

TEHNIČKO – TEHNOLOŠKA ANALIZA SKELETNOG MONTAŽNOG SISTEMA HALE OD ARMIRANOG BETONA**TECHNICAL – TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF THE ASSEMBLY SYSTEM OF THE HALL MADE OF REINFORCED CONCRETE**Nemanja Mladenović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA GRAĐENJA**

Kratak sadržaj – Analiza i praćenje izgradnje prefabrikovane montažne hale. Prikazali smo sistem proizvodnje elemenata, transport i montažu elemenata, sa sintezom i SWOT analizom kojom smo analizirali prednosti i nedostatke ovog sistema.

Ključne reči: Industrijsko građenje, transport elemenata, Analiza montaže, sinteza, SWOT analiza.

Abstract – Analysis and monitoring of the construction of a prefabricated assembly hall. We presented the system of production of elements, transport and assembly of elements, with a synthesis and SWOT analysis by which we analyzed the advantages and disadvantages of this system.

Keywords: Industrial construction, transportation of elements, Assembly analysis, synthesis, SWOT analysis.

1. Uvod

Prefabrikovana montažna proizvodnja predstavlja proces koji počinje proizvodnjom elemenata u poligonalnim uslovima, transportom istih elemenata i montažom, odnosno sklapanjem elemenata u jednu celinu (objekat). U savremenom građevinarstvu industrijski metod građenja je uzeo veliki udeo.

U odnosu na tradicionalan način gradnje cilj je da se prefabrikovanim građenjem se dobija optimalni kvalitet u što kraćem vremenskom roku. Industrijska proizvodnja predstavlja viši stepen proizvodnje koji se bitno razlikuje od klasične proizvodnje. Svako uvođenje proizvodnje na industrijski način mora da bude rezultat obimne tehničko – tehnološke i ekonomske analize. Potvrda opravdanosti je veoma važna jer se ulažu veoma velika novčana sredstva u proizvodnju. Osnovne karakteristike industrijske proizvodnje mogu se svesti na sledeće elemente:

- Niža kvalifikaciona struktura, omogućena rutina u radu, a time se postiže i veliki učinak,
- Proizvodnja je serijska, sa korišćenjem iste opreme i tehnologije duži vremenski period,
- Kontinualna proizvodnja,
- Optimalno vreme za izvođenje pojedinih operacija (radni takt).

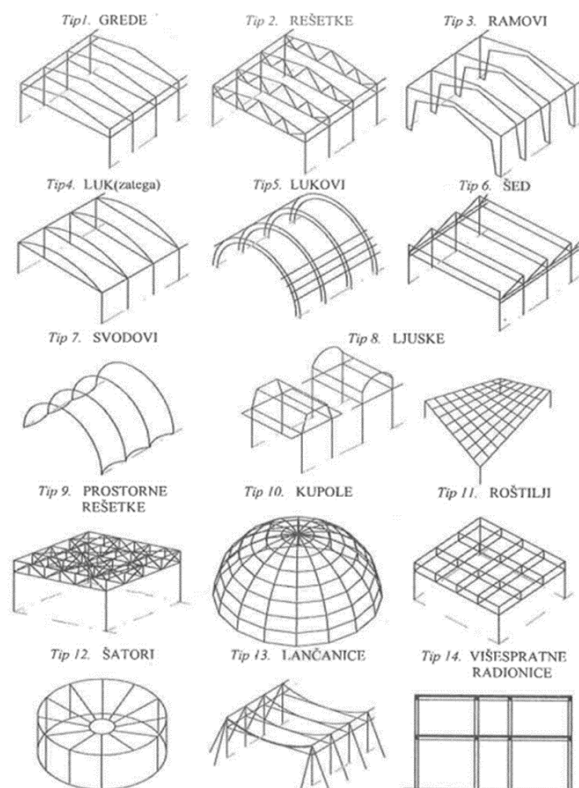
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Trivunić, red.prof.

2. IZBOR TIPA KONSTRUKCIJE HALE

Izučavanjem razolikih vrsta i podvrsta projektovanih i izvedenih nosača montažnih hala kod nas i u svetu formirana je tipologija prema konstrukciji tako da se sve vrste hala mogu podvesti pod određeni tip. Svaki od tipova podrazumeva određene specifičnosti pri montaži, kako zbog svoje strukture tako i zbog različitih elemenata koji premošćuju raspon, tj. formiraju krovnu konstrukciju. Takođe elementi krovne konstrukcije u statičkom smislu su linijski, površinski ili prostorni, pa je to prva razlika na osnovu koje je izvršena tipizacija [1].

Postoji 14 Tipova konstrukcija montažnih hala (Slika 1.). Objekat - hala koja je predmet ovog rada izgrađena je u montažnom skeletnom sistemu Tip 1 (Tip grede). Funkcija objekta određuje tip konstrukcije hale koji će se primeniti.



Slika 1. Tipovi montažnih hala [1].

Posmatrani skeletni sistem prefabrikovane armirano hale čine predmetni elementi: Temelji samci, Stubovi, Krovne uvale, Glavni nosači, Obrnuti T nosači, TT nosači, Panelni zidovi.

Skeletni sistem od pojedinačnih elemenata ima prednost u odnosu na ramovski sistem zbog jednostavnijeg tehnološkog procesa i opreme, lakšeg transporta i montaže. Objekat hale izgrađen je u podužnom sklopu gde se gredni nosači pružaju paralelno sa podužnom osom objekta (slika 2.).



Slika 2. Izgled skeletnog sistema [3].

3. PREFABRIKACIJA BETONSKIH ELEMENATA

U zavisnosti od geometrijskih karakteristika, težine elemenata i transportnih dužina proizvodnja betonskih elemenata može biti organizovana:

- U fabrikama
- Na poligonima ili
- Na gradilištu, gde se vrši montaža.

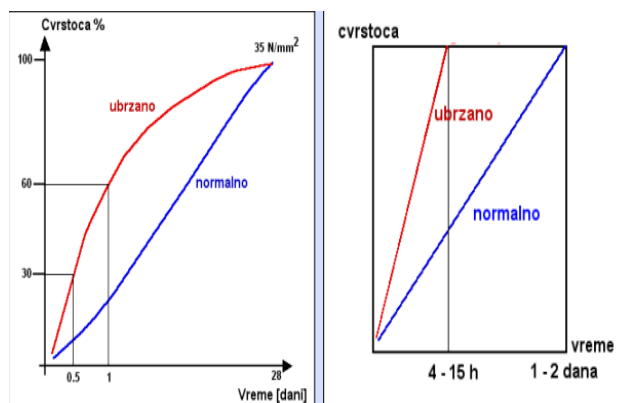
Na gradilištu se proizvode elementi čije su karakteristike (dimenzije, težina) i udaljenost od fabrike takve, da je transport ili nemoguć ili nije racionalan. Nezavisno od lokacije, prefabrikacija betonskih elemenata zahteva optimalno projektovanje i planiranje proizvodnje [1].

U prefabrikaciji postoje tri faze tehnološkog procesa:

- Proizvodnja (spravljanje) sveže betonske mase,
- Proizvodnja (prefabrikacija) betonskih elemenata,
- Skladištenje gotovih proizvoda.

Ekonomičnost proizvodnje uključuje ubrzano očvršćavanje svežeg betona (fizičkim, hemijskim i termičkim obradama).

Cilj obrade betona jeste da se u toku jednog dana završi proizvodni ciklus i oslobodi kalup, da element postigne 50-70% projektovane marke betona i da se omogući manipulacija elementima (slika 5.) [8].



Slika 5. Dijagram prirasta čvrstoće betona [8].

3.1. Tipovi tehnoloških linija

Položaj kalupa u procesu proizvodnje definiše radno mesto i način proizvodnje elemenata. Predmet rada u toku proizvodnje mogu da miruju ili da se kreću, što formira dve grupe tehnoloških linija:

A. Tehnološke linije kod kojih se predmet rada (elementi, kalupi) ne kreću:

- Prefabrikacija u horizontalnim kalupima – fiksna radna mesta,
- Prefabrikacija u vertikalnim kalupima – baterije
- Prefabrikacija na pistama.

B. Tehnološke linije kod kojih se predmeti rada u toku proizvodnje kreću:

- Prefabrikacija pomoću pokretnih kalupa koje prenose dizalice raznih vrsta – agregatna linija,
- Prefabrikacija mehanizovanim konvejskim linijama,
- Specijalne linije.

3.1.1. Tehnološke linije kod kojih se predmeti rada ne kreću

Objekat hale koja je predmet ove analize rađena je metodom prefabrikacije betonskih elemenata na nepokretnim kalupima koji omogućavaju izradu svih vrsta elemenata. Ceo proizvodni proces od pripreme kalupa i postavljanja armature, preko betoniranja i ubranog očvršćavanja, odvija se na jednom radnom mestu, na lokaciji, proizvodnoj hali ili poligonu (slika 6.) [1].



Slika 6. Proizvodni pogon spolja iz [3].

3.2. Pomoćna sredstva i uređaji za montažu

Pomoćna sredstva obuhvataju pribor koji služi za zahvatanje samog elementa ili kao veza između tereta i dizalice. Tu spadaju:

- Kuke i spone, poseduju zatvarače kojima se sprečava padanje tereta,
- Univerzalna užad od čeličnih žica u vidu omče ili petlje, krajevi užadi mogu biti upleteni sa kukom ili alkom,
- Fleksibilna omča, sa delom navoja za vezu sa kotvom, koja je ubetonirana u element [2].

4. TRANSPORT PREFABRIKOVANIH BETONSKIH ELEMENATA

Transport prefabrikovanih elemenata čini važnu kariku u procesu izvođenja montažnih radova, između mesta za proizvodnju i mesta za ugrađivanje elemenata.

Ukupni uspeh montaže zavisi od pravilnog izbora transportne mehanizacije. Zavisno od mesta gde se obavlja transport može biti:

- Spoljni, od fabrike do objekta, i

- Unutrašnji na gradilištu [2].

Transportu montažnih elemenata i montaži direktno sa vozila treba dati prednost (zbog ekonomske opravdanosti) [1].

4.1. Spoljni transport

Spoljašnji transport je transport koji se obavlja između središnjeg skladišta, odnosno centralnog pogona i gradilišnog skladišta ili gradilišnog pogona. Zadatak spoljašnjeg transporta jeste isporuka nabavljenih materijala, opreme ili poluproizvoda u količini koja je potrebna kako bi se građenje odvijalo po planu, s minimalnim transportnim troškovima [7].

4.1.1. Spoljni transport za predmetnu halu

U zavisnosti od gabarita elemenata, kao i to što je deo elemenata je izrađen na platou u neposrednoj blizini gradilišta, a drugi deo izrađen u samom pogonu za spoljašnji transport koriste se različita mehanizacija:

1. Pokretna mosna dizalica

2. Nepokretni derik kran

3. Auto dizalica sa pneumaticima

4. Drumski transport (kamioni sa prikolicom, skupna vozila – kamioni sa dve prikolice, tegljači sa niskonosećom prikolicom i kamion sa specijalizovanom prikolicom za prihvatanje zidnih panela u vertikalnom položaju).

4.2. Unutrašnji transport

Unutrašnji transport je prenos ili prevoz materijala od skladišta ili pogona na gradilištu do mesta ugradnje s usputnom doradom/preradom ili bez nje, a sadrži horizontalni i vertikalni put. Način transporta može biti:

1) Strojni (primena različitih vrsta dizalica ili kranova) ili

2) Ručni (pomoću priručnih pomagala ili bez njih).

4.2.1. Unutrašnji transport za predmetnu halu

Unutrašnji transport montažnih elemenata je od deponije na gradilištu do mesta montaže. U odnosu na udaljenost gradilišne deponije do mesta montaže ispoštovani su teorijski uslovi koji utiču najviše na ekonomsku opravdanost, a to je da gradilišna deponija bude na udaljenosti 200 do 1000m od gradilišta [1].

U zavisnosti od gabarita i težine elemenata korištena su različita transportna sredstva:

- Za odizanje elemenata (kombinacija dve autodizalice),

- Transport elemenata do mesta ugradnje (kamioni sa različitim prikolicama) i

- Za montažu elemenata (kombinacija dve autodizalice).

Svi elementi po transportu na gradilište sa gradilišne deponije montirani su direktno sa kamiona pomoću auto dizalice guseničar, zbog svoje ekonomske opravdanosti.

5. TEHNOLOGIJA MONTAŽE POJEDINIH BETONSKIH ELEMENATA

Montaža pojedinog elementa u sebi sadrži niz operacija koje je potrebno izvršiti da bi se postavljanje elemenata u konstrukciji izvršilo brzo, kvalitetno i sigurno. Pri izradi i određivanju postupka montaže svakog pojedinog elementa potrebno je voditi računa o sledećem:

1. Položaju elementa u trenutku zahvatanja,
2. Priprema ležišta u zavisnosti od vrste elementa koji se montira i načina formiranja trajne veze među montažnim elementima,
3. Priprema elemenata za montažu,
4. Zahvatanje elementa,
5. Priprema dizalice za montažu,
6. Proces kretanja elementa pri montaži obuhvata horizontalni i vertikalni prenos,
7. Postavljanje i privremeno učvršćivanje elemenat; postavljanje elemenata se vrši na prethodno pripremljeno ležište,
8. Način kontrole ispravnosti položaja namontiranog elementa vrši se geodetskim instrumentima (visina, pravac, horizontalnost),
9. Stalno učvršćivanje elementa – izrada spoja.

Montaža predmetne proizvodne hale se većinom izvršava korišćenjem samohodnih dizalica.

Dinamička montaža – koja obuhvata montažu – horizontalni prenos elemenata dizalicom i posle toga postavljanje elemenata u projektovani položaj u konstrukciji ili okretanjem ili translacijom.

Ovakvim načinom montaže mogu se montirati samo laki elementi dizalicama koje pri radu ne koriste stabilizatore (slika 7.) [1].



Slika 7. Samohodna dizalica [3].

6. METODE MONTAŽE BETONSKIH KONSTRUKCIJA HALE

Pre svega potrebno je razlikovati metode montaže koje su vezane za način rada na montaži objekta kao celine i tehnoloških postupka montaže pojedinih elemenata konstruktivnog sistema. Metoda montaže je tehnika da se od pojedinačnih elemenata sklapanjem dobije celina-objekat.

7. SWOT analiza

SWOT analiza pojam koji predstavlja osnovni instrument, osnovnu tehniku strategijske analize, i samim tim strategijskog menadžmenta, koja omogućava analizu uslova u kojima se nalazi kompanija i privredna grana u kojoj posluje, odnosno putem koje se uočavaju strategijski izbori dovođenjem u vezu snaga i slabosti same firme sa šansama i pretnjama u eksternom okruženju [11].

SWOT analiza je akronim engleskih reči: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - snage, slabosti, prilike, pretnje.

8. ZAKLJUČAK

Izvršenom analizom tehnološkog procesa proizvodnje i montaže prefabrikovanih armirano-betonskih elemenata proizvodne hale zaključeno je da je ispoštovana i primenjena metodologija proizvodnje i montaže armirano-betonskih elemenata i to u delu :

- Planiranje toka proizvodnje i resursa,
- Tipizirana serijska proizvodnja elemenata (manji broj različitih elemenata),
- Racionalno oblikovanje elemenata (proizvodnja u kalupima),
- Smanjenje gradilišnog prostora (montaža elemenata direktno sa vozila, postavljanje elemenata direktno na njihov finalni položaj u objektu).

SWOT analiza pri proizvodnji elemenata je kontrolisana, kvalitetna i efikasna uz pomoć uske specijalizacije rada sa visokim stepenom automatizacije i mehanizacije i eliminacije vremenskih faktora. Ovi faktori su ključani i iz njih proizilazi dobra organizacija i bolji uslovi rada što rezultuje bržom - tipiziranom proizvodnjom elemenata, boljim kvalitetom betona izbetoniranih elemenata i zadovoljavajućim ekonomskim parametrima po izvođača. Na ekonomske parametre još utiču manje složena projektna rešenja, nepostojanost komplikovanih potrošivih oplata i sopstvena fabrika betona. Slabosti i pretnje se svode na povećana početna ulaganja, opasnost pri manipulaciji teških elemenata i komplikacijama pri transportu.

SWOT analizom pri montaži elemenata dolazimo do zaključka da je dobro planiranje montaže i montaža elemenata znatno olakšana uz specijalizaciju rada već uigranih timova inženjera i radnika (montera). Iz Ovih faktora proizilazi dobra organizacija pri montaži što rezultuje bržom gradnjom i zadovoljavajućim ekonomskim parametrima po izvođača i korisnika hale. Na zadovoljavajuće ekonomske parametre pored pomenutih utiče smanjen obim završnih radova, eliminacija ljudskog faktora i montiranje elemenata direktno sa kamiona. Slabosti i pretnje se svode na probleme monolitizacije, projektovanju spojnica, opasnost pri manipulaciji teških elemenata i komplikacijama pri transportu. Uticaj pomenutih slabosti i pretnji je moguće određenim merama umanjiti.

Dobijene prednosti i mane SWOT analizom izabranog predmetnog sistema za proizvodnju i montažu armirano betonskih elemenata pokazale su da su snaga i šanse u odnosu na slabosti i pretnje veće i imaju značajniji udeo u prefabrikovanom montažnom sistemu gradnje, te se uporedbom sa monolitnim sistemom dolazi do zaključka da je izabrani predmetni sistem u prednosti nad monolitnim sistemom.

Analizirajući proizvodnju, transport i montažu svakog elementa pojedinačno može se zaključiti da nijedan element ne zahteva dodatno održavanje sa tehničko - tehnološkog aspekta, a troškovi održavanja su svedeni na minimum. To ovom sistemu gradnje daje dodatno na značaju uzimajući u obzir da troškovi eksploatacije imaju jako velik udeo u ukupnim troškovima izgradnje i eksploatacije jednog ovakvog objekta u odnosu na monolitni način gradnje.

Prema ispoštovanim principima građenja hale, analizi prikazanog sistema, sintezi i SWOT analizi dolazi se do zaključka da je montažni prefabrikovani sistem gradnje moderan i svaremen način gradnje koji je daleko efikasniji od monolitnog sistema gradnje i zaslužno zauzima sve veću primenu u savremenom građevinarstvu.

9. LITERATURA

- [1] Montaža betonskih konstrukcija zgrada (drugo dopunjeno izdanje), Milan Trivunić, Jasmina Dražić, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka.
- [2] Prefabrikovano građenje, Mirjana Milojević- Turina
- [3] SCRIBD, <https://www.scribd.com/home>, (IZGRADNJA hala od gotovih predgotovljenih armirano betonskih elemenata), autor Ronald Rejo dip. Inž. Građ.
- [4] Pravilnik za građevinske konstrukcije („Sl. glasnik RS“, br.89/2019, 52/2020 i 122/2020)
- [5] Srpski standardi SRPS EN 206, SRPSU.M1.206, SRPS EN 13670
- [6] Slunjski, E. Strojevi u građevinarstvu. Zagreb: Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, 1995.
- [7] Radujković, M. i suradnici. Organizacija građenja. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, 2005.
- [8] SCRIBD, <https://www.scribd.com/home>, Nastavni materijal Arhitektura Fakultet tehničkih-nauka, (Noseće konstrukcije 2, Montažne betonske konstrukcije).
- [9] Wikipedia – SWOT analiza, https://sh.wikipedia.org/wiki/SWOT_analiza.
- [10] Academia.edu, Stefan Aleksin - seminarski rad - SWOT analiza, https://www.academia.edu/43306418/Stefan_Aleksin_seminarski_rad_SWOT_analiza
- [11] Časopis industrija, SWOT analiza – sveobuhvatan prikaz vaše pozicije.

Kratka biografija:



Nemanja Mladenović rođen je u Kragujevcu 1993. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva, Organizacija i tehnologija građenja, Industrijsko građenje hala odbranio je 2024.god. kontakt: nemanjaml@hotmail.com