

**PLANIRANJE PROIZVODNJE ELEMENATA KONSTRUKCIJE MONTAŽNE HALE  
ANALIZOM RESURSA**
**PLANNING OF THE PRODUCTION OF STRUCTURAL ELEMENTS OF THE  
PREFABRICATED HALL BY RESOURCE ANALYSIS**

 Jelena Planinac Jokić, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
**Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

**Kratak sadržaj** – U radu su analizirani problemi vezani za proizvodnju elemenata konstrukcije montažne hale. Planiranje proizvodnje rađeno je u tri varijante s ciljem da se analizom osnovnih resursa i dinamike proizvodnje predloži najpovoljnije rešenje.

**Ključne reči:** *montažna hala, elementi, proizvodnja (prefabrikacija), planiranje, resursi*

**Abstract** – This thesis analyses the problems related to the production of elements of the construction of the prefabricated hall. Production planning is done in three variants with the aim of proposing the most favorable solution by analyzing the basic resources and the dynamics of production.

**Keywords:** *prefabricated hall, elements, production (prefabrication), planning, resources*

**1. UVOD**

Montažni način građenja podrazumeva skup tehničkih, tehnoloških i organizacionih mera i metoda, koje se primenjuju sa ciljem da se proizvodnja ubrza i olakša i da se izvrši racionalizacija utroška resursa za tu proizvodnju [1].

U ovom radu je detaljno planirana proizvodnja elemenata konstrukcije montažne hale: temeljnih čašica, temeljnih greda, stubova, nosača kranske staze, glavnih nosača, rožnjača i olučnih greda. Planirana je proizvodnja elemenata na osnovu analize osnovnih resursa, količina materijala (betona, oplata i armature) i radne snage. Planiranje proizvodnje rađeno je u tri varijante:

- Varijanta I – bez vremenskih i prostornih ograničenja
- Varijanta II – sa vremenskim ograničenjem i
- Varijanta III – sa prostornim ograničenjem (ograničen broj kalupa).

Pri razmatranju varijanti planiranja proizvodnje elemenata, uveden je princip paralelizacije u radu, pa je proizvodnja organizovana sa jednom i dve radne brigade. Cilj rada je bio da se za sve elemente konstrukcije montažne hale, na osnovu analize osnovnih resursa i dinamike proizvodnje, predloži najpovoljnija (optimalna) varijanta.

**NAPOMENA:**

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

**2. SPECIFIKACIJA ELEMENATA  
KONSTRUKCIJE HALE**

Razmatrani objekat je skladište sa upravnom zgradom u Rumenki, čiji je investitor PEZOS EXPORT-IMPORT doo, iz Petrovaradina. Podeljen je u dve celine:


- skladište - pravougaone osnove dimenzija osovinski 20,82m x 105,02m, unutrašnje čiste visine 8,65m (od gotovog poda do donje ivice glavnog nosača) i
- upravna zgrada koja je funkcionalno povezana sa samim skladištem.

U radu su analize rađene za elemente konstrukcije tipa-jednobrodna hala. Konstrukcija objekta je montažna armiranobetonska iz programa "NOVOTEHNA" Novi Sad.

 Tabela 1. *Geometrijske karakteristike temeljnih čašica*

TEMELJNE ČAŠICE			
		Temelji samci se izvođe na licu mesta u betonu, MB-30 i armaturom RA 400/500 i GA 240/360, na dubini fundiranja Df=1,85m. Postoje dva tipa temeljnih čašica: TČ1 i TČ2. Čašice su kvadratnog poprečnog preseka, visine 110cm sa debljinom zida od 20-25cm.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina [m <sup>3</sup> ]
TČ1	110/110/110	24	0.874
TČ2	110/100/110	20	0.824

 Tabela 2. *Geometrijske karakteristike temeljnih greda*

TEMELJNE GREDE			
		Temeljne grede se proizvode u armiranom betonu, MB-40, armaturom RA400/500.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina [m <sup>3</sup> ]
TG1	20/105/470	31	0.930
TG1a	20/105/470	1	0.875
TG2	20/105/335	4	0.650
TG2a	20/105/350	2	0.680
TG3	20/105/980	2	1.630
TG4	20/105/950	1	1.940
TG4a	20/105/950	1	1.570
TG4b	20/105/950	1	1.620

Glavna konstrukcija je prefabrikovana armirano-betonska, koju čine montažni elementi: temeljne čašice, temeljne grede, stubovi, nosači kranske staze, glavni krovni nosači, rožnjače i olučne grede [2].

Specifikacija elemenata konstrukcije prikazana je u tabelama 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7.

Tabela 3. Geometrijske karakteristike stubova

STUBOVI			
		Stubovi se izvode od betona kvaliteta MB-40 i MB-30, dimenzionisani su prema statičkom proračunu i armirani rebrastom armaturom RA400/500 i GA240/360, sa adekvatnim rešenjima detalja.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina [m <sup>3</sup> ]
S1	50/50/1050	12	2.760
S1a	50/50/1050	2	2.760
S1b	50/50/1117	1	2.810
S1b-I	50/50/1117	1	2.810
S1c	50/50/1117	1	2.810
S1d	50/50/1117	1	2.810
S1e	50/50/1050	2	2.760
S1f	50/50/1050	2	2.760
S2	50/50/1223	1	2.970
S2-I	50/50/1223	1	2.970
S3	40/50/1115	19	2.190
S3a	40/50/1115	1	2.190

Tabela 4. Geometrijske karakteristike nosača kranske staze

NOSAČI KRANSKE STAZE			
		Nosači kranske staze proizvode se od betona MB-40, sa ugrađenom armaturom RA400/500 i GA 240/360.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina [m <sup>3</sup> ]
NKS1	40/110/1028	16	4.420
NKS1 a	40/110/1054	2	4.480
NKS2	40/110/1174	2	5.000

Tabela 5. Geometrijske karakteristike glavnih nosača

GLAVNI NOSAČI			
		Glavni nosači se izrađuju od betona kvaliteta MB-50 i armature tipa RA400/500. Krovnu konstrukciju objekta hale čine: glavni krovni „dvopojasni“ nosač tipa GN1, raspona L=20,50m i nosač GN2, tipa „T“110.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina [m <sup>3</sup> ]
GN1	40/254/2050	9	5.460
GN2	35/110/1034	4	2.130

Tabela 6. Geometrijske karakteristike rožnjača


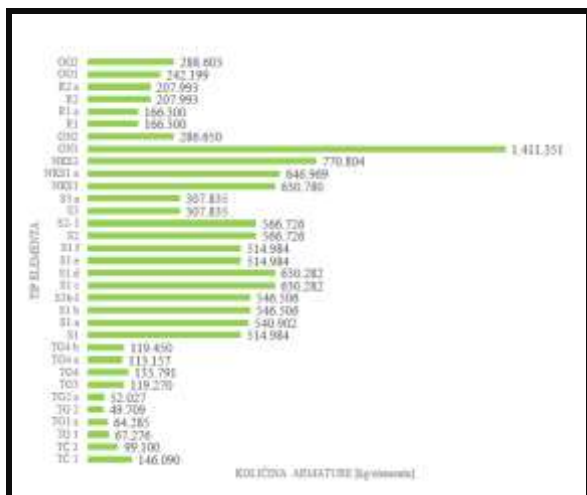
ROŽNJAČE			
		Rožnjače se proizvode od betona MB-40 i armirane su sa rebrastom armaturom RA400/500, a za uzengije se koristi armatura GA240/360.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina [m <sup>3</sup> ]
R1	20/68/1028	36	1.13
R1a	20/66.5/1028	9	1.13
R2	20/68/1148	4	1.27
R2a	20/66.5/1148	1	1.27

Tabela 7. Geometrijske karakteristike olučnih greda

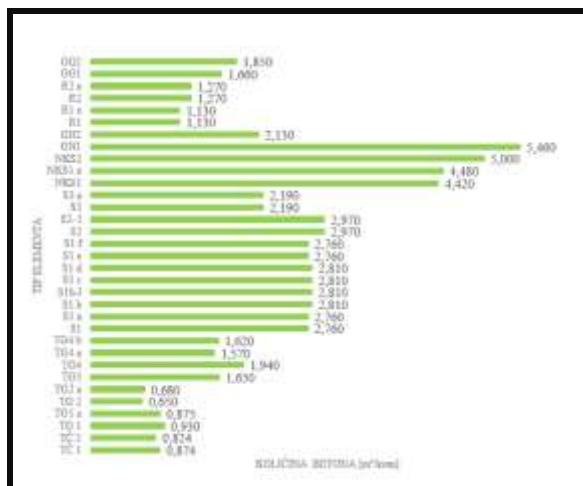
OLUČNE GREDE			
		Olučne grede su elementi "T" preseka visine h=60cm, širine flanše b=50cm i širine rebra br=15cm, Proizvodi se dva tipa, OG1 i OG2.	
šifra	geometrijske karakteristike b/d/h [cm]	kom.	zapremina [m <sup>3</sup> ]
OG1	50/60/1028	18	1.660
OG2	50/60/1148	2	1.850

### 3. OSNOVNI MATERIJAL ZA PROIZVODNJU ELEMENATA I VREME UGRADIVANJA

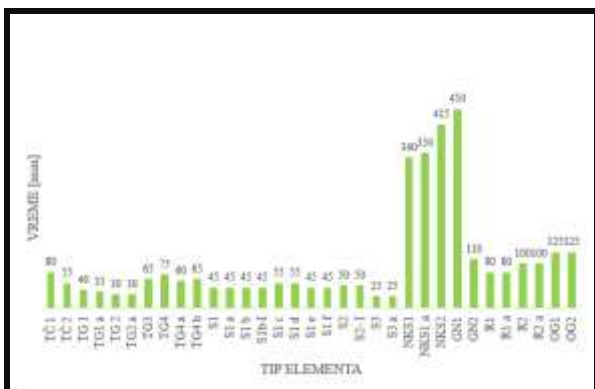
Resursi na osnovu kojih su rađene analize u ovom radu obuhvatile su osnovni materijal za proizvodnju elemenata, armaturu, oplatu (kalupe) i beton. Na osnovu internih normi preduzeća NOVOTEHNA (mereni su utrošci osnovnih materijala, kao i vreme potrebno za njihovo ugrađivanje) [2], a prema specifikaciji elemenata konstrukcije, izračunate su ukupne količine materijala za sve elemente konstrukcije i vreme potrebno za njihovo ugrađivanje. Izlazni rezultati su prikazani grafikonom na slikama 1, 2, 3, 4, 5 i 6.



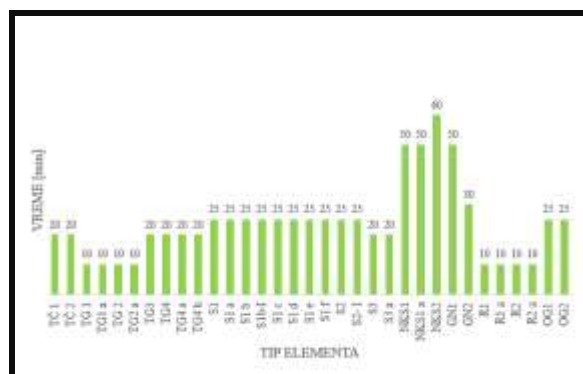
Slika 1. Ukupan utrošak armature po tipu elementa



Slika 5. Ukupan utrošak betona po elementu



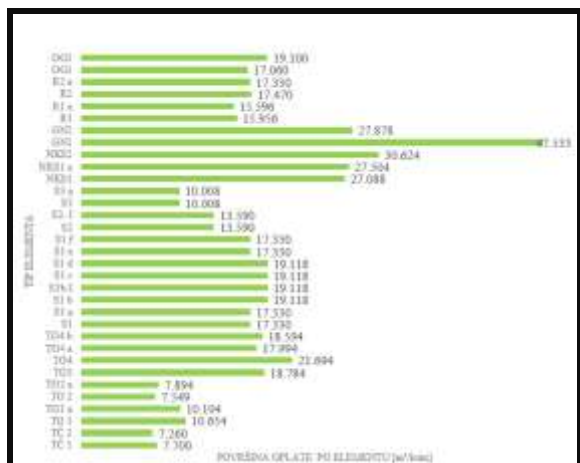
Slika 2. Prosečno vreme za ugrađivanje armature po tipovima elementa



Slika 6. Prosečno vreme za ugrađivanje betona po tipovima elementa



Slika 3. Ukupan utrošak oplata po tipu elementa



Slika 4. Prosečno vreme postavljanja oplata po tipovima elementa

#### 4. PLANIRANJE PROIZVODNJE

Proizvodnja prefabrikovanih elemenata organizovana je u proizvodnim pogonima, sa mogućim ograničenjima u prostornim kapacitetima, mehanizaciji i opremi. Sa druge strane, kontinuitet procesa izgradnje montažne hale (prefabrikacija-transport-montaža), i poštovanje ugovorenih rokova (zahtevi investitora), može ograničiti vreme proizvodnje. Vremensko i prostorno ograničenje pri planiranju proizvodnje zahteva paralelizaciju radova, a sigurno direktno utiču na dinamiku i osnovne resurse proizvodnje. Da bi se predložilo najpovoljnije rešenje, planirana je proizvodnja elemenata konstrukcije montažne betonske hale u tri varijante.

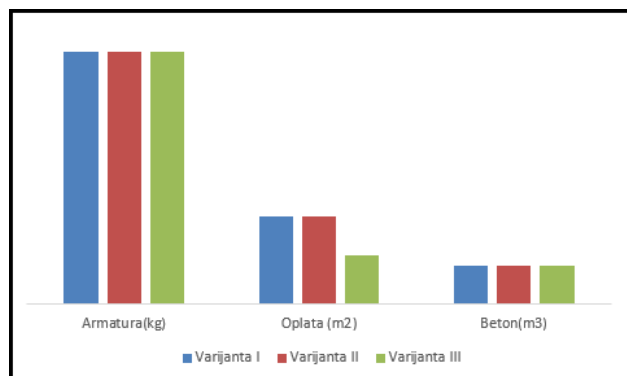
- Varijanta I - bez vremenskih i prostornih ograničenja,
- Varijanta II - sa vremenskim ograničenjem i
- Varijanta III - sa ograničenim brojem kalupa.

Poštujući redosled i trajanje operacija pri proizvodnji elemenata (priprema kalupa, armiranje, betoniranje, odležavanje i zavarivanje), formirane su radne brigade (tip brigade, broj radnika), planirano je trajanje proizvodnje pojedinačno po elementu, za sve elemente jedne vrste i sračunato je ukupno vreme potrebno za proizvodnju svih elemenata konstrukcije [3]. U prvoj varijanti proizvodnja je organizovana sa jednom kompleksnom radnom brigadom, dok je kontinuitet procesa proizvodnje i uvedena ograničenja u drugoj i trećoj varijanti, rezultirao paralelizacijom radova (rad organizovan sa dve kompleksne radne brigade).

Rezultati uporedne analize resursa, po varijantama, dati su u tabelama 8 i 9 i grafikonom na slikama 7 i 8.

Tabela 8. Ukupna količina osnovnog materijala za sve tri varijante

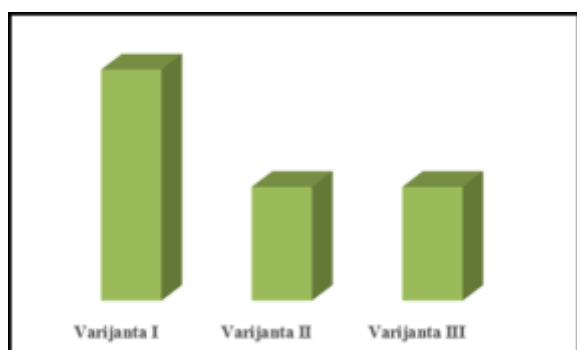
	armatura [kg]	oplata [m <sup>2</sup> ]	beton [m <sup>3</sup> ]
Var. I	67.747,51	1.573,28	457,951
Var. II	67.747,51	1.573,28	457,951
Var. III	67.747,51	868,29	457,951



Slika 7. Uporedna analiza materijala za sve tri varijante

Tabela 9. Vreme proizvodnje i radne brigade po varijantama

	vreme	brigada	radnici
Var. I	67	1	1A+1T+1B+1PR
Var. II	33	2	1A+1T+1B+1PR
Var. III	33	2	1A+1T+1B+1PR



Slika 8. Uporedna analiza vremena proizvodnje za sve tri varijante

## 5. ZAKLJUČAK

U radu je analiziran proces proizvodnje elemenata konstrukcije montažne hale poslovnog kompleksa u Rumenci. Za sve tri varijante izračunati su osnovni resursi u količinama materijala (oplata, armatura i beton) i radnoj snazi (broj i sastav radnih brigada). Proizvodnja u prvoj varijanti organizovana je sa jednom kompleksnom radnom brigadom, dok je u varijantama proizvodnje II i III primenjen princip paralelizacije, pa je proizvodnja organizovana sa dve kompleksne brigade.

Detaljni proračuni su pokazali da je za proizvodnju elemenata konstrukcije potrebno u:

- Varijanti I – 67 radna dana,
- Varijanti II – 33 radna dana, a u
- Varijanti III – 33 radna dana.

Na osnovu komparativne analize osnovnih resursa i vremena trajanja proizvodnje za sve tri analizirane varijante, zaključeno je da je varijanta III najpovoljnija, pa je u ovom slučaju predložena kao optimalno rešenje proizvodnje.

Detaljan pristup planiranju proizvodnje, prikazan u radu, omogućava kontrolu i praćenje svih faza prefabrikacije (kvalitet procesa i kvalitet elemenata), a izbor najpovoljnije varijante doprinosi efektima izgradnje na nivou celog objekta, vezanim za troškove i vreme izgradnje.

## 6. LITERATURA

- [1] Trivunić M., Dražić J. – Montaža betonskih konstrukcija hala, AGM knjiga, Beograd, 2009.
- [2] Interne građevinske norme preduzeća Novotehna, Novi Sad.
- [3] Planinac J. - Analiza resursa za proizvodnju elemenata konstrukcije montažne hale u Rumenci, Diplomski (bachelor) rad, FTN Novi Sad, 2017.

### Kratka biografija:



**Jelena Planinac Jokić** rođena je u Zenici 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranila je 2018.god.



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