

**ANALIZA UTROŠKA MATERIJALA I CENE PREFABRIKOVANIH ELEMENATA I PLANIRANJE DINAMIKE GRAĐENJA****THE ANALYSIS OF THE CONSUMPTION OF THE MATERIALS AND PRICES OF PREFABRICATED ELEMENTS AND PLANNING OF THE BUILDING DYNAMICS**Vladimir Basta, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu je analiziran utrošak materijala za sve prefabrikovane elemente konstrukcija pet montažnih hala, kao i njihova cena. Pojedinačni podaci za elemente i grupni za konstrukciju, izraženi su po m<sup>2</sup> površine hale, pa su dobijene prosečne vrednosti utroška osnovnog materijala i cene konstrukcije. Planirana je dinamika građenja jedne hale.

**Ključne reči:** hale, prefabrikacija, elementi, utrošak, beton, armatura, cena, montaža

**Abstract** – This paper analyses the material consumption for all prefabricated construction elements of five assembly halls, as well as their price. Individual data for elements and group for construction, are expressed per m<sup>2</sup> area of the hall, so average values of the basic material and construction cost are obtained. The building dynamics of a hall are planned.

**Keywords:** halls, prefabrication, elements, consumption, concrete, reinforcement, price, assembly

**1. UVOD**

Savremeno građevinarstvo se u velikoj meri bazira na industrijskoj proizvodnji (prefabrikaciji). Osnovna karakteristika prefabrikacije je, da se elementi proizvode u proizvodnim pogonima (fabrikama), a na gradilištu se samo montiraju.

Organizacija građenja, kao sastavni deo aktivnosti na izvođenju objekta, zauzima značajno mesto u realizaciji projekta i ona se ogleda u pravilnom organizovanju aktivnosti i resursa i njihovom upravljanju, u cilju ostvarenja predviđene dinamike izgradnje.

U radu je analiziran ukupan utrošak betona i armature za sve prefabrikovane elemente konstrukcije montažne hale, kao i njihova cena. Analizirano je pet montažnih hala. Ukupan utrošak osnovnog materijala elemenata i konstrukcije, kao i cene izražene su po m<sup>2</sup> površine hale.

Analizom i sintezom podataka došlo se do prosečnih vrednosti utroška osnovnog materijala i cene prefabrikovanih elemenata i konstrukcije, s ciljem da se omogući gruba procena njihovih vrednosti za novoprojektovana rešenja hala.

Za jednu od analiziranih hala (objekat “LIDL”- Kikinda), opisana je tehnologija građenja, način izvođenja svih radova, planirani resursi, mehanizacija i dinamika montaže konstrukcije.

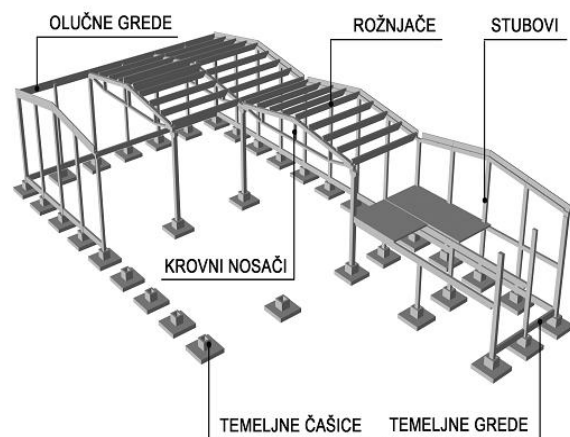
**2. MONTAŽNO GRAĐENJE**

Montažno građenje se primenjuje u izgradnji objekata svih namena. Predstavlja složen sistem sa određenim tehničkim i organizacionim elementima. Ovaj način građenja koristi gotove elemente koji se proizvode u industrijskim ili njima sličnim uslovima, a zatim se elementi montiraju i međusobno povezuju u celinu na samom gradilištu.

Hale su najrasprostranjeniji objekti u industriji i poljoprivredi. Hala treba da omogući zatvaranje prostora (radnog ili za skladištenje) i da obezbedi povoljne radne uslove.

Najčešće se projektuju kao niz poprečnih vezača na jednakom rastojanju, povezanih podužnim nosačima. Ovi objekti su pogodni za montažu, jer sadrže relativno mali broj vertikalnih i horizontalnih elemenata, koje je moguće spojiti na dosta jednostavan način u jedinstvenu celinu [1].

Na slici 1. prikazana je montažna betonska hala sa elementima.

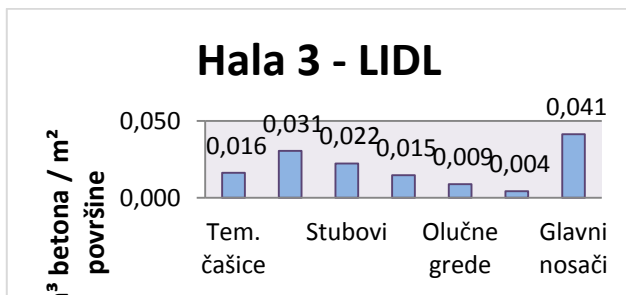


Slika 1. Montažna betonska hala sa elementima

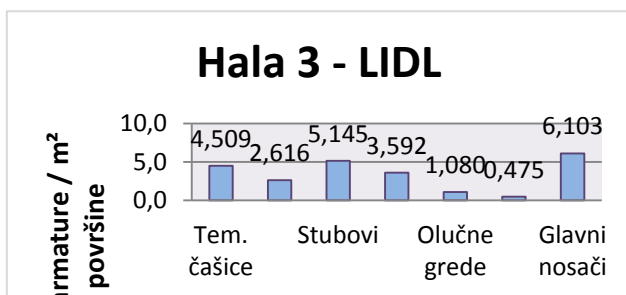
**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, red. prof.

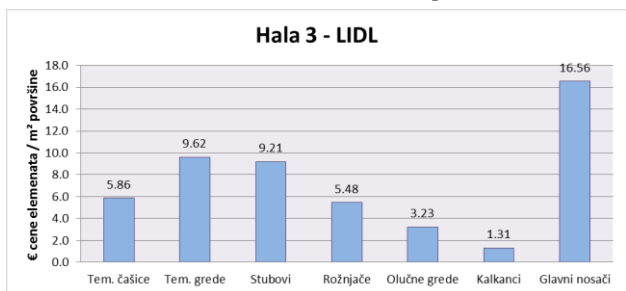




Slika 2. Prosečan utrošak betona po elementima



Slika 3. Prosečan utrošak armature po elementima



Slika 4. Ukupna cena po elementima

Analogno, urađena je analiza utroška osnovnog materijala (beton, armatura) i cene za sve hale (Hala 1, Hala 2, Hala 4 i Hala 5).

Nakon dobijenih prosečnih vrednosti po elementima za svaku halu, izračunati su i grafički prikazani uporedni rezultati prosečnih vrednosti utroška materijala i cene za svih pet hala, po tipovima elemenata (temelji, temeljne grede, stubovi, glavni nosači, rožnjače i ivične grede, međuspratne grede, kalkanski nosači i ošupljene prednapregnute ploče).

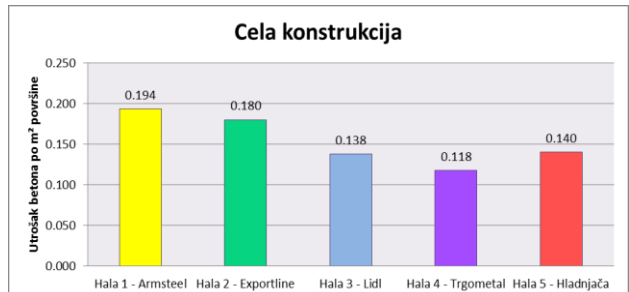
### 3.2. Analiza dobijenih rezultata

Konačni rezultati analize, utrošak osnovnog materijala, betona i armature i cene na nivou cele konstrukcije, prikazani su u tabelama i grafikonima:

- Tabela 2 - Utrošak betona za celu konstrukciju
- Slika 5 - Prosečne vrednosti utroška betona za celu konstrukciju
- Tabela 3 - Utrošak armature za celu konstrukciju
- Slika 6 - Prosečne vrednosti utroška armature za celu konstrukciju
- Tabela 4 - Cene konstrukcije
- Slika 7 - Cene konstrukcije (prosečne vrednosti)

Tabela 2. Utrošak betona za celu konstrukciju

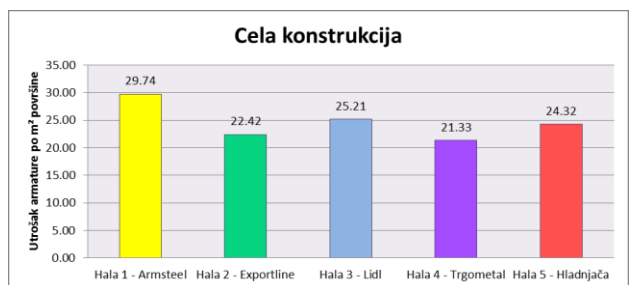
Cela konstrukcija			
	Površina [m²]	Ukupno betona [m³]	Utrošak betona po m² [m³/m²]
Hala 1 - Armsteel	780,0	151,01	0,194
Hala 2 - Exportline	1034,51	186,54	0,180
Hala 3 - Lidl	2551,21	352,40	0,138
Hala 4 - Trgometal	6199,35	730,27	0,118
Hala 5 - Hladnjača	6426,17	901,51	0,140



Slika 5. Prosečne vrednosti utroška betona za celu konstrukciju

Tabela 3. Utrošak armature za celu konstrukciju

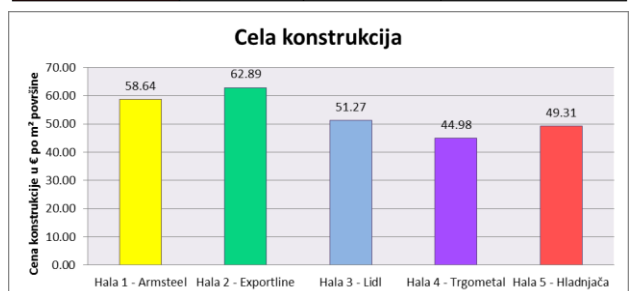
Cela konstrukcija			
	Površina [m²]	Ukupno armature [kg]	Utrošak armature po m² [kg/m²]
Hala 1 - Armsteel	780,0	23198,94	29,74
Hala 2 - Exportline	1034,51	23197,08	22,42
Hala 3 - Lidl	2551,21	64307,78	25,21
Hala 4 - Trgometal	6199,35	132260,33	21,33
Hala 5 - Hladnjača	6426,17	156270,35	24,32



Slika 6. Prosečne vrednosti utroška armature za celu konstrukciju

Tabela 4. Cene konstrukcije

Cela konstrukcija			
	Površina [m²]	Ukupna cena [€]	Cena po m² [€/m²]
Hala 1 - Armsteel	780,0	45740,56	58,64
Hala 2 - Exportline	1034,51	65058,32	62,89
Hala 3 - Lidl	2551,21	130794,61	51,27
Hala 4 - Trgometal	6199,35	278861,29	44,98
Hala 5 - Hladnjača	6426,17	316862,86	49,31



Slika 7. Cene konstrukcije (prosečne vrednosti)

Kada pogledamo rezultate analize utroška materijala i cene elemenata na nivou cele konstrukcije, možemo uočiti da su vrednosti prilično ujednačene, izuzev vrednosti za halu br. 1, koje odstupaju od prosečnih. Odstupanja od prosečnih vrednosti kod hale br. 1, uslovljena su većim utroškom materijala, prvenstveno utroškom armature, zbog nekorišćenja užadi za prednaprezanje glavnih nosača, za razliku od elemenata (nosača) ostale četiri hale.

Rezultati analize utroška betona, armature i cena na nivou cele konstrukcije, za četiri (pet) hala pokazuju:

- Utrošak betona se kreće u intervalu  $0,118 \text{ m}^3/\text{m}^2$  do  $0,180 \text{ m}^3/\text{m}^2$  ( $0,194 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ), sa prosečnom vrednošću  $0,144 \text{ m}^3/\text{m}^2$  ( $0,154 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ).
- Utrošak armature se kreće u intervalu  $21,33 \text{ kg}/\text{m}^2$  do  $25,21 \text{ kg}/\text{m}^2$  ( $29,7 \text{ kg}/\text{m}^2$ ), sa prosečnom vrednošću  $23,32 \text{ kg}/\text{m}^2$  ( $24,6 \text{ kg}/\text{m}^2$ ).
- Cena svih elemenata (konstrukcije) se kreće u intervalu od  $44,98 \text{ €/m}^2$  do  $58,64 \text{ €/m}^2$  ( $62,9 \text{ €/m}^2$ ), sa prosečnom vrednošću  $51,05 \text{ €/m}^2$  ( $53,42 \text{ €/m}^2$ ).

Cilj ove analize je gruba procena količina materijala (beton, armatura) i cene elemenata i konstrukcije za novoprojektovana rešenja, za poznatu površinu objekta.

#### 4. PLANIRANJE IZGRADNJE

Planiranje proizvodnje predstavlja osnovu kvalitetne organizacije rada. Time se omogućava dobar uvid u buduće događaje kako bi se mogle preduzeti mere za njihovo efikasno savladavanje. Planiranje proizvodnje građevinskog objekta podrazumeva planiranje svih aktivnosti počevši od izdavanja projektnog zadatka, izrade projekta, radova na izvođenju objekta, pa sve do njegove konačne predaje naručiocu [3].

Primenom gotovih prefabrikovanih elemenata i njihovom montažom na samom gradilištu moguće je ostvariti poboljšanje kvaliteta građenja i skraćivanje rokova izgradnje.

Montaža prefabrikovanih elemenata se može uspešno obaviti i ekonomski opravdati samo uz maksimalno korišćenje mehanizovanog rada, uz preciznu organizaciono – tehnološku i tehničku pripremu i njenu doslednu realizaciju. Pri analizi načina izrade montažne konstrukcije objekta potrebno je razmotriti:

- metodu montaže za objekat (konstrukciju) i
- tehnologiju montaže pojedinih elemenata.

Proces izgradnje objekta uslovljen je nizom složenih tehničkih, tehnoloških i lokacionih ograničenja, pa ih je potrebno sve uzeti u obzir pri planiranju dinamike izgradnje. Dinamički plan izgradnje obuhvata izradu modela procesa izvođenja radova, kao i vremensku analizu postavljenog modela. Dinamički planovi u ovom radu predstavljeni su: ciklogramom montaže konstrukcije hale i gantogramom.

Pri obradi podataka pri planiranju, korišćen je program Microsoft Project 2007. Usvojen je radni kalendar sa desetočasovnim radnim vremenom (od toga 9 časova efektivno) i radnom nedeljom od šest dana. Planirani period izgradnje (montaže konstrukcije) je od 07.05.2018. do 25.05.2018. godine.

#### 5. ZAKLJUČAK

Predmet ovog rada bila je analiza utroška osnovnog materijala (betona i čelika) i cene prefabrikovanih elemenata (temeljnih čašica, temeljnih greda, stubova, glavnih nosača, rožnjača, olučnih greda, međuspratnih greda, kalkanskih nosača i ošupljenih prednapregnutih ploča), kod armiranobetonskih montažnih hala. Analizom je obuhvaćeno pet hala, različitih površina. Ukupna cena elemenata, kao i ukupan utrošak osnovnog materijala svedeni su na  $\text{m}^2$  površine hale.

Analizom podataka došlo se do prosečnih vrednosti cena i prosečnih vrednosti utroška osnovnog materijala, po elementima i za kompletnu konstrukciju. Na nivou cele konstrukcije prosečna vrednost utroška betona je  $0,154 \text{ m}^3$  betona/ $\text{m}^2$  površine hale, prosečna vrednost utroška armature je  $24,6 \text{ kg}$  armature/ $\text{m}^2$  površine hale, a prosečna cena svih prefabrikovanih elemenata (cele konstrukcije) je  $53,42 \text{ €/m}^2$  površine hale.

Rezultati ove analize mogu se koristiti za grubu procenu potrebnih količina materijala (beton, armatura), kao i za grubu procenu cene montažnih elemenata za novoprojektovana rešenja objekata. Za pouzdaniju procenu potrebno je obuhvatiti veći broj ulaznih podataka.

Za halu br. 3 (objekat „LIDL”- Kikinda), planirana je izgradnja, dinamika montaže konstrukcije. Usvojen je radni kalendar sa desetočasovnim radnim vremenom (od toga 9h efektivno) i radnom nedeljom u trajanju od šest dana. Za realizaciju konstrukcije objekta potrebna su 23 radna dana i obuhvata period od 07.05.2018. godine do 25.05.2018. godine.

#### 6. LITERATURA

- [1] Trivunić, M. Dražić, J.: „Montaža betonskih konstrukcija zgrada”, drugo dopunjeno izdanje, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2009.
- [2] Dražić, J.: *Višekriterijumska optimizacija konstrukcije hala na osnovu tehnološke analize*, Magistarski rad, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 1993.
- [3] M., Matijević, Z.: „Tehnologija i organizacija građenja - praktikum“, Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2006.

#### Kratka biografija:



**Vladimir Basta** rođen je u Nišu 1989. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2019. god.

kontakt: [bastav89@gmail.com](mailto:bastav89@gmail.com)



**Jasmina Dražić**, rođena je u Novom Miloševu 1958. godine. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. godine, a od 2015. godine je u zvanju redovnog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske konstrukcije i tehnologije.