

**IZRADA NOSEĆE KONSTRUKCIJE ŠINSKE STAZE LABORATORIJSKOG MODELA MOSNE DIZALICE****BUILDING OF THE LAB-SCALED BRIDGE CRANE RUNWAY SUPPORTING STRUCTURE**Srđan Savić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

**Kratak sadržaj** – U okviru ovog rada opisana je izrada i montaža noseće konstrukcije šinske staze modela dvogredne mosne dizalice, koja se nalazi u Laboratoriji za mašinske konstrukcije, transportne i građevinske mašine Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

**Ključne reči:** model mosne dizalice, šinska staza dizalice

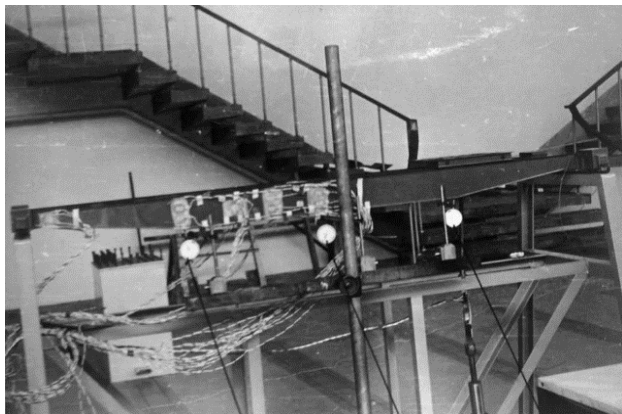
**Abstract** – This paper describes the production and assembly supporting structure of the bridge crane laboratory model, located in the Laboratory for mechanical structures, materials handling and construction machines at the Faculty of Technical Sciences in Novi Sad.

**Keywords:** bridge crane model, crane runway

**1. UVOD**

Tema ovog master rada se odnosi na izradu i montažu šinske staze laboratorijskog modela mosne dizalice koja se nalazi u Laboratoriji za mašinske konstrukcije, transportne i građevinske mašine na FTN. Idejno rešenje, kao i orijentacioni proračun ove staze obuhvaćen je diplomskim radom *Podloge za proračun noseće konstrukcije šinske staze laboratorijskog modela mosne dizalice*, [3].

Kao inicijalna ideja za ovaj projekat poslužio je model dvogredne mosne dizalice (sl. 1.1) izrađen u okviru magistarskog rada Nikole Babina (kasnije profesora Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu) pod nazivom *Mogućnost određivanja ukupne nosivosti mostovskog kрана na temelju modelskog ispitivanja, statičkim simuliranjem dinamičkog opterećenja*, [1].



Slika 1.1 Autentična fotografija modela mosne dizalice

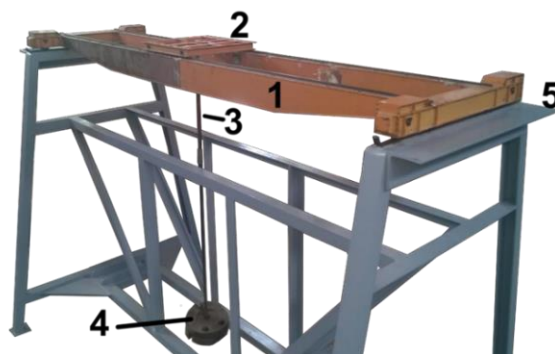
**NAPOMENA:**

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Atila Zelić, docent

**2. ZATEČENO STANJE NOSEĆE KONSTRUKCIJE**

Prvobitna izvedba noseće konstrukcije je služila samo za oslanjanje modela dvogredne mosne dizalice. Ovaj laboratorijski model predstavljao je proporcionalno umanjenju konstrukciju dizalice u HE Bajina Bašta (u razmeri 1:10).

Model dizalice je služio za ispitivanje maksimalne nosivosti statičkim simuliranjem dinamičkog uticaja, te je stoga projektovan i izrađen u razmeri kao nepokretna konstrukcija malih gabaritnih dimenzija. Pri tom, nije bila predviđena mogućnost kretanja dizalice.



Slika 2.1 Prvobitna izvedba modela laboratorijske mosne dizalice

Na sl. 2.1 su prikazane glavne celine laboratorijskog modela dvogredne mosne dizalice, i to:

1 – most dizalice, 2 – kolica dizalice, 3 – nosač ispitnih tegova, 4 – ispitni tegovi, 5 – noseća konstrukcija na koju je postavljena dizalice.

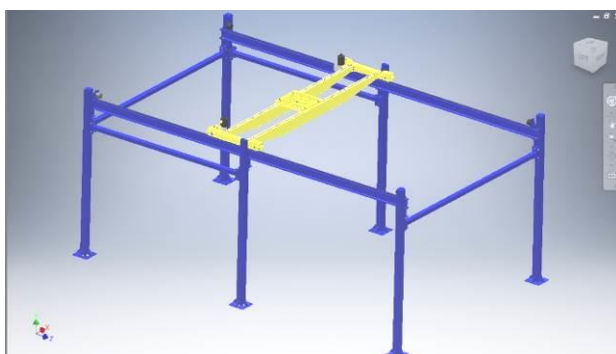
**3. OPIS KONSTRUKTIVNOG REŠENJA NOVE ŠINSKE STAZE MODELA DIZALICE**

Projektovana nosivost čelične konstrukcije staze dizalice je 320 kg. Ova nova noseća konstrukcija (sl. 3.1) je izrađena od čeličnih HOP i IPE profila. Na konstrukciji se mogu razlikovati čelični stubovi, podužna i poprečna ukrućenja, toplovaljani IPE profil za nosač šinske staze i za konzolne ispuste, kao i čelične ploče od kojih su izvedene uške, branici i oslone ploče.

Gabaritne dimenzije osnove konstrukcije su 2,68 x 3,39 m, dok je maksimalna visina, merena od površine podloge 1,51 m. Raspoloživi hod mosta dizalice iznosi 3 m, dok je najveća dužina kretanja kolica 1,78 m. Visina dizanja iznosi 1,4 m.

Radna kretanja modela mosne dizalice su dizanje-/spuštanje tereta, kretanje kolica i kretanje mosta čiji pogoni su izvedeni u diplomskom radu, a kasnije i una-

pređeni u master radu Nikole Tepavca, pod nazivom *Unapređenje laboratorijskog modela mosne dizalice ugradnjom elektromotornih pogona dizanja i kretanja*, [2].

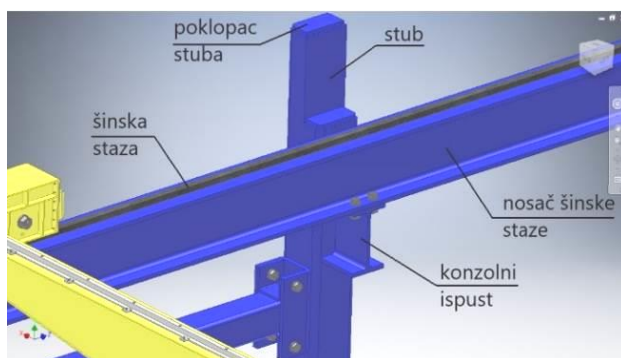


Slika 3.1 Noseća konstrukcija nove šinske staze modela mosne dizalice

Most dizalice je izveden kao dvogredni sa kutijastim profilima izrađenim od čeličnih limova. Na bočnim nosačima se nalaze po dva čelična oslonačka točka (4 ukupno, od kojih su dva pogonska). Raspon dizalice iznosi 1837 mm i bio je jedan od polaznih podataka za projektovanje noseće konstrukcije staze.

Na glavnim nosačima mosta se nalaze šine za kretanje kolica izvedene od čeličnog punog profila dimenzija 3 x 3 mm koji su preko pločica, zakovicama pričvršćene za gredne nosače.

Noseća konstrukcija šinske staze stoji na čeličnim stubovima (sl. 3.2) i oslanja se na betonsku podlogu preko oslonačkih ploča. Iste su pričvršćene za podlogu pomoću ankerskih vijaka M16, dužine 35 mm. Čelični noseći stubovi su izvedeni od kvadratnih HOP profila 60 x 60 x 5 mm, ukupne visine 1500 mm koji se sa gornje strane zatvaraju čeličnim pločama dimenzija 55 x 55 x 5 mm kako bi se zaštitila konstrukcija od vlage i korozije. Oslanjanjem celokupne konstrukcije na 6 oslonačkih stubova je obezbeđena potrebna krutost i stabilnost tokom rada dizalice.

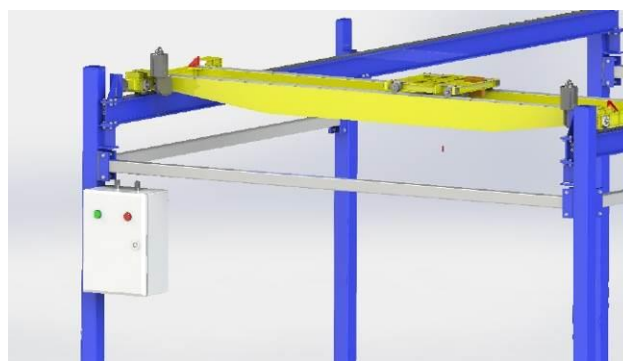


Slika 3.2 Detalj oslanjanja nosača šine staze na konzolni ispust na stubu

Glavni nosači šinske staze su izvedeni od valjanih IPE 80 profila, ukupne dužine 3286 mm. Orijentacioni proračun ovog elementa je dat u [3]. Usvojeni profil je veći od potrebnog, dobijenog proračunom, ali je izbor uslovljen tržišnom ponudom ovakvog tipa profila.

Na gornjim pojasevima IPE profila postavljene su kvadratne šine, po kojima se kreće model mosne dizalice. Opis pogona dizalice opisan je u [2].

Rukovanje pomenutim modelom mosne dizalice je potpuno isto načinu rukovanja realnom dizalicom, putem viseće komandne kutije napajane iz elektro-ormara, sl (3.3).



Slika 3.3 3D detalj pozicije elektro-ormara

Upravljanje pogonima kretanja i dizanja mosne dizalice se izvodi preko modula koji je programiran preko *ARDUINO* programskog jezika na eksternom računaru. U okviru ovog upravljačkog algoritma se uzimaju u obzir svi senzorni podaci, kao i podaci softvera za podešavanje na eksternom računaru.

#### 4. PROJETOVANJE ŠINSKE STAZE U SOFTVERU

Na osnovu proračuna i usvojenih elemenata se pristupilo konstruisanju u softveru *Autodesk Inventor* u kome je izrađen trodimenzionalni model noseće konstrukcije. Na osnovu modula *Design Accelerator* su definisani i ostali pripadajući standardni elementi, kao što su npr. vijci, navrtke i sl. Simulacija celokupnog sistema je urađena uz pomoć modula *Dynamic Simulation*. Analiza naponskih stanja u nosačima šinske staze i stubovima sprovedena je u modulu *Stress Analysis*, korišćenjem metode konačnih elemenata.

#### 5. TOK IZRADE I MONTAŽE ELEMENATA NOSEĆE KONSTRUKCIJE STAZE DIZALICE

Početni koraci u pripremi elemenata se sastoje od plana sečenja i to: kvadratnih cevi za stubove, kao i tabli limova. Pri tom, potrebno je uskladiti sve dimenzije elemenata kako bi procenat iskorišćenja materijala bio što veći.

Kao što je već i napomenuto, stubovi staze su visoki 1500 mm, a dobijeni su sečenjem hladno oblikovanih kvadratnih cevi dužine 3 m (sl. 5.1).



Slika 5.1 Sečenje kvadratnih cevi na potrebnu dužinu

Pločasti elementi su dobijeni iz tabli limova debljina 3, 5 i 10 mm, za koje su napravljeni planovi sečenja u softveru *Autodesk Inventor*, kako bi se što bolje iskoristio materijal.



Jedna od važnijih pripremnih radnji za montažne radove noseće konstrukcije staze bio je odabir adekvatne lokacije dizalice u laboratoriji. Nakon odabira lokacije, pripreme i nivelacije podloge pristupljeno je razmeravanju ose stubova i pozicioniranju oslonih ploča za fiksiranje stubova noseće konstrukcije staze dizalice.

Kao referentna tačka je uzet jedan od nosećih armirano-betonskih stubova hale laboratorije. Pomoću laserskog pokazivača, odnosno merenjem dijagonalnih, poprečnih i podužnih rastojanja određena je tačna pozicija staze dizalice.

Za bušenje armirano-betonske podloge radi postavljanja ankernih vijaka (sl. 5.2), korišćena je elektro-pneumatska bušilica sa udarnim dejstvom, sa burgijom Ø16 mm, namenjenoj isključivo za betonske podloge. Prilikom rada je korišćen graničnik za dubinu bušenja kako bi uloga anker vijaka bila potpuna.



Slika 5.2 Postavljanje i podešavanje ankernih vijaka

Dalji korak u procesu montaže obuhvatio je postavljanje nosećih stubova na oslone ploče, a zatim i zavarivanje konzolnih IPE 80 ispusta za pridržavanje glavnog nosača šine staze. Postavljanje nosećih stubova izvedeno je montažom jednog stuba i njegovim pozicioniranjem u odnosu na oslonu ploču na koju je najpre delimično zavaren, kao i u odnosu na ose ostalih stubova, vodeći računa da unutrašnja rastojanja između stubova odgovaraju projektu.

Konzolni ispust na stubu je linijski nosač vezan uklještenjem na jednom kraju, a na drugom je slobodan, i namenjen je za nošenje glavnog nosača šine dizalice i prenos opterećenja na noseće stubove. Konzolni nosači su, kao i glavni nosači šinske staze, izvedeni od toplovaljanih IPE 80 profila, dok je spajanje sa nosećim stubovima ostvarena zavarivanjem (sl. 5.3).



Slika 5.3 Zavarivanje konzolnih ispusta od IPE 80 profila

Visina postavljanja konzolnih ispusta je direktno određena visinom dizanja od 1400 mm, tako da je visinski položaj gornjeg pojasa IPE profila na 1317 mm od podloge.

Glavni nosači šinske staze su izrađeni od toplovaljanog IPE 80 profila, a dužine istih određene su hodom kretanja mosta dizalice po stazi. Dužina staze dizalice ujedno definiše i ukupnu dužinu noseće konstrukcije. Veza glavnog nosača šinske staze i konzolnih ispusta je montažno – demontažnog tipa i ostvarena je vijcima M6 x 20 mm. Ova veza je zahtevala bušenje otvora na donjem pojasu nosača šinske staze, odnosno gornjem pojasu IPE konzolnog ispusta. Postavljanje glavnog nosača na konzolne ispuste na stubovima prikazana je na sl. 5.4



Slika 5.4 Probna montaža glavnog nosača šinske staze

Na krajevima šinske staze se nalaze branici sa odbojnicima koji imaju ulogu apsorbovanja eventualnog udara mosta dizalice pri njenom dolasku do kraja staze. Svaki branik je izveden od pločastog materijala u obliku L-profila, pri čemu nosi na sebi gumeni odbojnik sa unutrašnjim navojem. Veza branika i glavnog nosača šinske staze je montažno – demontažnog tipa i ostvarena je vijcima M8 x 20 mm.

Nakon montaže glavnih nosača šinske staze, radi postizanja dovoljne krutosti kompletne noseće konstrukcije u poprečnom i podužnom pravcu, postavljena su ukrućenja (sl. 5.5) od kvadratnih cevi 40 x 40 x 3 mm, dužina 1886 mm i 1545 mm.



Slika 5.5 Zavarivanje uški poprečnih ukrućenja

Šine staze dizalice su izvedene od toplovaljanog kvadratnog profila 8 x 8 mm, punog poprečnog preseka, dužine 3156 mm. Raspoloživi hod kretanja mosta dizalice je manji od dužine šinske staze zbog branika sa odbojnicima koji sprečavaju silazak dizalice sa šinske staze, pa je najveća dužina puta mosta dizalice 3076 mm.

Šina je postavljena na gornji pojas IPE glavnog nosača staze, u pravcu rebra profila. Pri tome, posebna pažnja je posvećena tačnom pozicioniranju šina, radi eliminacije eventualnih neželjenih odstupanja od pravca. Ovo je važno i zbog toga što su venci točkova dizalice niski i postoji mogućnost zakošavanja u toku kretanja dizalice, a to može dovesti čak i do silaska sa šina i neželjena havarija.



Slika 5.6 Zavarivanje kvadratne šine na IPE nosač

Nakon utvrđivanja tačne pozicije, šina je najpre samo privremeno zavarena, a zatim je most ručno pomeran nekoliko puta duž staze, kako bi se proverilo da li dolazi do neželjenog skretanja dizalice sa pravca. Nakon izvršenih korekcija, šina dizalice je zavarena celom dužinom, ali samo isprekidanim kratkim šavovima na svakih 200 mm (sl. 5.6), kako bi se izbegla toplotna deformacija profila.

Nakon pripremnih radnji, a pre nanošenja antikorozivne zaštite (čišćenja konstrukcije od nečistoća), farbanje čelične konstrukcije je izvršeno pomoću kompresora i pištolja za farbanje pri otvoru dizne od 1,5 mm i pritisku od 5,5 bar, sl. 5.7. Zaštitni sloj dobijen kombinacijom uljanih i nitro boja obezbeđuje antikorozivnu, temeljnu i završnu zaštitu (tzv. 3 u 1).



Slika 5.7 Završno farbanje elemenata konstrukcije

Poslednja aktivnost u celokupnom procesu montaže je bio provera i pregled noseće konstrukcije šinske staze dizalice i to: dotegnutosti svih vijaka, kvaliteta i preciznosti montiranih elemenata, provera osnog rastojanja stubova i sl.

## 6. ZAKLJUČAK

Noseća konstrukcija šinske staze, zajedno sa modelom dvogredne mosne dizalice, izrađena u okviru navedenih završnih radova je rezultat većeg broja završnih radova studenata mašinstva na Departmanu za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo. Kroz ove projekte izrađeno je dragoceno učilo u Laboratoriji za mašinske konstrukcije, transportne i građevinske mašine na FTN-a, koje je od posebnog značaja kako za buduće generacije studenata Departmana, tako i za razna modelska ispitivanja.

## 7. LITERATURA

- [1] Babin, N.: *Mogućnost određivanja ukupne nosivosti nosača mostovskog kрана na temelju modelskog ispitivanja, statičkim simuliranjem dinamičkog opterećenja*, magistarski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 1970.
- [2] Tepavac, N.: *Unapređenje laboratorijskog modela mosne dizalice ugradnjom elektromotornih pogona dizanja i kretanja*, master rad, FTN, Novi Sad, 2019.
- [3] Savić, S.: *Podloge za proračun noseće konstrukcije šinske staze laboratorijskog modela mosne dizalice*, diplomski rad, FTN, Novi Sad, 2018.

### Kratka biografija:



**Srđan Savić** rođen je u Beogradu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo odbranio je 2021. god. Kao student, učestvovao je na projektu hibridnog električnog vozila "HERMES" na Departmanu za mehanizaciju i konstrukciono mašinstvo. Zaposlen je kao konstruktor transportnih sredstava, skladišta i mašinskih konstrukcija u Novom Sadu.

Kontakt: [srdjansavic021@gmail.com](mailto:srdjansavic021@gmail.com)