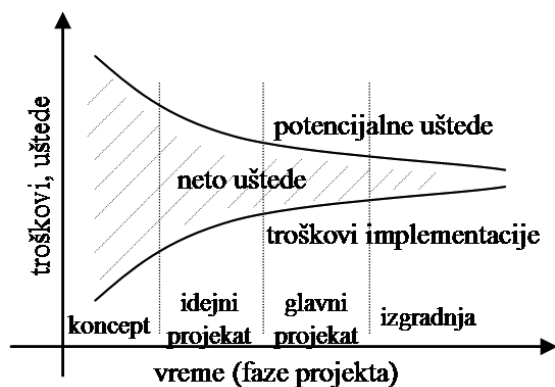
Razmotriće se ograničavajući faktori primene VE u početnim fazama projekta sa posebnim osvrtom na mogućnost primene na nivou idejnog projekta. Ispitaće se mogućnost definisanja funkcija koje karakterišu objekat i uspostavljanja merljivih parametara za evaluaciju funkcija. Sva razmatranja biće ilustrovanu studijom slučaja za jedan poslovni objekat u Beogradu.

2. PREGLED LITERATURE

VE se sprovodi u cilju pronalaženja optimalnih rešenja na projektu razmatrajući funkcije, troškove i kvalitet. Kao takva, VE se može smatrati kao proces smanjivanja troškova bez narušavanja funkcije ili kvaliteta [1].

VE se koristi u praksi već oko 50 godina. Način primene se nije značajno menjao. Kreativna faza VE radionice određuje uspeh VE studije. Kreativna faza se obično odvija na bazi slobodnog (*free thinking*) brain-storming pristupa gde se svaki projekat razvija samostalno i nezavisno ("od nule"), bez uvida u prethodna uspešna rešenja primenjena na drugim projektima. Logično, kvalitet predloženih rešenja direktno zavisi od sposobnosti pojedinaca koji čine VE tim, odnosno njihovog znanja, iskustva i kreativnosti [2].

U radu [3] razmatrana je optimalnost primene VE u zavisnosti od faze projekta. Bez obzira na veličinu i kompleksnost projekta, najbolji rezultati se mogu očekivati u ranim fazama projekta. Tada su troškovi primene i zastoji u vremenu manji. Pod ranim fazama se podrazumeva vreme pre usvajanja projektantskog koncepta kada se VE predlozima ostvaruju najveći uticaji na troškove. Generalno, sa stanovišta izrade VE analiza, projekat se može podeliti na pet faza: formiranje koncepta, izrada idejnog rešenja/



Slika 1. Smanjenje potencijalnih ušteda sa napredovanjem projekta [3]

idejnog projekta, izrada glavnog projekta, izgradnja i eksploatacija.

Na slici 1 prikazan je nivo neto ušteda koji se može ostvariti u pojedinim fazama [3]. Vidljivo je smanjenje potencijalnih ušteda sa napredovanjem projekta u vremenu.

U radu [2] predlaže se uspostavljanje sistema za upravljanje znanjem KMS (*knowledge management system*) koji bi poslužio za skladištenje prethodnog znanja i uspešno primenjenih rešenja stečenog na drugim projektima. Predloženi model je jako kompleksan i podržan odgovarajućim algoritmom i softverskim rešenjem. U radu [4] predlaže se sistem RETREIVE sa istom namenom i odgovarajućim sistemom težinskih koeficijanata.

U radu [1] ističu se 3 faze sprovođenja VE analiza: definisanje funkcija, evaluacija funkcija i razvoj alternativa. Autori su se fokusirali na poređenje alternativa. Predlaže se model ELECTRE III kojima se numerički porede različite alternative za rešavanje problema uspostavljenjem težinskih koeficijanata i sprovođenjem analize u 4 koraka (procenjuju se indeski saglasnosti i nesaglasnosti, ocene verodostojnosti i sprovodi se procedura "destilacije").

U radu [5] promovisu se inovativne tehnike (VDC, POP models, 4D modeling isl.) kako bi se ubrzao i popravio sistem za donošenje odluka prilikom razmatranja različitih alternativa imajući u vidu AEC kontekst (arhitektura-inženjering-izgradnja). U radu [6] se razmatra isti AEC kontekst sa naglaskom na procenu troškova za različite odlike (*feature based*) varijantnih projektantskih rešenja. Autori naglašavaju da je upravo VE oblast u kojoj se njihov sistem može najkorisnije primeniti.

U radu [7] autori istražuje faktore kojima se ocenjuje uspešnost VE radionice. Ankete su pokazale da ocena uspešnosti zavisi od mnogih faktora i da količina ušteda i povraćaj investicije nisu od primarnog značaja. Ističu se faktori kao što su: zadovoljstvo postignutim rezultatima, primenljivost predloga, kompletnost i jasnoća predloga, komunikacija itd.

U istraživanju sprovedenom u Aziji [8] ispituju se razlozi za nedovoljnu primenu VE koncepta. Rezultati istraživanja su pokazali da su glavne prepreke za širu primenu: nedostatak vremena i znanja, konfliktni interesi učesnika projekta, nedostatak komunikacije, podeljena odgovornost i segmentiran proces donošenja odluka. Najverovatnije bi se slični rezultati dobili sprovođenjem anketa i u našem regionu. Iskustva autora iz prakse govore u prilog činjenice da investitori najčešće nisu svesni mogućih pozitivnih efekata kao i da učesnici projekta (projektanti, menadžeri projekta) pružaju veliki otpor prilikom usvajanje i implementacije predloženih poboljšanja.

Važno je u sklopu pregleda literature objasniti razliku između VE i VM koncepta (VM - *value management*) koja je dobro opisana u radu [9]. VE se opisuje kao "tvrđ" reaktivan pristup koji se primenjuje nakon završetka određene faze projekta. VE studiju po pravilu sprovodi nezavisni tim koji, predlažući alternative za funkcije sa manjim troškovima, neminovno izaziva otpore prethodno angažovanih učesnika i određen nivo problema prilikom implementacije i verifikacije postignutih rezultata. Za razliku od VE, VM je proaktivan "mekan" pristup koji se primenjuje tokom

određene faze sa naglaskom na postizanje konsenzusa, saradnje i razmene informacija u cilju postizanja optimalnih rezultata iz prvog pokušaja. U radu [10] predloženo je i model za primenu VM na projektima (*value-goal-action-outcome* ciklus) sa ciljem pospešivanja kolaboracije i smanjivanja konflikata na projektu. Model polazi od pretpostavke da samo precizno definisani ciljevi oličeni u formi kvalitetnog projektnog zadatka mogu dovesti do uspeha primene VM koncepta. Treba dodati da je za ovakav pristup potreban mnogo viši novi znanja, posvećenosti i svesnosti svih učesnika projekta, kao i da je doprinos i rezultate VM tima mnogo teže objektivno proceniti. VE je jednostavno primeniti u formi revizije (kontrole, analize, ekspertize isl.) gotovih rešenja. dok je VM je mnogo teže primeniti jer podrazumeva kompleksan proces izrade kvantifikovanih projektnih zadataka i "online" praćenja kvaliteta usvojenih rešenja. VE zahteva izradu kompletno novih projektantskih rešenja od strane nezavisnog tima (crteži sa odgovarajućim proračunima, bez kojih je otežana implementacija zbog otpora projekatana). VM zahteva manje konkretnog projektantskog rada ali mnogo više delikatnog vođenja i usmeravanja često vrlo nekoherentnog tima ka zadatim ciljevima.

Treba istaći da su troškovi izrade VE studija višestruko manji od potencijalnih koristi. Na osnovu [3], troškovi izrade VE studija iznose 0,1-0,3% od vrednosti investicije a uštede koje se mogu ostvariti su prosečno 3-7%.

Imajući u vidu sve razmatrane radove može se uočiti trend u istraživanjima da se sprovođenje VE studija učini više numerički eksplicitno, strukturirano i proceduralno u odnosu na nestruktuiran "*free-thinking*" pristup slobodne forme. Jasno se ističu faktori koji utiču na uspeh VE studija i problemi koji onemogućavaju širu primenu.

3. PREDLOŽENI PRISTUP - KAD I KAKO PRIME- NITI VE

U literaturi se može naći mnogo afirmativnih tekstova u korist primene vrednosnog inženjerstva (sve navedene reference) ali retko se mogu naći praktična uputstva i procedure za primenu na standardnim projektima, kao što su to poslovni ili stambeni objekti. Imajući u vidu zapažanja iznesena u prethodnom poglavlju, potrebno je detaljnije razmotriti način i trenutak praktične primene VE za stambeno-poslovne objekte. Odnosno, kad i kako primeniti VE?

3.1. Vreme primene

Jasno je da se najveći uticaj može ostvariti na samom početku projekta ali postoje određene proceduralne i suštinske prepreke koje otežavaju praktičnu primenu VE koncepta. Na samom početku projekta investitor razmatra opravdanost ulaganja u određeni projekat na osnovu urbanističkih parametara vezanih za određenu parcelu. U tom trenutku procenjuju se nivo ulaganja, gabarit objekta i nivo koristi (prodaja, izdavanje, korišćenje). Na osnovu ekonomske analize donosi se odluka o pribavljanju lokacije i počinje proces dobijanja građevinske dozvole. Na ovom nivou, investitor nema na raspolaganju angažovane projektante i nema projektantskih rešenja čija bi se racionalnost

i optimalnost ispitala. Izrada VE studije bi podrazumevala alternativna konceptualna rešenja na idejnom nivou i procenu ekonomskih koristi u zavisnosti od nivoa kvaliteta objekta. Problem je što kvalitet predloženih rešenja direktno zavisi od sposobnosti angažovanog tima. Samim tim ne postoje dokazi da je pronađena najbolja varijanta i da neki drugi tim ne bi bolje sagledao projekat. Ovakve analize se obično i rade u pojednostavljenoj varijanti i neophodne su radi donošenja pravilne odluke o ulaganju u neki projekat, ali po svojoj prirodi više predstavljaju predinvesticione studije nego prave VE analize. Način sprovođenja ovakvih analiza nije dovoljno razrađen u praksi i izlazi iz okvira tematike ovog rada. Može se samo reći da se retko sprovede na dovoljno kvalitetnom nivou.

Sledeće faze podrazumevaju izradu idejnog rešenja i/ili idejnog projekta. Idejno rešenje nije idealno za praktično korisnu VE analizu zato što još uvek nisu razrađeni svi elementi projekta na detaljnom nivou. Nema dovoljno podataka za ozbiljnu analizu.

Međutim, faza izrade idejnog projekta sa urađenim predmerom i predračunom je upravo idealan trenutak za izradu svrsishodne VE studije. Projektna dokumentacija je dovoljno razrađena da se može, na osnovu detaljne tehnno-ekonomske analize, numerički dokazati da su alternativna rešenja bolja od prethodno predloženih. Svrha sprovođenja analize projekata i VE studije je da se investitor uveri da je projektovan optimalan objekat razumnog koštanja u skladu sa postavljenim ciljevima. Predmet analize je pre svega arhitektonski koncept (najšešće predstavlja najveći potencijal za uštede) a onda sve vrste radova pojedinačno imajući u vidu međusobne uticaje. Sa stanovišta sagledavanja projektantskih rešenja sve je poznato, a projekat nije preterano odmakao ni u vremenu ni u troškovima.

Na nivou glavnog projekta sprovođenje VE studije je moguće ali manje racionalno zato što je na projektu već potrošeno dosta vremena i novca na razradu detalja usvojenog koncepta. Na ovom nivou veći je otpor učesnika projekta za implemenatciju alternativnih rešenja.

Primena VE u fazi izgradnje je zakasnela i retko racionalna zato što izmene treba sprovesti u okviru važećeg glavnog projekta. U slučaju većih izmena potrebno je pribaviti novu građevinsku dozvolu što je vrlo često neisplativo.

Zato se predlaže izrada VE studija na nivou idejnog projekta.

3.2. Struktura studije

Vrednosno inženjerstvo, bez obzira na vreme primene, realizuje se kroz izradu VE studije. Struktura studije je najčešće u obliku „plana posla” (job plan) [11]. Prvu varijantu plana posla osmislio je Larry Miles. Nazvao ju je „plan posla analize vrednosti” koji se sastojao od 6 koraka. Suština je da se VE studije sprovede kroz niz proceduralno definisanih koraka. Propisivanje procedure je važno za uspeh VE studije zato što posao koji se obavlja sistematski i u skladu sa planom ima veću verovatnoću uspeha nego posao koji je nestruktuiran u svojoj formi. VE studija u skladu sa planom posla je zamišljena kao timski poduhvat jer se smatra malo verovatnim da je pojedinac može uspeš-

no sprovesti. U stvari, plan posla ima zadatak da nešto što je po prirodi ad hoc i bazirano na neuređenom razmišljanju uredi u standardizovanu proceduru. Iako je plan posla podeljen na faze, faze se u praksi preklapaju.

U literaturi se mogu pronaći različite podele. Broj faza se kreće od 5 do 8. Bez obzira na broj faza suštinski je najvažniji faza u kojoj se otkrivaju alternativna rešenja (u zavisnosti od autora naziva se faza radionice, kreativna faza isl.). Toj ključnoj fazi prethode određeni poslovi (pre workshop) a posle radionice slede određene završne aktivnosti (post workshop). Smatra se da je broj faza manje bitan od sistematičnosti pristupa. Pogotovo što se faze preklapaju i ponekad iterativno smenjuju. Validan plan posla sadrži sve faze ali se obim posla svake faze može razlikovati na različitim projektima.

Jedna od mogućih podela je sledeća [11]:

1. Informaciona faza (information phase)
2. Kreativna faza (speculation phase)
3. Analitička faza (analysis phase)
4. Faza razvoja (development phase)
5. Faza prezentacije (presentation phase)
6. Faza implementacije (implementation phase)
7. Baza istorijskih podataka (follow-up phase)

Predloženi pristup se bazira na opisanoj podeli posla na faze s tim da se u okviru informacione faze definišu funkcije objekta i merljivi parametri. Najvažnija faza je kreativna faza u okviru koje se predlažu poboljšanja. U analitičkoj fazi se najbolja rešenja kvantifikuju i porede preko vrednosti za merljive parametre. Faza razvoja predstavlja detaljnu razradu usvojenih poboljšanja u adekvatnoj formi prikladnoj za prezentaciju naručiocu i projektantima. Pod prikladnom formom se podrazumeva dovoljan nivo detaljnosti da je opravdanost implementacije nesporna.

3.3. Nivo razmatranja

U zavisnosti od trenutka izrade VE studije, menja se i nivo razmatranja. Nivo razmatranja praktično predstavlja predmet posla za VE studiju. Uobičajeno je da se u početnim fazama projekta razmatraju koncept objekta u smislu funkcionalnosti i prostor u smislu gabarita objekta. Projektna dokumentacija je na nivou skica ili idejnog rešenja. U kasnijim fazama razmatraju se elementi objekta i komponente. Elementi su delovi koji čine objekat i ograničavaju gabarit, a komponente se odnose na konkretne materijale ili delove opreme.

Predloženi pristup podrazumeva da je nivo razmatranja sveobuhvatan, odnosno razmatraju se koncept, prostor, elementi i komponente objekta. Zato je idejni projekat idealan jer je još uvek moguće menjati koncept objekta. Na nivou glavnog projekta menjanje koncepta objekta podrazumeva ponovno projektovanje što ima negativne posledice na trajanje i troškove projekta. Osnovni uslov ograničenja je urbanistički planski dokument kojim se definiše položaj i gabarit objekta.

Praksa je pokazala da se najčešće tokom izrade VE studije formiraju dve suštinski različite varijante poboljšanja. Jedna varijanta se odnosi na manje izmene u konceptu i gabaritu kako bi se olakšala implementacija i relativno lako nastavio proces projektovanja. Druga varijanta po-

drazumeva radikalne izmene koncepta i gabarita i zahteva ponovno projektovanje. Podrazumeva se da su koristi od radikalnih izmena višestruko veće od troškova preprojekovanja, kao i od koristi prve varijante.

3.4. Forme studija

U zavisnosti od različitih kombinacija vremena izrade i nivoa razmatranja postoje različite forme VE studije. Najpoznatije forme su [12]:

- „Charette”,
- „40-časovna studija” i
- „Izvođačev VE predlog”.

Charette (kočija, kolica) je metod analize, revizije i racionalizacije investitorovog projektnog zadatka. Zapravo predstavlja sastanak koji se odvija pod rukovodstvom osobe zadužene za VE i kojem prisustvuju autori projektnog zadatka i kompletan projektantski tim. Ovo je svakako koristan postupak, ali je premalo informacija na raspolaganju da bi se radile ozbiljne analize.

40-časovna VE studija je najpoznatiji formalni pristup izradi VE studije. Studija predstavlja pregled i analizu idejnog rešenja (sketch design) od strane nezavisnog projektantskog tima pod vođstvom VE eksperta. Sprovode se sve faze plana posla u okviru jedne radne nedelje na unpared propisan način, tačno određenim redosledom po radnim danima. Investitor angažuje VE eksperta koji formira tim od iskusnih profesionalaca svih neophodnih struka. Po proceduri, originalnom autorskom timu treba da je poznato da će njihov rad biti analiziran u formi VE studije. Time se izbegavaju potencijalni sukobi i otpori prilikom usvajanja predloženih poboljšanja. Izrada studije se sprovodi u prostorijama obezbeđenim od strane naručioca. Specifično je što čitav tim koji sprovodi izradu VE studije angažovan samo na ovom poslu celu radnu nedelju, što može predstavljati organizacioni problem.

Izvođačev predlog za izmenu se odnosi na fazu izvođenja radova i odnosi se na mogućnost da izvođač predloži uštede ili poboljšanja. Iako nije po prirodi VE studija ovaj mehanizam dozvoljava da izvođač bude proaktivan i da se tako uoče propusti koji nisu uočeni prethodnim fazama projekta. U okviru FIDIC ugovora postoji mogućnost za predlaganje VEP (value engineering proposal) za koji će izvođač biti nagrađen sa 50% od ostvarenih poboljšanja. Iako koristan, ovaj mehanizam je po svojoj prirodi površniji od klasične VE studije i nosi sa sobom određene praktične probleme u sprovođenju. Naime, mogu nastati zastoji u projektu radi verifikacije validnosti predloga, forsiranja usko sagledanih rešenja, poteškoća formiranja validne dokumentacije (projektanti više nisu aktivni učesnici projekta, pitanje građevinske dozvole itd.).

Predloženi pristup se bazira na 40-časovnoj studiji. Postoje dva ograničenja koja se moraju uzeti u obzir modifikacije:

1. S obzirom da predloženi pristup podrazumeva definisanje funkcija i merljivih parametara, praksa je pokazala da se ne može završiti u tako kratkom roku od 40 časova.

2. Imajući u vidu da na ovim prostorima izrada VE studija nije uobičajen postupak, teško je očekivati da se praktično sprovede dugotrajna izolacija VE tima.

Zato se predlaže da se studija radi u periodu od 3 nedelje sa stalnim konsultacijama VE tima pod vođstvom VE eksperta. U prvoj nedelji bi se izvršila informaciona faza i definisanje funkcija i merljivih parametara. U drugoj nedelji bi se sprovela kreativna faza i izabrala najbolja poboljšanja (na osnovu vrednosti merljivih parametara). U trećoj nedelji bi se kompletirala studija i izvršila prezentacija naručiocu i projektantima. Praksa je pokazala da usvajanje rešenja od strane naručioca može trajati i duže od izrade VE studije, što zavisi od kompleksnosti sistema za donošenje odluka, pa je trajanje faze implementacije teško proceniti u opštem slučaju.

Izrada VE studije podrazumeva kašnjenje početka izrade glavnog projekta, ali ostvarena korist višestruko prevazilazi štetu od kašnjenja.

3.5. Predloženi pristup

Što se načina primene tiče, u skladu sa [1], VE podrazumeva definisanje funkcija, evaluaciju funkcija i razvoj alternativa. Definisanje funkcija je preduslov za otpočinjanje rada na VE studijama. Razvoj alternativnih projektantskih rešenja je kreativan proces koji je teško proceduralno strukturirati [2]. Međutim, po pitanju evaluacije funkcija postoji najmanje dokumentovanih uputstava. Iz iskustva autora proizilazi da je ovo ključan faktor uspešnosti primene VE jer jedino uspostavljanje merljivih parametara za funkcije omogućava da se alternative objektivno porede (poređenje alternativa razmatrano u [5] i [6]) i da se drastično smanji otpor učesnika projekta prilikom njihove primene. To je segment koji najviše treba razraditi po pitanju čuvanja znanja sa prethodnih projekata (radovi [2] i [4]) a omogućava uspešnu implementaciju prema rezultatima anketa (radovi [7] i [8]).

U skladu sa prethodno iznetim, predlaže se pristup u skladu sa trendovima pokazanim u savremenim istraživanjima. Predloženi pristup podrazumeva:

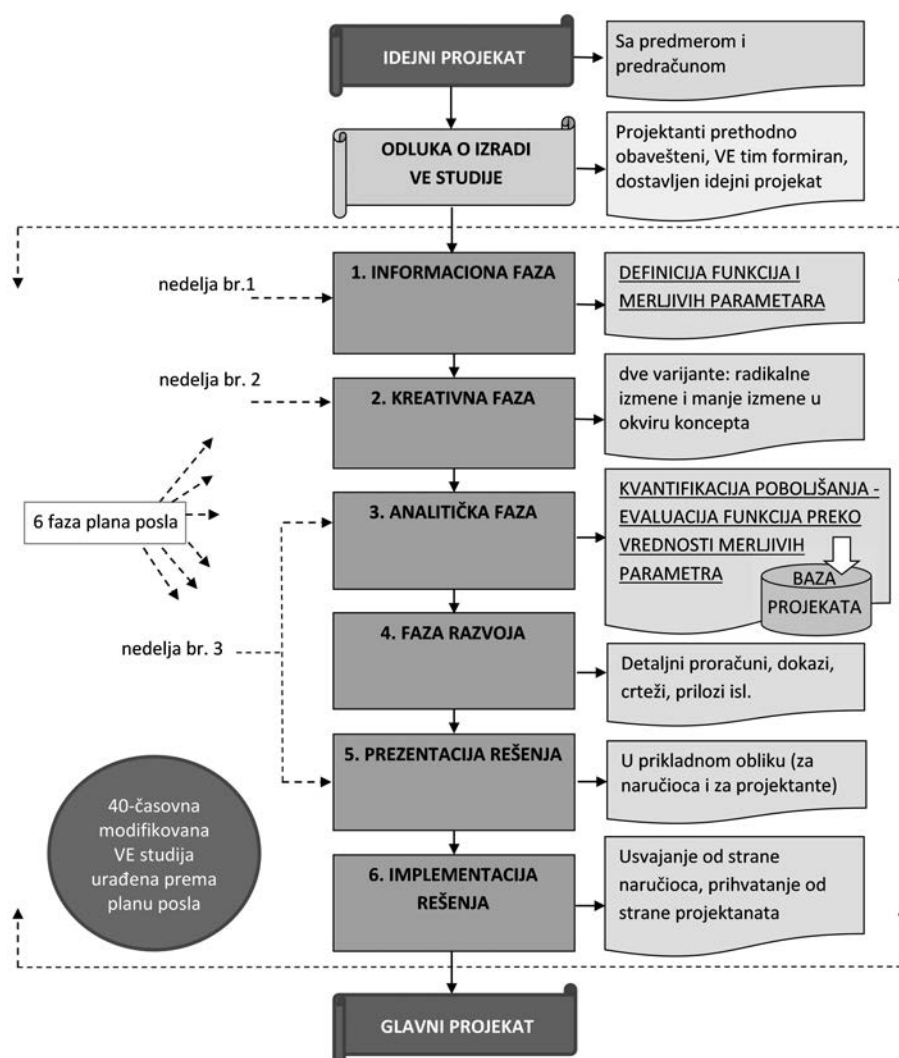
- Vreme primene je faza izrade idejnog projekta.

- Nivo razmatranja je sveobuhvatan i podrazumeva analizu koncepta, prostora, elemenata i komponenti objekta. Tokom izrade VE studije razmatraju se dve varijante: manje (u okviru

projektovanog arhitektonskog koncepta) i radikalne izmene (novi arhitektonski koncept).

- Struktura izrade VE studije je u skladu sa planom posla. U okviru informacione faze definišu se funkcije i merljivi parametari za funkcije. U okviru kreativne faze razvijaju se poboljšanja (manja i radikalna). U okviru analitičke faze vrši se evaluacija poboljšanja kvantifikacijom funkcija preko vrednosti za merljive parametre. U fazi razvoja detaljno se proračunavaju troškovi, formiraju dokazi i prave grafički i tabelarni prikazi. Nakon toga sledi prezentacija u odgovarajućoj formi za naručioca i detaljnija za projektante. Implementacija poboljšanja koje je naručilac usvojio a projektanti prihvatili znači prelazak na fazu izrade glavnog projekta. VE studija je praktično projektni zadatak za glavni projekat. Dobijene vrednosti merljivih parametara treba obavezno smestiti u bazu projekata, kako bi mogle da se koriste u drugim VE studijama.

- Forma izrade VE studije odgovara konceptu 40-časovne studije sa modifikacijom u trajanju (3 nedelje) i mestu izrade (umesto 40 časova izolacije VE tima, vrši se rad u grupama pod nadzorom VE eksperta).



Slika 2. Predloženi pristup: algoritam primene

Na slici 2 prikazan je predloženi pristup u vidu algoritma za njegovu primenu na projektima.

4. STUDIJA SLUČAJA

U skladu sa prethodno iznetim razmatranjima na ovom mestu se iznose rezultati jedne konkretne VE studije.

Studija je sprovedena na nivou idejnog projekta. Nivo razmatranja je bio sveobuhvatan. Formirane su dve varijante predloga: varijanta manjih i varijanta radikalnih izmena. Studija je sprovedena u roku od tri nedelje prema prethodnim objašnjenjima vezanim za strukturu i formu posla.

U studiji je razmatran idejni projekat poslovnog objekta projektovane bruto površine 23.474m², dozvoljene spratnosti P+12, u koji treba da se smesti 1350 zaposlenih zajedno sa pratećim tehničkim i drugim sadržajima. Bitni uslovi za projektovanje su i zahtevana sertifikacija objekta po LEED standardu, vizuelna dominacija nad susednim objektima, tehnički zahtevne server sale i obezbeđenje vrhunskog komfora.

Po VE metodologiji primarno je analizirati i maksimizirati vrednost koja se definiše kao ostvarenje funkcije uz određeni trošak:

$$\text{VREDNOST} = \frac{\text{FUNKCIJA}}{\text{TROŠAK}}$$

Iz formule je jasno da vrednost raste povećanjem funkcije ili smanjenjem troška. U skladu sa preporukama iz analizirane literature izvršena je identifikacija i evaluacija funkcija odnosno definisanje merljivog parametra za ocenu uspešnosti projektantskog rešenja. Zbog ograničenog prostora za opis studije slučaja prikazaće se samo najznačajnije od analiziranih funkcija:

FUNKCIJA 1: arhitektonski koncept - podzemni deo objekta

Funkcija podzemnog dela objekta ogleda se u smeštanju potrebnog broja parking mesta i tehničkih sadržaja uz minimalni trošak, odnosno na najmanju moguću površinu. Merljiv parametar za ovu funkciju je prosečna površina po parking mestu. U originalnom rešenju ovaj parametar iznosi 40,7m²/pm a potreban broj podzemnih etaža 4. Razmatrano je nekoliko alternativnih rešenja za podzemni deo objekta koja se razlikuju u pogledu rasporeda rampi (spoljašnje ili unutrašnje), odvajanja funkcija po etažama i orijentacije parking mesta. Bitan element za odlučivanje je i raster stubova (funkcija 4). Usvojeno je rešenje sa prosečnim utroškom prostora od 31,5m²/pm i 3 podzemna nivoa. Ostvarena je ušteda u visini troškova izgradnje ~4.276m² nepotrebne četvrte podzemne etaže.

FUNKCIJA 2: arhitektonski koncept - nadzemni deo objekta

Funkcija nadzemnog dela objekta je smeštanje potrebnog broja radnih mesta na površinu dozvoljenu lokacijskom dozvolom. U tom smislu merljivi parametri za projektovanje su: odnos korisnih površina u odnosu na ukupnu površinu na nadzemnim spratovima (neto/bruto) i

površina potrebna za jedno radno mesto. Usvojen je kriterijum od maksimalnih 10m² za jedno radno mesto, prema uputstvima iz centrale kompanije a u skladu sa evropskim pravilima projektovanja. Planirani broj zaposlenih je 1350. U originalnom rešenju površina nadzemnog dela objekta je iznosila 23.474m² raspoređena na 13 spratova različite površine. Prosečan odnos neto/bruto iznosio je 68% a prosečna neto površina po zaposlenom 10m² (kada se oduzmu zajednički sadržaji: sala za konferencije, restoran, skoro čitavo prizemlje itd.). Razmatrana su dva rešenja koja se prikazana na slici 3: varijanta minimalnih gabarita sa 10 nadzemnih spratova i varijanta višeg objekta sa 12 spratova u cilju vizuelnog utiska (funkcija 3). Usvojena je druga opcija sa objektom površine 22.989m² i prosečnim neto/bruto odnosom od 71%. Ostvarena je ušteda u manjoj bruto površini objekta za 485m² (uz 426m² više korisnog prostora, dovoljno da se smeste svi zaposleni + dodatna 43 radna mesta), manjoj površini fasade i jeftinijoj konstrukciji usled manjeg broja spratova.

FUNKCIJA 3: arhitektonski koncept - fasada

Funkcija fasade se ogleda u zadovoljenju energetske efikasnosti i izboru tipa fasade (materijal, izgled isl.) uz razumne troškove. Troškovi se mere cenom fasade po m². Termički zahtevi se mogu meriti po kategorizaciji u skladu sa domaćim pravilnikom lii kategorizaciji po LEED-u. Dodatna funkcija se ogleda u vizuelnom utisku za koji se ne može definisati merljiv parametar ali je ipak formulisan kao dominantan u odnosu na susedne objekte. Originalnim rešenjem predviđena je pretežno staklena fasada uz maksimalno zahtevne termičke zahteve (B kategorija po srpskom pravilniku). To je rezultiralo izuzetno skupom troslojnom staklenom fasadom, sa realno teško ostvarivim koeficijentom toplotne provodljivosti 0,8 i pokretnom zastorima. Kao alternativa, razmatrano je uvođenje novog tipa fasade koji bi se sastojao od parapetnog zida i prozorskih nizova na dvorišnom delu objekta i bočnim delovima ulične fasade. Staklena fasada je zadržana u centralnom delu objekta, ali standardnih karakteristika (polustrukturalna sa dvostrukim staklom) i cene. Fasadna plastika je smanjenja za 70%. Prosečna cena fasade je pala sa 356€/m² na 236€/m² (34%) a ukupna cena je smanjenja za 44%. Objekat je zadržao vizuelni identitet uz znatno nižu cenu ali je svesno degradiran iz B kategorije u dovoljno dobru C kategoriju (uz napomenu da je novi srpski pravilnik neopravdano previše zahtevan).

FUNKCIJA 4: ab konstrukcija objekta

Funkcija se ogleda u obezbeđivanju postojanosti i stabilnosti objekta uz minimalni trošak. Merljiv parametar je utrošak betona po m² objekta i utrošak armature po m³ betona. S obzirom da je u pitanju idejni projekat bez razrađenih detalja armature usvojen je raster stubova kao prikladniji pokazatelj za ekonomičnost projektantskog rešenja. U originalnom rešenju utrošak betona je bio 0,56m³/m² (racionalno je ~0,4m³/m²) a raster 8x8m. Dodatni kriterijum za projektovanje rastera je korišćenje standardne dimenzije za projektovanje kancelarijskog prostora koja iznosi

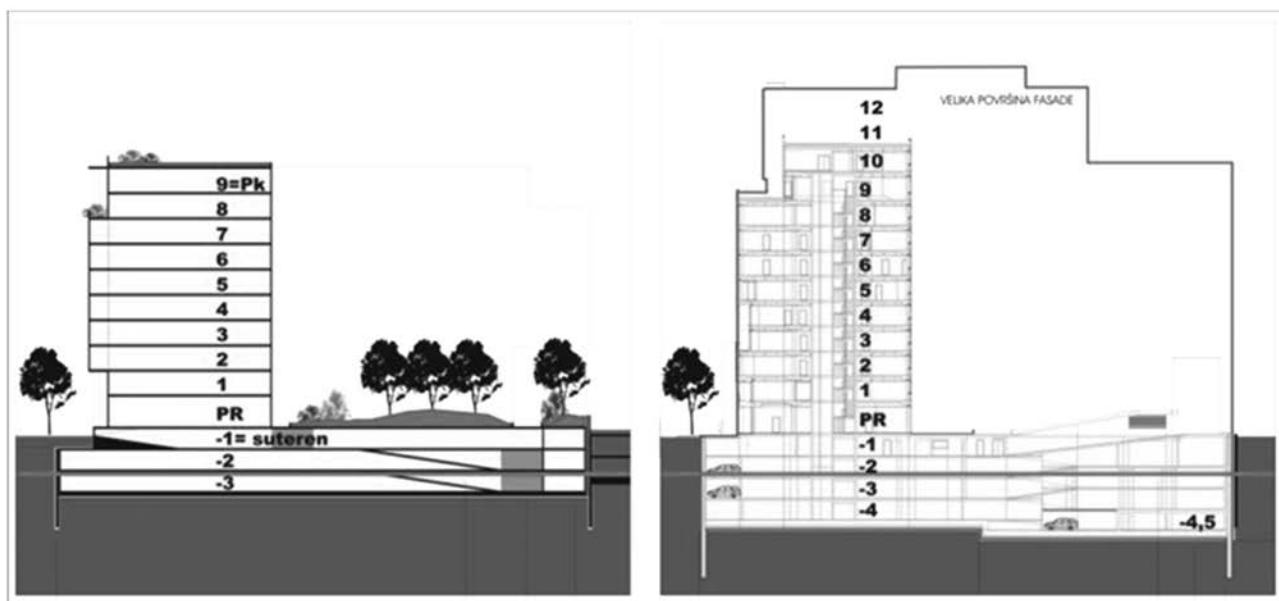
1,35 m (udaljenost između stubova mora biti celobrojni umnožak dimenzije 1,35 m). Isprobane su razne kombinacije uniformnog rastera koje nisu mogle da zadovolje sve zadate kriterijume. Konačno je usvojen nepravilan raster sa rasponima od 5,40m, 6,75m i 8,10m. Time je značajno racionalizovana konstrukcija. Uštede na konstrukciji su procenjene na 7% vrednosti AB radova (zbog eliminisanja etaže -4 došlo je do smanjenja dijafragmi, broja šipova i debljine temeljne ploče, eliminisanja ankeri itd.). Precizan proračun ušteta pokazaće se nakon završetka projektovanja koje je u momentu pisanja ovog rada u toku.

FUNKCIJA 5: instalisana elektro-energetska snaga

Funkcija se ogleda u obezbeđivanju dovoljno električne energije za sve potrošače u objektu sa visokim nivoom pouzdanosti. Merljivi parametri su ukupno opterećenje objekta i pouzdanost sistema (kompleksan parametar). Specifičnost objekta se ogleda u postojanju server sala koje su zahtevni potrošači sa ekstremno visokim zahtevima za

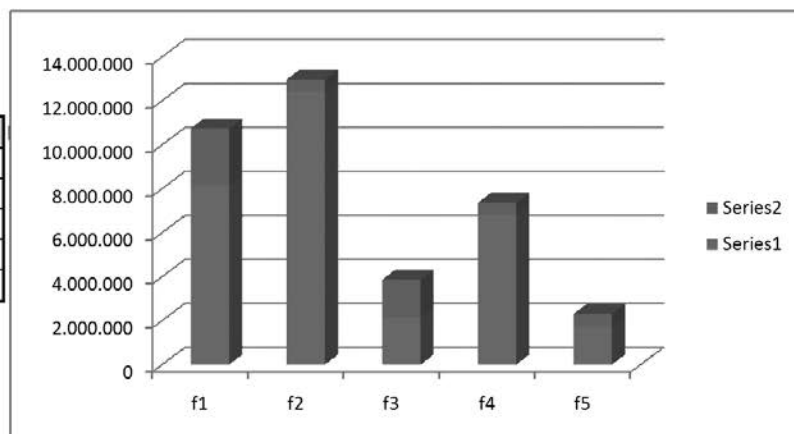
pouzdanost napajanja. Originalno rešenje je podrazumevalo dvostrano napajanje objekta, punu redundansu za sve potrošače i izuzetnu obezbeđenost server sala (dvostrano+dizel+ups). Ukupno je projektovano 4 trafoa i 4 dizel agregata u objektu. Nakon razmatranja alternativnih varijanti redukovani su zahtevi za redundansu sistema klimatizacije, smanjena je potrošnja za standardna radna mesta a zadržani kriterijumi pouzdanosti za server sale (preovladao kriterijum pouzdanosti sistema nad troškovima). Koristi se ogleđaju u smanjenju maksimalnog jednovremenog opterećenja objekta za ~500kW što povoljno utiče na sertifikaciju po LEED-u i odgovarajućim uštedama (redukciji trafoa i dizel agregata za po jedan komad i drugo).

Na slici 3 prikazana je jedna ilustracija predloženog rešenja za podzemni i nadzemni deo objekta. Slika levo predstavlja varijantu radikalnih izmena arhitektonskog koncepta a na desnoj slici je originalno rešenje. Sa slike se očigledno vidi da je podzemni deo objekta na slici levo standardan i lak za gradnju za razliku od rešenja na slici



Slika 3. Ilustracija poboljšanog rešenja arhitektonskog koncepta

FUNKCIJE	UKUPNO	UŠTEDA	% UŠTEDE
f1	10.743.000	2.553.000	24%
f2	12.969.288	502.771	4%
f3	3.861.358	1.697.598	44%
f4	7.360.398	515.228	7%
f5	2.308.202	577.050	25%



Slika 4. Struktura ušteta po funkcijama

desno koja prikazuje težak slučaj skupe gradnje ispod kote terena i duboko u podzemno vodi (sa istim brojem bolje rešenih parking mesta).

Na istoj slici se vidi da je nadzemni deo objekta racionalno rešen na levoj slici na čak tri sprata manje (sa istom funkcijom u vidu planiranog broja radnih mesta).

Na slici 4 prikazana je struktura ušteta po funkcijama (vrednost funkcije, uštete u € i procenat uštete na nivou funkcije).

Pored navedenih, razmatrane su i druge funkcije po vrstama radova sa manjim uticajem na troškove. Ukupno ostvarene uštete na ovom projektu su iznosile čak 14% od originalnog predračuna, bez negativnih uticaja na kvalitet projektovanog objekta. Otpor prilikom implementacije je bio mali a zadovoljstvo investitora veliko. Rad na projektovanju je produžen za 5 meseci, uz zanemarljivo male VE troškove u odnosu na ostvarene uštete.

5. ZAKLJUČAK

Vrednosno inženjerstvo, iako dobro poznata i priznata metodologija, još uvek ne nalazi punu primenu u praksi na građevinskim projektima na adekvatan način. Nije ustanovljen sistematski pristup po pitanju faze u kojoj je treba primeniti i načina primene.

U ovom radu predložen je pristup izradu VE studija koji podrazumeva: izradu studije na nivou idejnog projekta sa naglaskom na identifikaciji i evaluaciji funkcija objekta preko merljivih parametara. Struktura studije odgovara planu posla a forma modifikovanoj 40-časovnoj studiji.

Vrednosno inženjerstvo se može primeniti u bilo kojoj fazi projekta. Posebno je pogodna primena na nivou idejnog projekta, zato što postoji dovoljno podataka za sprovođenje analiza a projekat još uvek nije odmakao suviše u pogledu vremena i troškova.

Za uspešnu primenu VE koncepta ključno je pravilno identifikovati funkcije objekta i uspostaviti merljive parametre za evaluaciju funkcija. Na taj način moguće je objektivno porediti alternative i numerički dokazati poboljšanje. Smanjuje se otpor učesnika projekta i omogućava uspešna implementacija. Identifikaciju funkcija i merljivih parametara treba klasifikovati po tipovima objekata kako bi takve analize bile uporedive i upotrebljive.

Kroz studiji slučaja jednog poslovnog objekta u Beogradu je pokazano da je VE moguće uspešno sprovesti za poslovne objekte u Srbiji. Ostvarene uštete u iznosu od 14%, bez uticaja na kvalitet objekta, dovoljno govore u prilog šire primene vrednosnog inženjerstva na građevinskim projektima. Predložen je set funkcija koje verodostojno reprezentuju poslovni objekat zajedno sa odgovarajućim merljivim parametrima koji su merodavani za evaluaciju funkcija (površina po jednom parking mestu, neto korisno/bruto, površina po zaposlenom, koštanje fasade po m², maksimalna jednovremeno opterećenje, količina betona po m² objekta, dimenzije rastera stubova itd). Treba imati u vidu da parametri nisu nezavisni. Na primer za konstrukciju objekta količina betona, količina armature, raster stubova i vrsta oplasnog sistema su zavisni parametri u odnosu na troškove i moraju se pratiti i evaluirati zajedno.

Funkcije, merljivi parametri i vrednosti parametara mogu poslužiti kao osnova za izradu VE studija za druge poslovne objekte. Posebno je korisno voditi evidenciju i statistiku vrednosti merljivih parametara, kako bi se brzo ocenila racionalnost projekatstskih rešenja i izvršila identifikacija oblasti koje treba analizirati detaljnije. Ako su vrednosti svih merljivih parametara zadovoljavajuće, to znači da je projekatna dokumentacija urađena na racionalan način, pa VE studiju nije potrebno raditi jer neće biti značajnih ušteta.

Dalji pravci istraživanja odnose se na ispitivanje mogućnosti da se objektivno numerički izrazi vrednost na nivou funkcija i na nivou čitavog objekta što bi doprinelo savremenom trendu da VE studije budu više numerički eksplicitne, strukturane i proceduralne.

LITERATURA

- [1] *ELECTRE III model for value engineering applications* / M.M. Marzouk // Automation in Construction 20 (2011) 596–600
- [2] *Developing a knowledge management system for improved value engineering practices in the construction industry* / X. Zhang, X. Mao, S. M. AbouRizk // Automation in Construction 18 (2009) 777–789
- [3] *VALUE ENGINEERING, A Powerful Productivity Tool* / Samy E. G. Elias // Computers ind. Engng Vol. 35, Nos 3-4, pp. 381-393, 1998
- [4] *RETRIEVE: REmembering Tool for Reusing the Ideas Evolved in Value Engineering* / S. Lee, C. Hyun, T. Hong // Automation in Construction 18 (2009) 1123–1134
- [5] *Capitalizing on early project decision-making opportunities to improve facility design, construction, and life-cycle performance—POP, PM4D, and decision dashboard approaches* / C. Kama, M. Fischer // Automation in Construction 13 (2004) 53–65
- [6] *generic feature-driven activity-based cost estimation process* / S. Staub-French, M. Fischer, J. Kunz, B. Paulson // Advanced Engineering Informatics 17 (2003) 23–39
- [7] *Assessing the overall performance of value engineering workshops for construction projects* / W.T. Chen, P.Y. Chang, Y.H. Huang // International Journal of Project Management 28 (2010) 514–527
- [8] *Appraisal of value engineering in construction in Southeast Asia* / C.Y.J. Cheah, S.K. Ting // International Journal of Project Management 23 (2005) 151–158
- [9] *Beyond value engineering: SMART value management for building projects* / S.D. Green // International Journal of Project Management (1994) 12 (1) 49-56
- [10] *Developing a soft value management model* / A.M.M. Liua, M. Leung // International Journal of Project Management 20 (2002) 341–349
- [11] *Value Standard and Body of Knowledge* / SAVE International // 2007 edition
- [12] *Value Management of Construction Projects* / J. Kelly, S. Male, D. Graham // Blackwell Science Ltd. (2004)