

## RAČUNALNO OBLIKOVANJE ZAVARA GIBLJIVE GREDE

### COMPUTER-AIDED DESIGN OF WELDS FOR FLEXIBLE BEAM

Josip Živković, Tomislav Galeta, Goran Šimunović

*Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Trg I. B. Mažuranić 2, Slavonski Brod*

**Ključne riječi:** zavareni spoj, gibljiva greda, trodimenzionalno oblikovanje

#### Sažetak:

U radu smo opisali postupak trodimenzionalnog oblikovanja zavarenog sklopa gibljive grede transportnih kolicakorištenjem računalnog programa Siemens PLM NX. Cilj rada je prikazati i analizirati mogućnosti programa u kreiranju zavarenih spojeva, postavljanju veza između dijelova gibljive grede i zavara, te njihovo označavanje na tehničkim crtežima. Trodimenzionalno oblikovanje gibljive grede i zavarenih spojeva pomoću računala ubrzava i olakšava izradu tehničke dokumentacije. Pri tome je moguća i analiza naprezanja metodom konačnih elemenata u odgovarajućem modulu programa.

#### Abstract:

In this paper we have described the process of three-dimensional design of welded assembly - flexible beam trolley, using a computer program Siemens PLM NX. The aim of this paper is to present and analyze the possibilities of the creation of welded joints, setting up connections between parts of flexible beams and welds, and marking them on technical drawings. Three-dimensional design of flexible beam and welds using a computer makes faster and easier development of technical documentation. It is also possible to perform stress analysis using finite element method in the corresponding modules of the program.

## 1. UVOD

Većina se tvrtki služi trodimenzionalnim ili 3D modeliranjem i vizualizacijom kako bi što brže izradile prototipove proizvoda u cilju ostvarenja visoke preciznosti i fleksibilnosti te učinkovitog kreiranja i modificiranja 3D modela. Prostorno je modeliranje zapravo prva faza kreiranja svakog modernog cjelovitog projekta[1].

Za kreiranje 3D modela, inženjeri se služe programima koji pripadaju skupini CAD (engl. *Computer-Aided Design*). CAD alati su osmišljeni za oblikovanje virtualnog objekta i sadrže mnogo dodatnih informacija o dimenzijama, materijalima i sl. CAD programske alati podržavaju različite načine modeliranja i oblikovanja objekta [1].

3D prikaz ima veliku prednost, pogotovo kod primjene računala u procesu konstruiranja. Trodimenzionalnokonstruirani prostorni objekt posjeduje sve informacije potrebne za izradu, proračun i analizu, simulaciju i kontrolu[2]. Realan izgled modela pruža posebnu pogodnost i za industrijski dizajn.

Na temelju spomenutih činjenica, prikazana je izrada 3D modela zavarenog podsklopa gibljive grede transportnih kolica i analiza izrade zavarenih spojeva, zatim izrada tehničke dokumentacije na osnovi dobivenog 3D modela. Za izradu modela odabran je programski alat *Siemens PLM NX 7.5* zbog sveobuhvatnosti i mogućnosti nadogradnje modulima za određena područja konstruiranja.

## 2. GIBLJIVA GREDA TRANSPORTNIH KOLICA

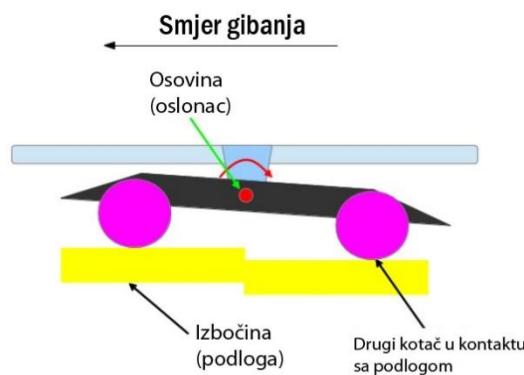
Kolica su jedan od najvažnijih priključaka u području poljoprivredne mehanizacije jer omogućuju transport različite robe i dobara. U ovom slučaju za transport žetvenih uređaja kombajna

koriste se kolica jednostavne konstrukcije koju čine skup podsklopova a među njima su i dvije gibljive grede (Slika 1). Gibljiva greda je najučinkovitija vrsta suspenzije kod transporta velikih masa i opterećenja zbog ravnomernog raspoređenog tereta na podlogu.



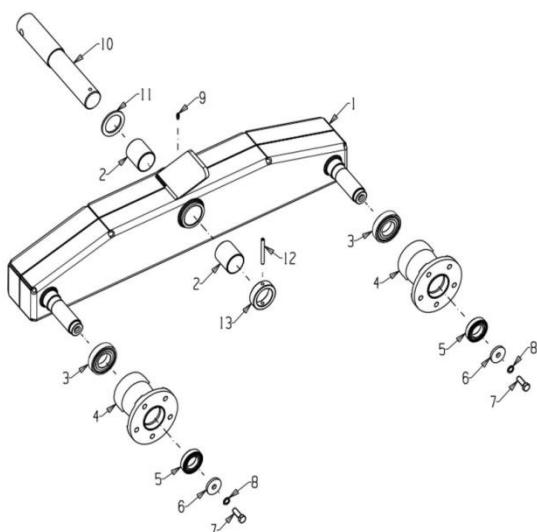
*Slika 1 Transportna kolica sa gibljivim gredama*

Kod uzdužne tandem suspenzije (gibljive grede), cijeli je sistem nagnut oko uporišta (osovine) te iako je prednji kotač podignut zbog izbočine, zadnji kotač ostaje sam na nižoj površini i ostvaruje kontakt sa podlogom (**Error! Reference source not found.** 2.). Na taj se način izbjegavaju prekomjerni udarcina suspenziju i osovinu. Vertikalni su hod ili "artikulacija" osovine ograničeni s graničnicima na okviru (šasiji). Pri tome je artikulacija osovine sposobnost kretanja jedne osovine u odnosu na šasiju – bilo jedan kotač gore, drugi dolje što je neovisna suspenzija ili vezano što je usporedna kruta osovina.



*Slika 2. Shema kretanja gibljive grede[3]*

**Error! Reference source not found.** prikazuje glavne dijelove sklopa gibljive grede. Iz slike se može zaključiti da je gibljiva greda jednostavne konstrukcije i da njezina izrada nije zahtjevna što je u skladu s nižim troškovima izrade kolica i pristupačnom konačnom cijenom proizvoda.



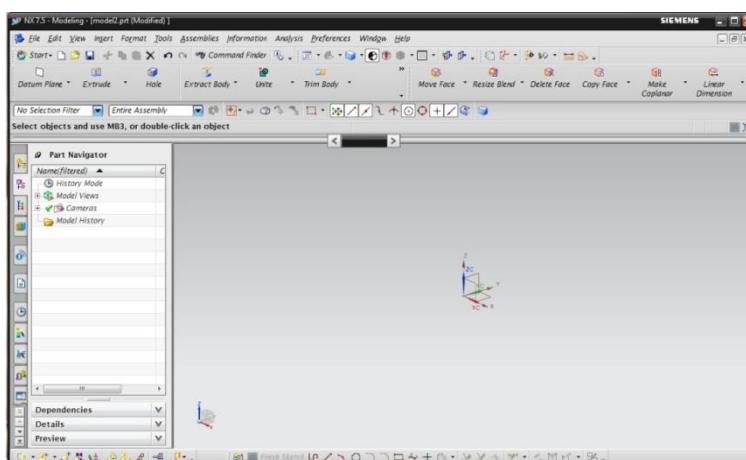
*Slika 2.3 Sastavni dijelovi desne gibljive grede za transportna kolica*

Zavareni je sklop konzole (pozicija 1) sastavljen od dvije savijene limene ploče debljine od 5 mm koje su spojene čeonim zavarivanjem. Prije savijanja ploča, probijene su rupe u kojima će kasnije biti zavareni rukavci (1b) i čahura za klizni ležaj (1c) koji pri zavarivanju također spajaju dvije identične oplate i čine spoj krućim. Na konzolu je navaren i graničnik, komad lima koji pomaže pri skidanju žetvenog uređaja s kombajna na kolica. Dalje se sklapaju ostali dijelovi u konačni podsklop.

### 3. PROGRAMSKI ALAT SIEMENS PLM NX 7.5

Programski alat *Siemens PLM NX* je složeni CAD/CAM/CAE sustav koji obuhvaća veliki spektar poslova pri konstruiranju i proizvodnji sustava: od stvaranja prvog idejnog prijedloga, simulacija i analiza, modeliranja pojedinačnih dijelova i sklopova, izrade 2D dokumentacije, programiranja CNC strojeva pa sve do kontrole kvalitete0.

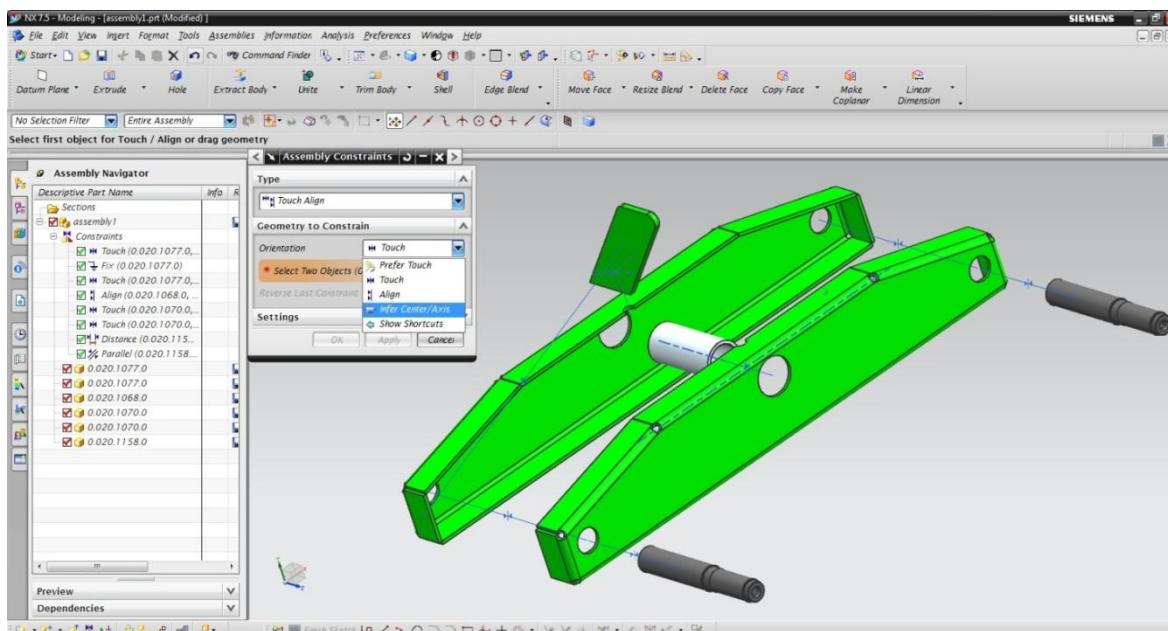
Grafičko sučelje programa (**Error! Reference source not found.**) omogućuje interakciju korisnika i objekta, gdje je najveći radni prostor za stvaranje 3D modela. *Resource bar* (lijevo u sučelju) omogućuje uređenje, dodavanje, brisanje, kopiranje, te hijerarhijski prikaz dijelova i sklopova u obliku stabla, što može biti vrlo korisno kod složenijih sklopova. Program NX omogućuje detaljan prikaz velikih sklopova i testiranje već u ranoj fazi razvoja proizvoda, što smanjuje izradu stvarnih prototipova. Ranim testiranjem smanjuju se troškovi materijala i skraćuje vrijeme do početka proizvodnje.



*Slika 3.1 Sastavni dijelovi desne gibljive grede za transportna kolica.*

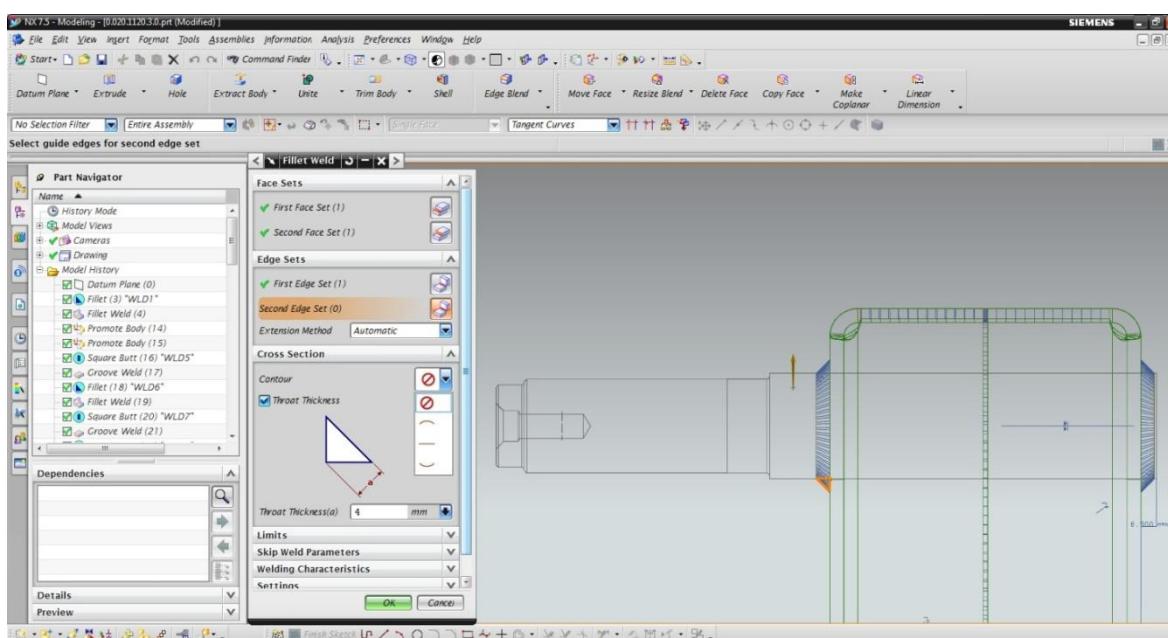
#### 4. RAČUNALNO OBLIKOVANJE ZAVARENIH SPOJEVA GIBLJIVE

Postupak modeliranja počinje ubacivanjem predhodno izrađenih 3D modela dijelova koji čine zavareni podsklop u radni prostor programa. Za zavareni se podsklop gibljive grede sklapaju limene oplate, rukavci, čahura kliznog ležaja i skidač. Na slici 3.2 prikazana je djelomično sklopljena gibljiva greda s unesenim geometrijskim ograničenjima. Kada je dobiven sklop sa svim unesenim geometrijskim ograničenjima, potrebno je izvesti operaciju zavarivanja (engl. Welding) za zavarenu vrstu podsklopa.



*Slika 3.2 Sastavni dijelovi zavarenog podsklopa desne gibljive grede*

Prilikom računalnog modeliranja zavara gibljive grede korištene su dvije vrste zavara, kutno i čeono. Alat za prikazivanje zavara se na modelu odabire po tipu zavara, primjerice za izvedbu kutnog zavara pozivase naredba **Fillet Weld**(Error! Reference source not found.) na alatnoj traci.



**Slika 3.3 Kutni zavar između rukavca i limene konzole**

U dijaloškom prozoru *Fillet Weld* odabiru se površine dijela koje se trebaju spojiti ili je odabir kombinacija ruba i površina ili je pak dovoljno samo izabrati rubove koji se moraju popuniti zavarom. Također se oblikuje i žlijeb zvara na modelu dijela koji se zavaruje. Odabirom vrste žlijeba (V, U, X i dr.) automatski se žlijeb oblikuje na mjestu gdje će se prikazati model zavara. U dijaloškom prozoru određuju se i visina presjeka zavara, oblik lica zavara (ispupčeni, ravni ili izdubljeni). Također je moguće izraditi isprekidane zavare uz unos predhodno nabrojanih parametara, pri čemu se dodatno određuju međusobni razmaci između zavara.

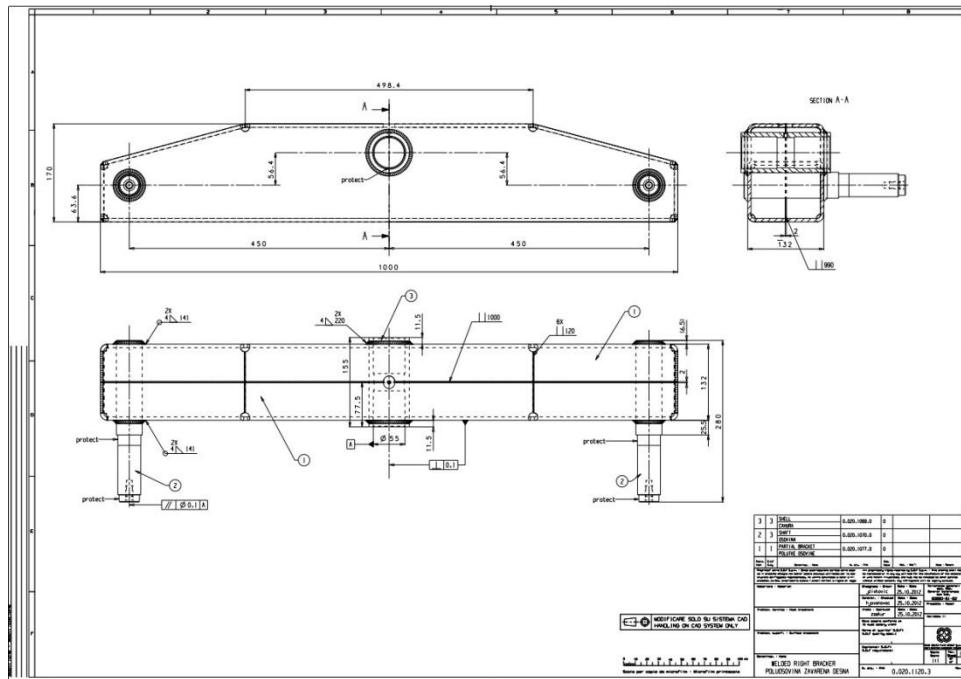
Iz predhodno navedenih opcija izrade modelazavarenih spojeva može se zaključiti kako je računalna izrada zavara na 3D modelu izvedena u znatnoj mjeri poput zavarivanja u proizvodnji. Za lakše određivanje parametara zavarenog spoja kod 3D modeliranja potrebno je i dobro predznanje o tehničici zavarivanja.

## **5. IZRADA TEHNIČKIH CRTEŽA**

Tehnički je crtež jednoznačna i potpuna informacija o nekom proizvodu. Na tehničkim su crtežima proizvodi prikazani sukladno određenim pravilima, odnosno normama važećim za tehničko crtanje. Izvedbeni crtež prikazuje strojni dio (nerastavljen) sa svim potrebnim podacima za njegovu izradu 0.

Izrada tehničke dokumentacije u programu NX je jednostavna zbog povezanosti 3D modela s dokumentacijom. Izmjene na prostornom modelu automatski se odražavaju (generiraju) na dokumentaciju. Za izradu crteža u *Siemens NX* potrebno je kreirati novu datoteku (*\_t1.prt*) u osnovnom sučelju programa, slično kao i kod kreiranja nove datoteke za izradu modela kod ostalih modula.

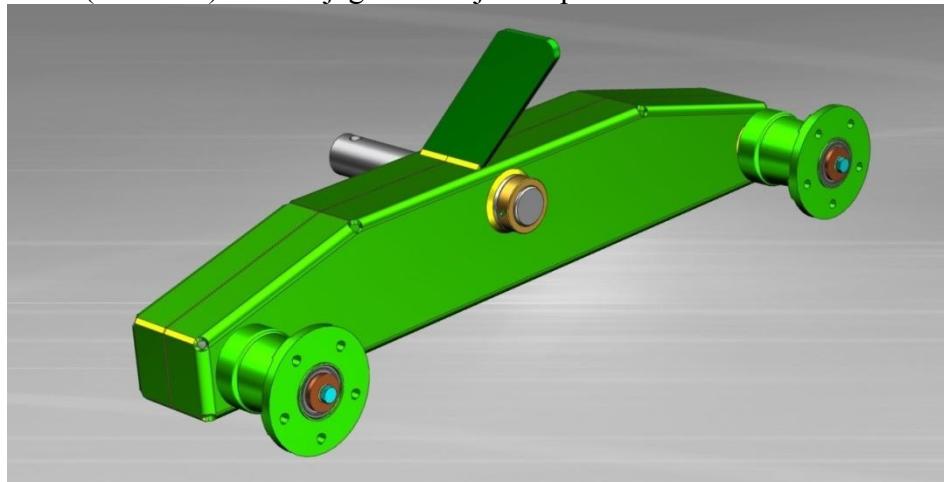
Nakon postavljanja osnovnih pogleda na predhodno odabranom formatu papira, pristupa se postupku kotiranja projekcija na crtežu. Postavljanje numeričkih vrijednosti, simbola, znakova, simetrala, dimenzija i sl. na tehnički crtež, može se nazvati kotiranjem (Slika 5.1). Sve izmjere moraju biti unesene tako da se upotpunjaju s definiranim oblikom strojnog dijela, da se u proizvodnom procesu lako razumiju te da isključuje svaku dvojbu, zabunu i mogućnost pogrešaka.



**Slika 5.1 Tehnička dokumentacija zvarivačkog podsklopa**

## 6. VIZUALIZACIJA MODELA GIBLJIVE GREDE

U programskom alatu *Siemens PLM NX* izrađen je fotorealistični prikaz gibljive grede transportnih kolica (Slika 6.1) radi boljeg shvaćanja sklopa.



Slika 6.1 Fotorealističan prikaz gibljive grede

## 7. ZAKLJUČAK

Korištenjem računalnog alata za projektiranje i konstruiranje proizvoda znatno se smanjuje potrebno vrijeme za razvoj proizvoda, a time i troškovi projektiranja. U radu prikazan je postupak spajanja zavarivanjem 3D modela podsklopa gibljive, te način izrade tehničke dokumentacije. Pri postavljanju zavaranih spojeva vidljiva su moguća odstupanja između dijelova u sklopu, što je dodatna kontrola valjanosti modela sklopa. Nakon kreiranja modela u programskom alatu *Siemens PLM NX* moguće je izvršiti analize i simulacije opterećenja na pojedine dijelove u sklopu, tako i na modele zavara ili analizu opterećenja na cijeli sklop. Na taj se način provjerava funkcionalnost proizvoda u stvarnim uvjetima rada, što dodatno skraćuje vrijeme do početka proizvodnje proizvoda i smanjuju se troškovi proizvodnje.

## 8. LITERATURA

- [1] Hršak, B., Čikić A., Brišić T., „Izrada 3D modela vrcaljke za med“, Tehnički glasnik, Vol.6 No.1, 2012.
- [2] Dujak, G., „Izrada digitalne dokumentacije solarnog toplinskog kolektora (Diplomski rad)“, Slavonski Brod, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, 2012.
- [3] Mechguru, 2008, *How inverted tandem axle suspension works*, (Slika)  
URL:<http://blog.mechguru.com/how-it-works/how-inverted-tandem-axle-suspension-works/> ,  
(09.06.2013.).
- [4] *Explore NX and discover your solution*, Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.  
2013., URL: [http://www.plm.automation.siemens.com/en\\_us/products/nx/](http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/nx/). (09.06.2012)
- [5] Opalić, M., Kljajin, M., Sebastijanović, S., „Tehničko crtanje“, Čakovec/Slavonski Brod, Zrinski d.d., 2007..