

[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468



**Sveučilište: Sveučilište u Rijeci**  
**Fakultet: Tehnički fakultet**

**Akadska godina: 2010-2011**



## **ZAVRŠNO IZVJEŠĆE** **o studentskoj praksi**

**Student: Vedran Horvat**  
**Matični broj studenta: 0069050703**  
**Studijska godina: 2010/2011**  
**Modul: strojarstvo**

**Ime akademskoga mentora: doc.dr.sc. Zoran Jurković**  
**Ime industrijskoga mentora: Rajko Rubeša, dipl.ing.**

**Rijeka, 2011. godina**



# 1. Opće informacije

Student			
Ime studenta: Vedran Horvat		Studijska razina: <input type="checkbox"/> Preddiplomski	
Matični broj: 0069050703	Adresa e-pošte: vehorvat@riteh.hr		Telefon:
Razdoblje prakse	Od: 20.06.2011	Do: 08.07.2011	Broj sati: 120
Akademska institucija			
Sveučilište: Sveučilište u Rijeci			
Fakultet: Tehnički fakultet			
Adresa: Vukovarska 58		Grad: Rijeka	
Ime akademskoga mentora: Zoran Jurković		Pozicija: docent	
Adresa e-pošte: zoran.jurkovic@riteh.hr		Broj telefona: 051/651 466	
Poduzeće/institucija u kojem se ostvaruje praksa			
Ime: BRODOGRAĐEVNA INDUSTRIJA 3.MAJ d.d.			
URL: <a href="http://www.3maj.hr/">http://www.3maj.hr/</a>			
Adresa: Liburnijska 3		Grad: Rijeka	
Ime industrijskoga mentora: Rajko Rubeša		Pozicija: dipl. Ing. strojarstva	
Adresa e-pošte: rajko.rubesa@ri.t-com.hr		Broj telefona: 099 311 3622	



## 2. Uvod

Po završetku IV. semestra sveučilišnog studija strojarstva na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci potrebno je po programu izvršavanje semestralne stručne prakse kako bi student primjenio stečeno teoretsko znanje na radnu praksu.

Semestralnu stručnu praksu u trajanju od 15 radnih dana ili 120 radnih sati obavio sam u poduzeću "3.MAJ" Brodogradilište d.d. u Rijeci. Radna praksa obavljena je od 20.06.2011. do 08.07.2011. u tehničkom uredu na odjelu cijevnih sistema pod budnim okom mentora, voditelja odjela Dr.sc. Rajka Rubeše dipl.ing.



## 3. Opis posla

### 1.tjedan

Nakon položenog ispita iz Zaštite na radu upućen sam u odjel cijevnih sistema. Po dolasku u ured počeo sam sa upoznavanjem njihovog rada na izradi projektne dokumentacije za gradnju 711 te provjeri tehničke dokumentacije za opremanje gradnji 714 i 715 koju je izrađivao vanjski suradnik.

#### Gradnja 711:

Tanker za naftu, naftne prerađevine te razne kemikalije

Duljina preko svega: 195.30m

Duljina na vodenoj liniji: 187.30

Širina: 32.20m

Gaz: 12m

Nosivost: 49000-51800 tona

Glavni pogonski stroj: 3. Maj – Wartsila NSD 7RTA 48T-B snage

9650kW pri

123 min<sup>-1</sup>

## Gradnja 714 i 715:

Tanker za kemikalije

Duljina preko svega: 129m

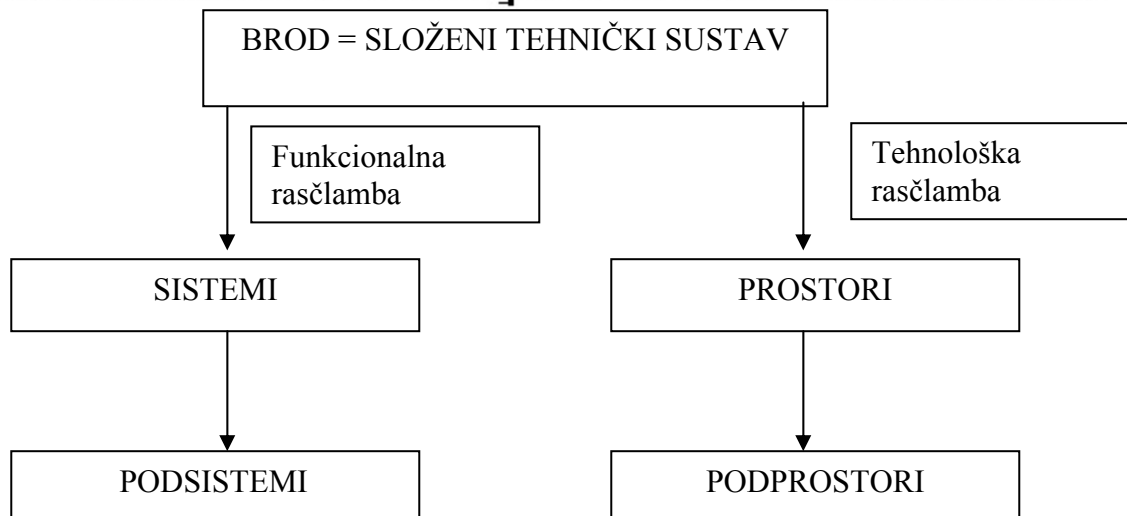
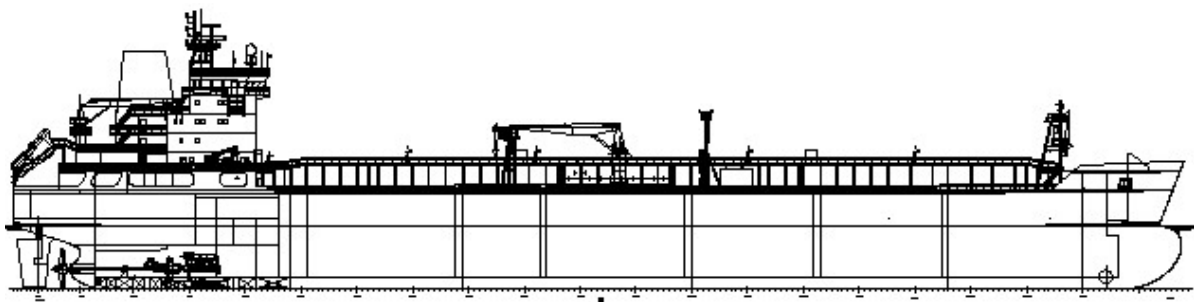
Duljina na vodenoj liniji: 120m

Širina: 19.20m

Gaz: 7.20m

Nosivost: 9500 tona

Glavni pogonski stroj: MAN 9L 32/40 CD snage 4850kW pri  
600 min<sup>-1</sup>





BROD → jedinstveni i kompleksni proizvod, čija uspješna i ekonomična izgradnja ovisi od brojnih međuzavisnih i koordiniranih aktivnosti svih službi i proizvodnih jedinica

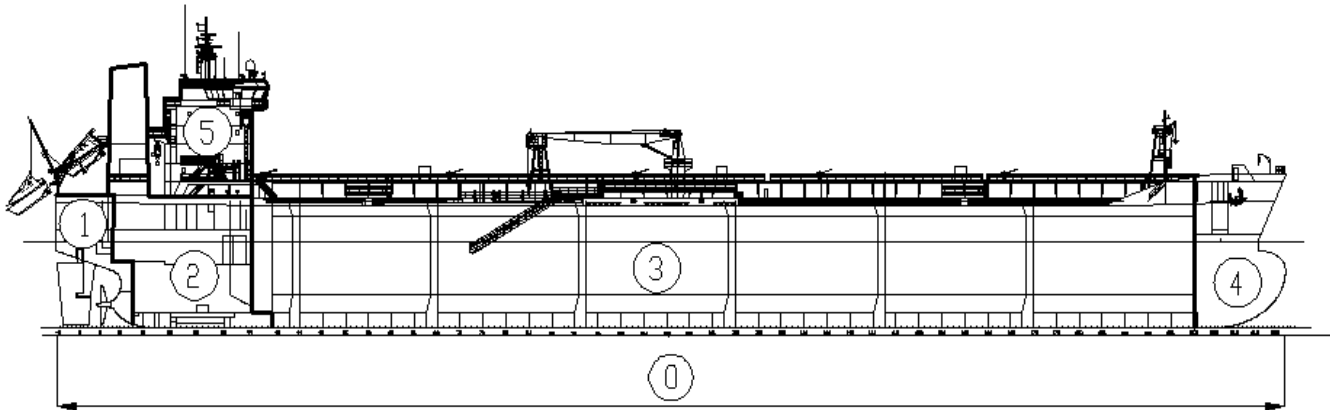
CILJ OPREMNIH RADOVA → skraćivanje trajanja gradnje broda (a time i troškova)

Na prethodnoj stranici je prikazana raščlamba svakog broda po funkcionalnim i tehnološkim prostorima.

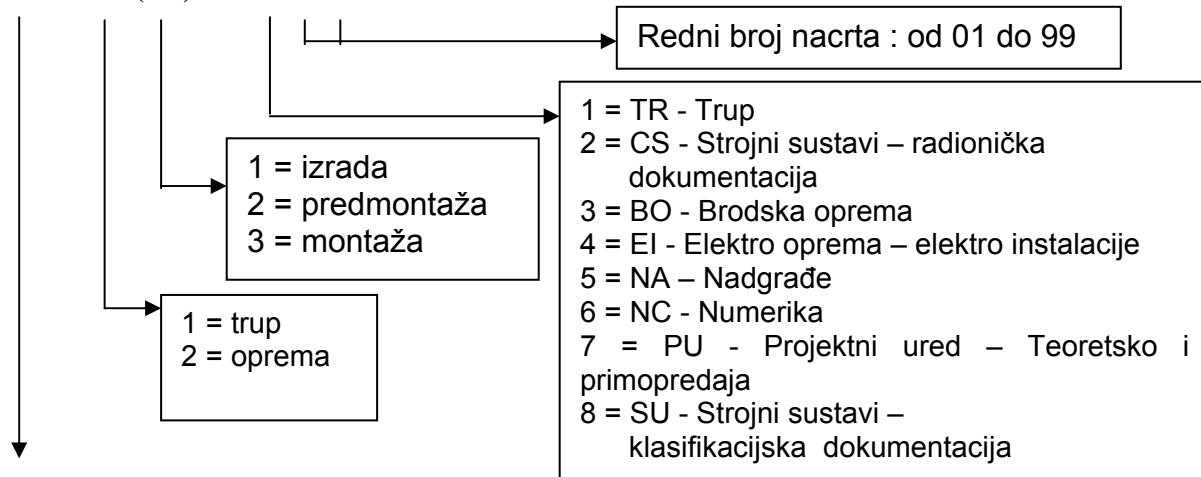
Prvi tjedan sam se upoznao sa Bentley Microstation programskim paketom za CAD modeliranje koji se koristi pri projektiranju broda u brodogradilištu 3.Maj.

Prvi konkretni zadaci su mi bili provjera brojeva nacrtu za odgovarajući funkcionalni prostor, izmjena brojeva te plotanje nacrtu za izradu cijevi te nosača cijevi u odgovarajućem prostoru (u mojem slučaju strojarnici broda).

Svaki se nacrt ovisno o cjelini broda i službi označava na slijedeći način:



XXX - X (X) 0 - XXX

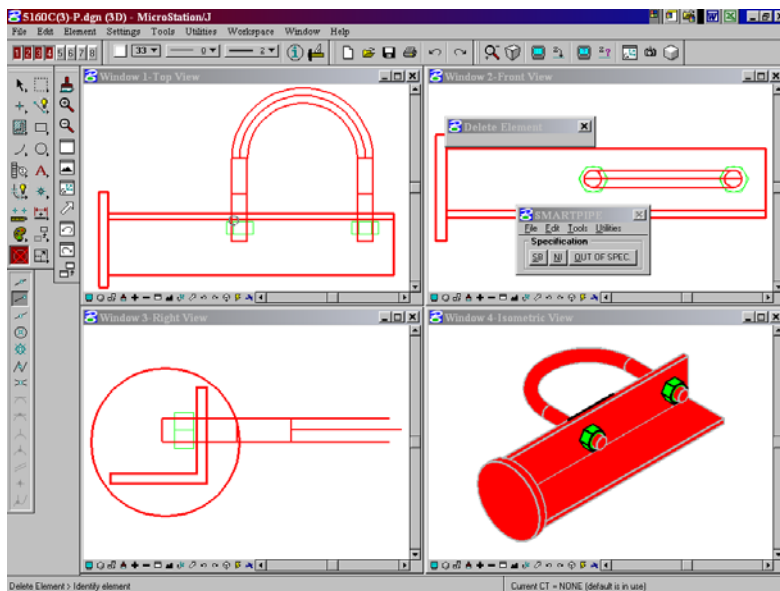


0 = Radionička dokumentacija – nedjeljivi radovi (cijeli brod)	[ nacrti : 000-x(x)0-xxx ]
1 = Radionička dokumentacija – krma	[ nacrti : 1xx-x(x)0-xxx ]
2 = Radionička dokumentacija – strojarnica	[ nacrti : 2xx-x(x)0-xxx ]
3 = Radionička dokumentacija – teretni prostor	[ nacrti : 3xx-x(x)0-xxx ]
4 = Radionička dokumentacija – pramac	[ nacrti : 4xx-x(x)0-xxx ]
5 = Radionička dokumentacija – nadgrađe	[ nacrti : 5xx-x(x)0-xxx ]

## 2. tjedan

Nakon upoznavanja rada u Bentley Microstation programskom paketu te savladavanja osnovnih vještina u novom radnom tjednu sam dobio malo složeniji zadatak izrade skica nosača cijevi za proizvodnju te ugradnju na novogradnju 714.

Primjer izrade i montaže prikazan na sljedećim slikama:



Slika 1.: Radni prozor Bentley Microstation softverskog paketa sa prikazom nosača cijevi za slatku vodu nazivnog promjera DN 100 u svim projekcijama koji se sastoji od L profila 50x50, savinute obujmice (žice) promjera 10mm te pripadnim M10 pričvsnih matica.



Slika 2.: Poluproizvodi (obujmica i L profil) spremni za montažu na brod.



Slika 3.: Nosač cijevi montiran i u funkciji.

### 3. tjedan

Nastavak izrade skica nosača cijevi ali ovaj put ne za direktnu montažu na brod nego montažu na modul pumpne stanice za usis morske vode u strojarnici novogradnje 714.

Moduli su sklopovi sastavljeni od više dijelova koji se izrađuju u pogonima brodogradilišta ili dopremaju u jednom komadu od vanjskog suradnika te se kao zasebna cjelina montiraju na brod što bitno skraćuje sam proces proizvodnje novog broda.

#### **Opis izrade modula cijevi:**

##### **Izrada nosača cijevi:**

Izrada započinje rezanjem odgovarajućih profila na mjeru prema specifikaciji u mjernim skicama. Istovremeno se izrađuju i pločice. Na profilu se buše rupe, a ako je sastavljen od više dijelova, oni se međusobno zavaruju. Također se zavaruje i pločica, a nakon toga nosač odlazi na korozijsku zaštitu. Nakon provedenog postupka zaštite, na nosač se montira obujmica i on odlazi na skladište gdje čeka do trenutka ugradnje u modul.

U slučaju dimenzijski prilagodljivog nosača, profil se reže na duljinu oko 3 cm veću od potrebne, a pločica se samo privaruje. Konačna dimenzijska prilagodba nosača obavlja se nakon montaže na brodu na način da se odreže višak duljine nosača, a pločica nakon toga zavari.

#### Izrada cijevi:

Proces izrade cijevi započinje trasiranjem i obilježavanjem cijevi prema mjernim skicama. Nakon toga se cijevi režu, a ako je to potrebno sortirane po promjeru odlaze na savijanje.

#### Priprema cijevi:

Prema planu izrade i kapacitetu uređaja za rezanje cijevi pripremaju se skladištene cijevi za dnevno ubacivanje u radionicu. Cijevi se slažu prema predviđenom promjeru savijanja za taj radni dan u okviru standardnih ili raspoloživih dužina cijevi u skladištu. Nakon toga se izrađuje zbirni pregled svih sabranih dužina uz određeni mali tehnološki dodatak, a dobiva se ukupni broj cijevi pojedinih promjera, a takav zbirni pregled predstavlja izručnicu za podizanje cijevi iz skladišta za pojedini dan.



## **Savijanje cijevi:**

Savijanje cijevi se obavlja strojno, na savijačici s trnom. Postupak teče na slijedeći način: Nakon trasiranja i rezanja obilježena cijev, ovisno o svom promjeru odlazi do određene savijačice na kojoj se savijanje obavlja na slijedeći način: cijev se postavlja na stroj i steže u čeljusti. Pomični trn se uvlači u cijev i nakon toga stroj savija cijev za određeni kut omatanjem oko kalupa. Nakon postupka trn se izvlači, cijev se otpušta iz čeljusti, obilježava i odlazi na daljnju obradu. Kod cijevi promjera većeg od DN 100 mogu se primijeniti i gotova koljena, a cijev zavariti iz dijelova ukoliko je potrebno izbjeći deformacije prilikom savijanja cijevi.

## **Obrada i sastavljanje cijevi:**

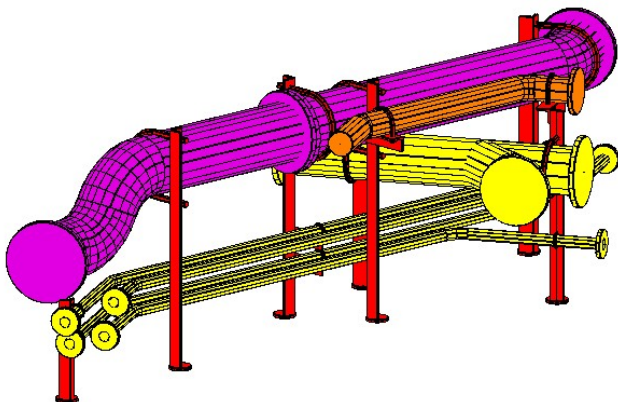
Nakon rezanja i eventualno, savijanja, trasiraju se i režu otvori i priključci, nakon čega se postavljaju i privaruju priključci, redukcije i prirubnice.

Nakon toga cijevi odlaze na zavarivanje, nakon čega poslovođa provodi dimenzionalnu kontrolu. Slijedeći korak je tlačenje cijevi. Cijev

koja zadovolji na tlačenju odlazi na antikorozivnu zaštitu čime završava proces izrade cijevi.

## Postupak spajanja modula:

Nakon što su u radionu montaže prispjeli svi potrebni nacrti i pribavljeni svi elementi potrebni za sklapanje modula, pristupa se trasiranju položaja temelja strojeva i uređaja u sklopu modula, budući da su to čvrste točke u montaži modula. Na trasirane položaje postavljaju se strojevi i uređaji, oko kojih se nakon toga sukladno montažnim nacrtima montiraju cijevi i nosači cijevi u sastavu modula. Po završetku montaže kontroliraju se gabaritne mjere modula kako bi se osigurala ispravnost ugradnje i funkcionalnog povezivanja modula.

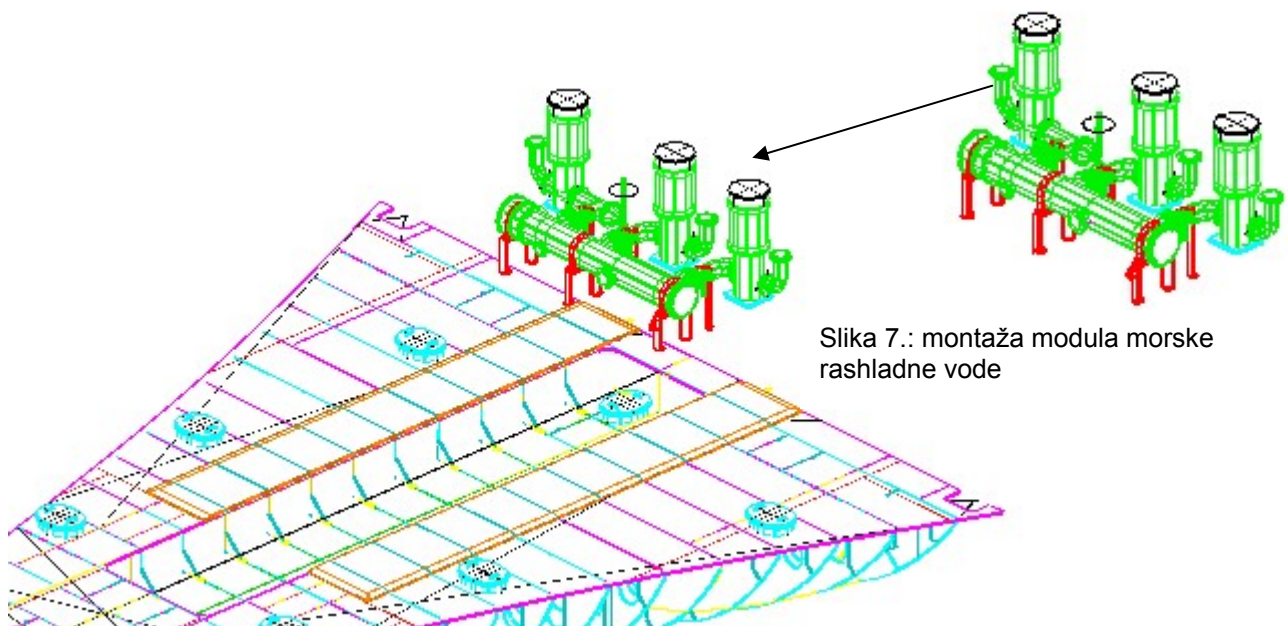
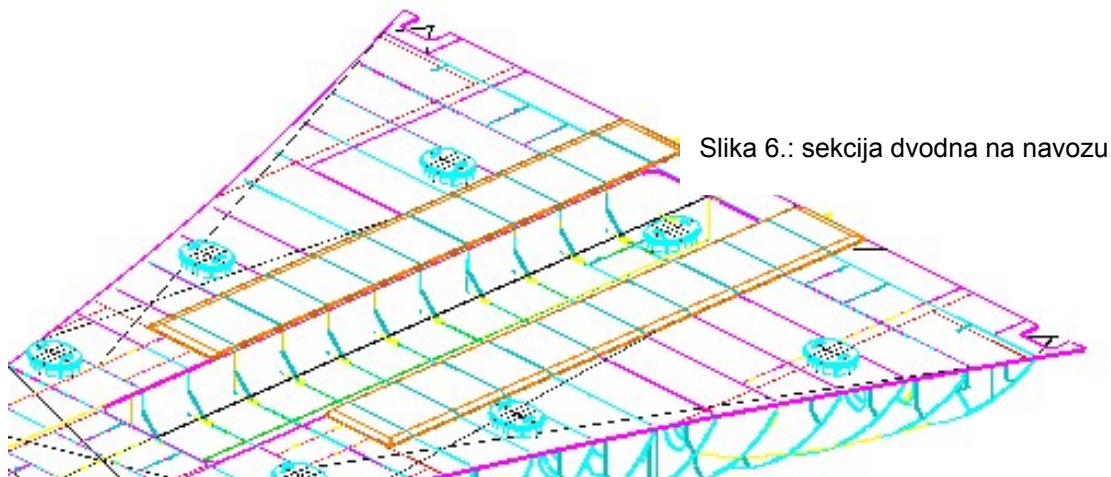


Slika 4.: Primjer modula cijevovoda u Betley Microstation softverskom paketu.

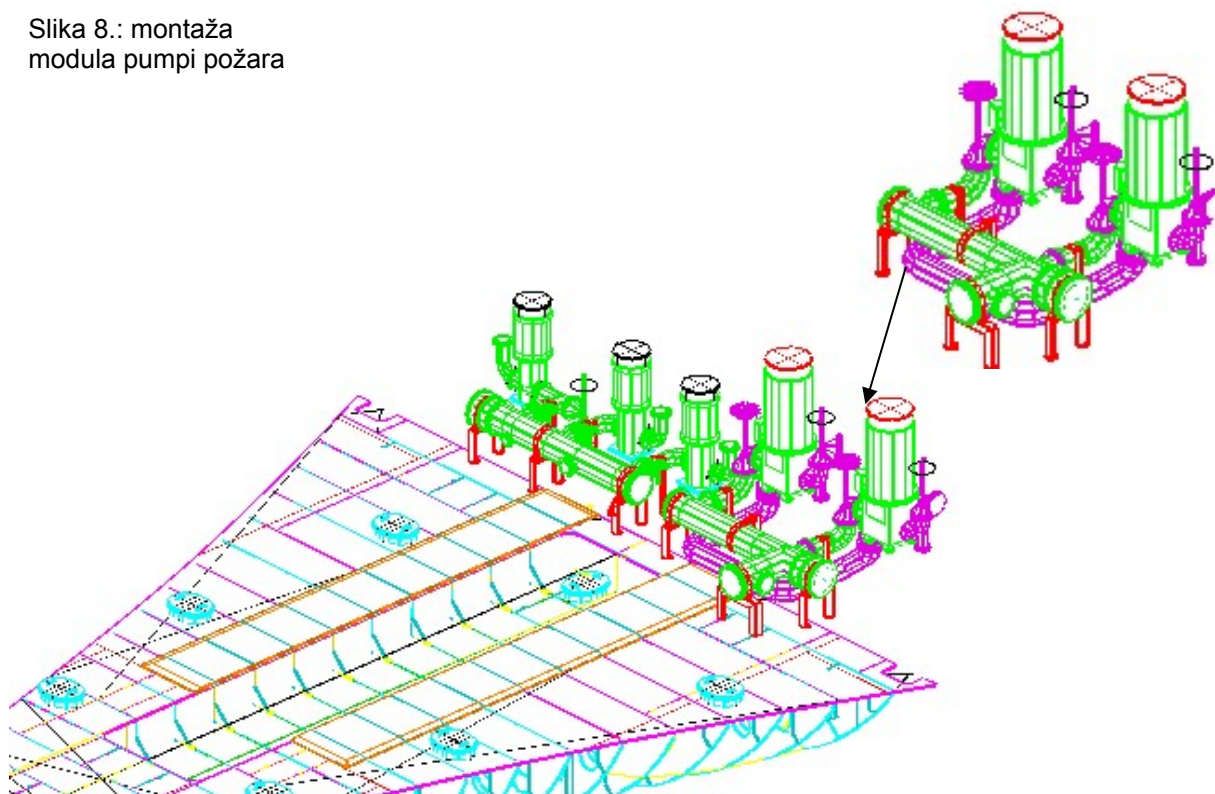
Slika 5.: Modul cijevi spreman za montažu na brod

Da bi se još više uštedjelo na vremenu moduli se pri predmontaži (prije slaganja dijelova broda na navozu) montiraju na gotove sekcije koje se zatim slažu na navoz.

Primjer slaganja modula na sekcije:

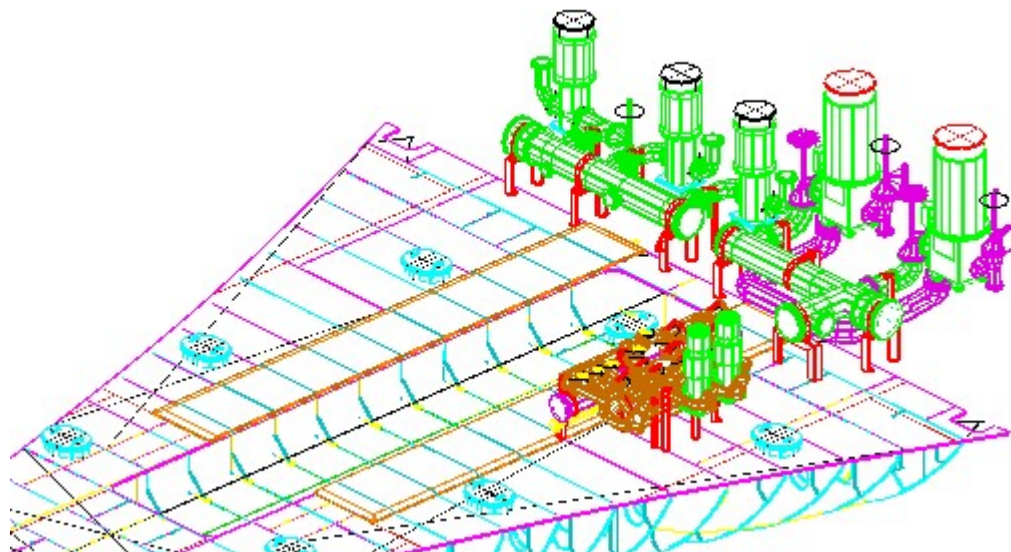


Slika 8.: montaža modula pumpi požara

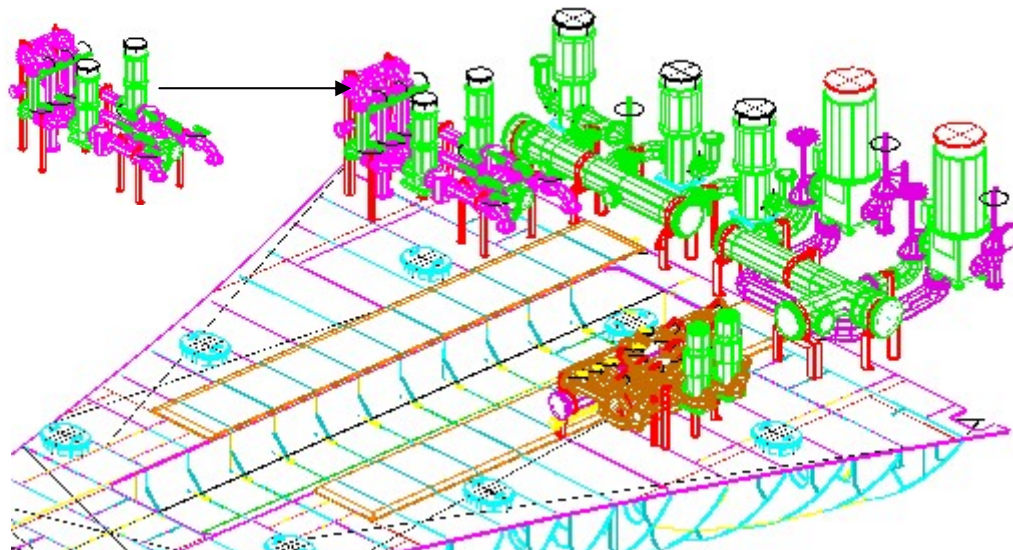


Slika 9.: montaža modula transfer pumpi goriva

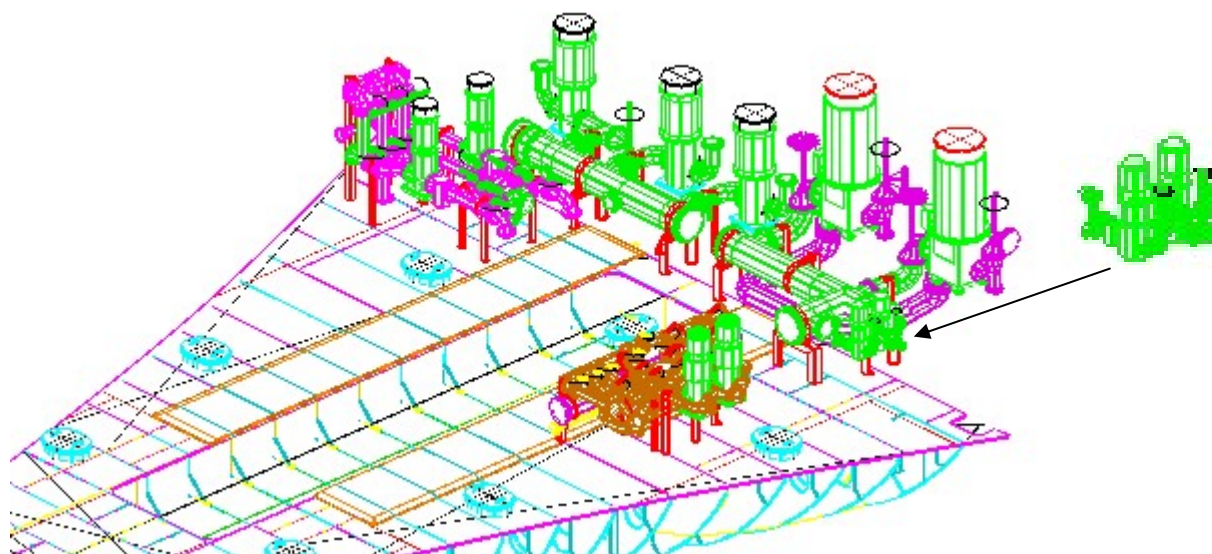
[www.riteh.uniri.hr](http://www.riteh.uniri.hr)  
[zoran.jurkovic@riteh.hr](mailto:zoran.jurkovic@riteh.hr)  
tel.: +385 51 651 466  
fax: +385 51 651 468

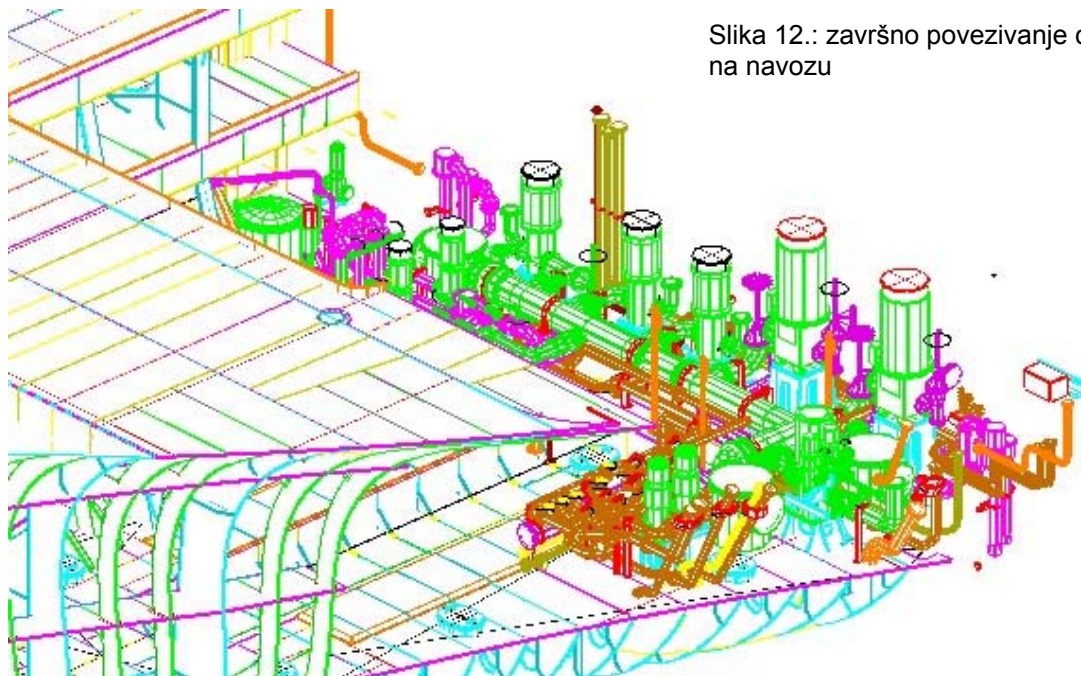


Slika 10.: montaža modula pumpi opće službe



Slika 11.: montaža bloka pumpi morske vode za vodenu brtvu sistema IG-a



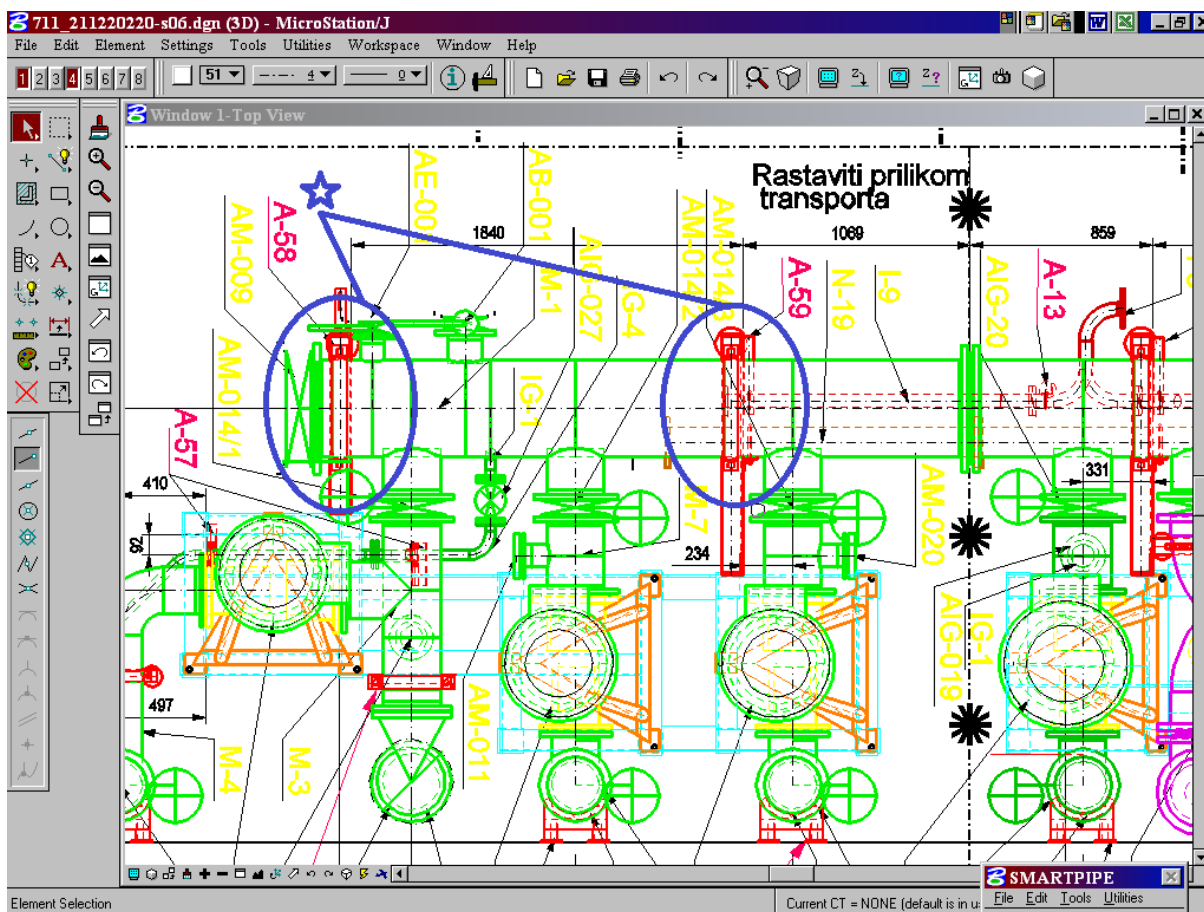


Slika 12.: završno povezivanje cjevovoda na navozu

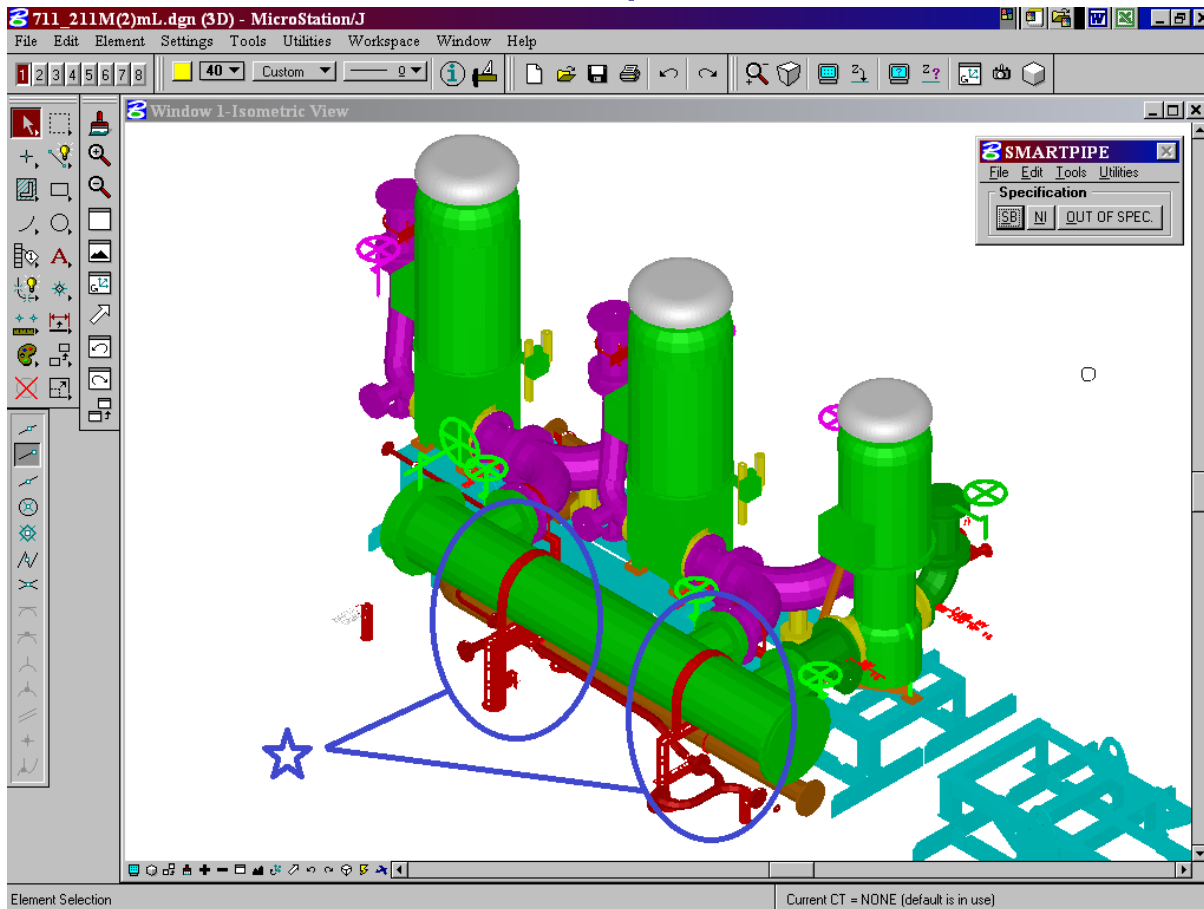


Slika 13.: sekcija opremljena u predmontaži spremna za montažu na navozu

Zadatak u 3. tjednu prakse mi je bio konstruiranje nosača cijevi za modul pumpne stanice morske vode za hlađenje glavnog motora na gradnji 714. što je vidljivo na slijedećim slikama:



Slika 14.: radni prozor sa prikazom tlocrta modula lijevo spomenute pumpne stanice.



Slika 15.: CAD model modula lijeve strane spomenute pumpne stanice.



Slika 16.: sastavljanje cijelog modula u radionici brodogradilišta.



Slika 17.: Kompletno sastavljen modul pumpne stanice sa okvirom podnice spreman za montažu na brod. (Radna skica nosača cijevi zaokruženog na slici priložena je na slijedećoj stranici)



Slika 18.: Kompletno montirana pumpna stanica u strojarnici broda na lijevoj strani slike vidljiv glavni motor MAN 9L 32/40 CD

Montažom ovog modula završeni su grubi radovi u strojarnici na novogradnji 714. te se zatim pristupilo završnim radovima.



## 4. Zaključak

Odrađivanjem prakse u brodogradilištu 3. Maj sakupio sam veoma korisna iskustva. Naučio mnogo novih stvari koje će mi biti korisne pri daljnjem školovanju te karijeri. Prije svega dobio sam uvid u dinamično poslovanje i proizvodnju jako složenog proizvoda kao što je brod, u fleksibilnost tehničkih rješenja "on-site" te najvažnije dobru komunikaciju sa kolegama i timski rad.

**Datum:** 08.07.2011

**Mjesto:** Rijeka

**Potpis studenta:**

---

**Potpis industrijskoga mentora:**

---