

# IZRADA MODELA I RADIONIČKE TEHNIČKE I TEHNOLOŠKE DOKUMENTACIJE TRUPA BRODA

---

**Marelić, Dario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:896976>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-19**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**TEHNIČKI FAKULTET**

Preddiplomski sveučilišni studij brodogradnje

Završni rad

**IZRADA MODELA I RADIONIČKE TEHNIČKE I  
TEHNOLOŠKE DOKUMENTACIJE TRUPA BRODA**

Rijeka, rujan 2022.

Dario Marelić

0069079378

SVEUČILIŠTE U RIJECI

**TEHNIČKI FAKULTET**

Preddiplomski sveučilišni studij brodogradnje

Završni rad

**IZRADA MODELA I RADIONIČKE TEHNIČKE I  
TEHNOLOŠKE DOKUMENTACIJE TRUPA BRODA**

Mentor: Prof. dr. sc. Marko Hadjina

Rijeka, rujan 2022.

Dario Marelić

0069079378

## **IZJAVA**

Na temelju čl. 9. Pravilnika o završnom radu, završnom ispitu i završetku preddiplomskih studija, izjavljujem da sam samostalno izradio završni rad uručen 21. ožujka 2022. pod naslovom „Izrada modela i radioničke tehničke i tehnološke dokumentacije trupa broda“.

Rijeka, rujan 2022.

---

Dario Marelić

## ZAHVALA

*Ovom prilikom htio bih se zahvaliti svom mentor prof. dr. sc Marku Hadjini na pruženoj prilici te na prenesenom znanju tijekom izrade ovog rada. Zahvaljujem se i asist. Davoru Bolfu te svim profesorima i asistentima Tehničkog fakulteta u Rijeci na prenesenom znanju kroz dosadašnje školovanje.*

*Također se zahvaljujem svojim roditeljima i obitelji na bezuvjetnoj podršci kroz moje školovanje kao i svojim prijateljima. Hvala im na svemu!*

# Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. METODOLOGIJA MODELIRANJA I PROJEKTIRANJA POMOĆU RAČUNALA.....	2
2.1 Prsten trupa broda.....	6
2.2 Tehnološka raščlana broda .....	7
2.2.1 Osnovna podjela elemenata broda.....	7
2.2.2 Označavanje nacрта.....	8
2.3 Modeliranje u softveru 3D Experience .....	10
2.3.1 Softverska platforma 3D Experience.....	10
2.3.2 Modeliranje panela .....	13
2.3.3 Modeliranje HP profila i elemenata sekcije .....	15
2.3.4 Modeliranje otvora na elementima .....	19
2.3.5 Prolazi za HP profile .....	21
2.3.6 Detalji .....	23
3. IZRADA NACRTA .....	26
3.1 Proces izrade nacрта.....	27
3.2 Export nacрта.....	31
4. REDOSLIJED SASTAVLJANJA SEKCIJE NA NAVOZU(MONTAŽA) .....	32
4.1 Sustavi montaže na navozu.....	32
4.1.1 Piramidalni sustav .....	33
4.1.2 Otočni sustav.....	33
4.1.3 Prstenasti sustav .....	34
4.2 Primjer redoslijeda montaže trupa broda za prijevoz kemikalija .....	34
4.3 Primjer montaže sekcije dvodna.....	36
5. ZAKLJUČAK .....	38
6. LITERATURA .....	39
7. POPIS SLIKA .....	40
8. SAŽETAK .....	43
9. PRILOZI .....	44

## 1. UVOD

U trenutno visoko konkurentnoj industriji, razvoj proizvoda i proizvodni procesi postaju sve složeniji dok se okruženje u kojem rade inženjeri promijenilo. To je pokrenulo razvoj i napredak softvera za digitalnu suradnju koji integriraju ideje, dizajn, razvoj i upravljanje životnim ciklusom proizvoda. Jedna od interdisciplinarnih, multikulturalnih i stalno promjenjive sredine jest brodograđevna industrija, posebice projektantski uredi koji sudjeluju kako u projektiranju brodova tako i u proizvodnji. Visoki stupanj integracije procesa projektiranja strukture broda sa informacijama vezanim za gradnju i opremanje broda direktno je povezana sa razinom konkurentnosti brodograđilišta. Potreba za bržim dizajnom i brzom i točnom kontrolom kvalitete proizvoda u ranim fazama proizvodnje broda potaknuli su implementaciju takvih kolaborativnih softvera za upravljanje životnim ciklusom proizvoda. Ovim radom opisan je postupak modeliranja odabranog prstena trupa broda „Veirge“ izrađenog prema klasifikacijskoj dokumentaciji sa osnovnim i relevantnim informacijama o proizvodnji. Zatim je opisana izrada radioničke tehničke i tehnološke dokumentacije prema detaljnom modelu izrađenog prstena trupa broda. Za izradu cijeloga procesa korištena je softverska platforma 3D Experience. U radu je opisan i redoslijed sastavljanja prstena trupa na navozu. Izrađena radionička tehnička i tehnološka dokumentacija može se vidjeti u prilogima.

## 2. METODOLOGIJA MODELIRANJA I PROJEKTIRANJA POMOĆU RAČUNALA

Zahvaljujući računalnom modeliranju i projektiranju danas se znatno brže i efikasnije izrađuju nacrti i dokumentacija za brod u proizvodnji. Brod čini jedan veliki 3D model koji se generira u odabranom softveru ovisno o tome koji softver je zastupljen u brodogradilištu. Softver koji koristi brodogradilište ovisi o strojevima i opremi za proizvodnju koji se nalaze u brodogradilištu. Kako bi takav sustav bio funkcionalan trebaju biti točno definirani svi postupci izrade 3D modela. Brod je podijeljen na sekcije koje se pojedinačno modeliraju. Svaku sekciju potrebno je modelirati po odgovarajućim standardima i mjerama kako je dogovoreno u samom projektu broda i općem planu broda. Postupak modeliranja sekcije prati postupak izrade sekcije u brodogradilištu i ovisi o tehnologiji promatranog brodogradilišta. Ovisno o položaju sekcije i njenoj strukturi kreće se prvo od limova oplata ili palube, a onda na limove se postavljaju profili, rebra, uzdužni nosači i ostali elementi ili sklopovi.

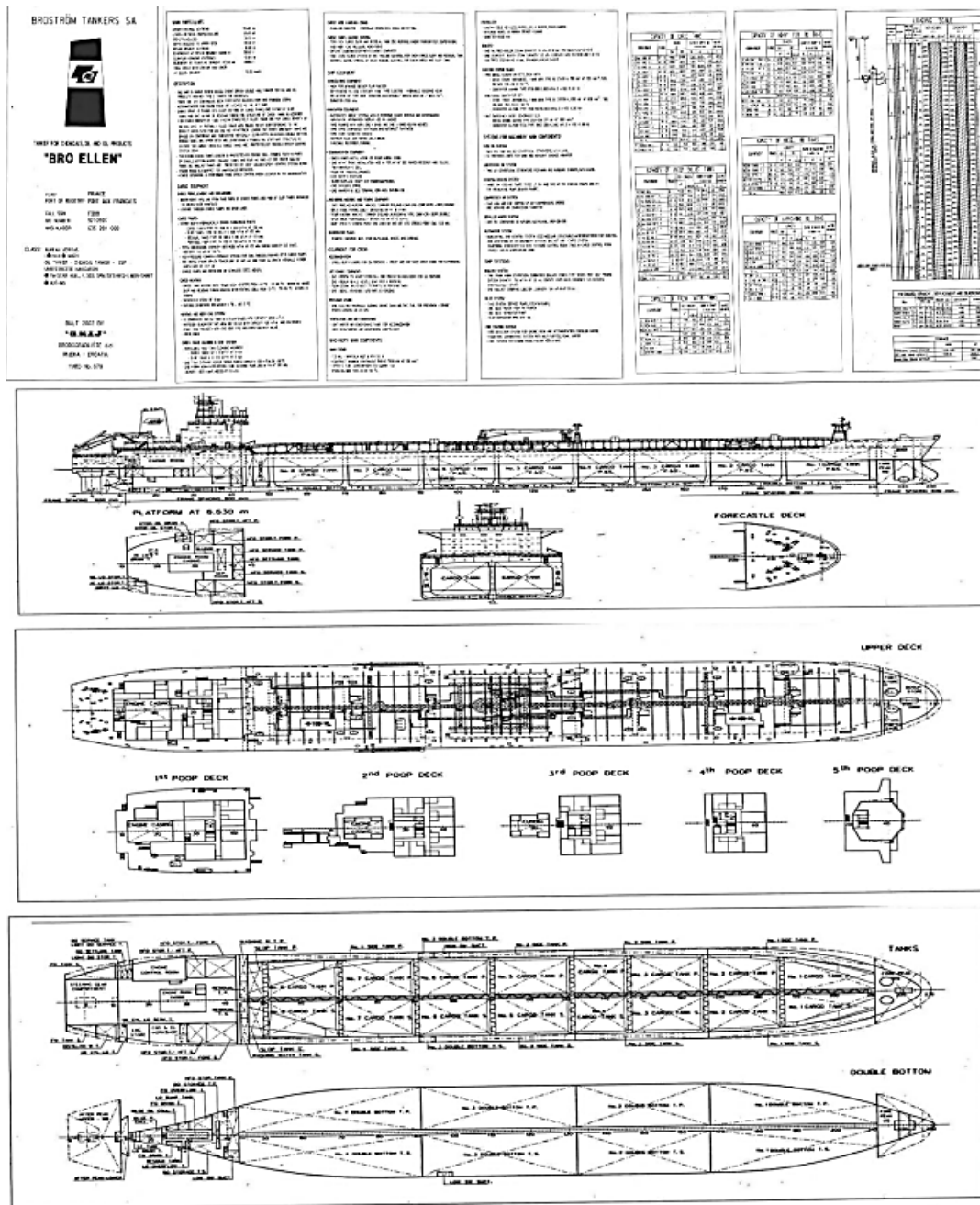
Modeliranje započinjemo nakon temeljnog projektiranja koje se sastoji od proračuna broda, općeg plana broda i projekta broda. Temeljno projektiranje (engl. Initial desing) dio je projektiranja broda u kojem se prije ugovaranja broda prezentiraju osnovne informacije o brodu. Projekt broda prezentira sljedeće podatke:

- opis broda
- glavni gabariti
- gazovi
- presjek po glavnom rebru
- presjek po centar line-u
- presjek po palubama
- kapaciteti brodskih tankova
- oprema broda
- brodski sistemi

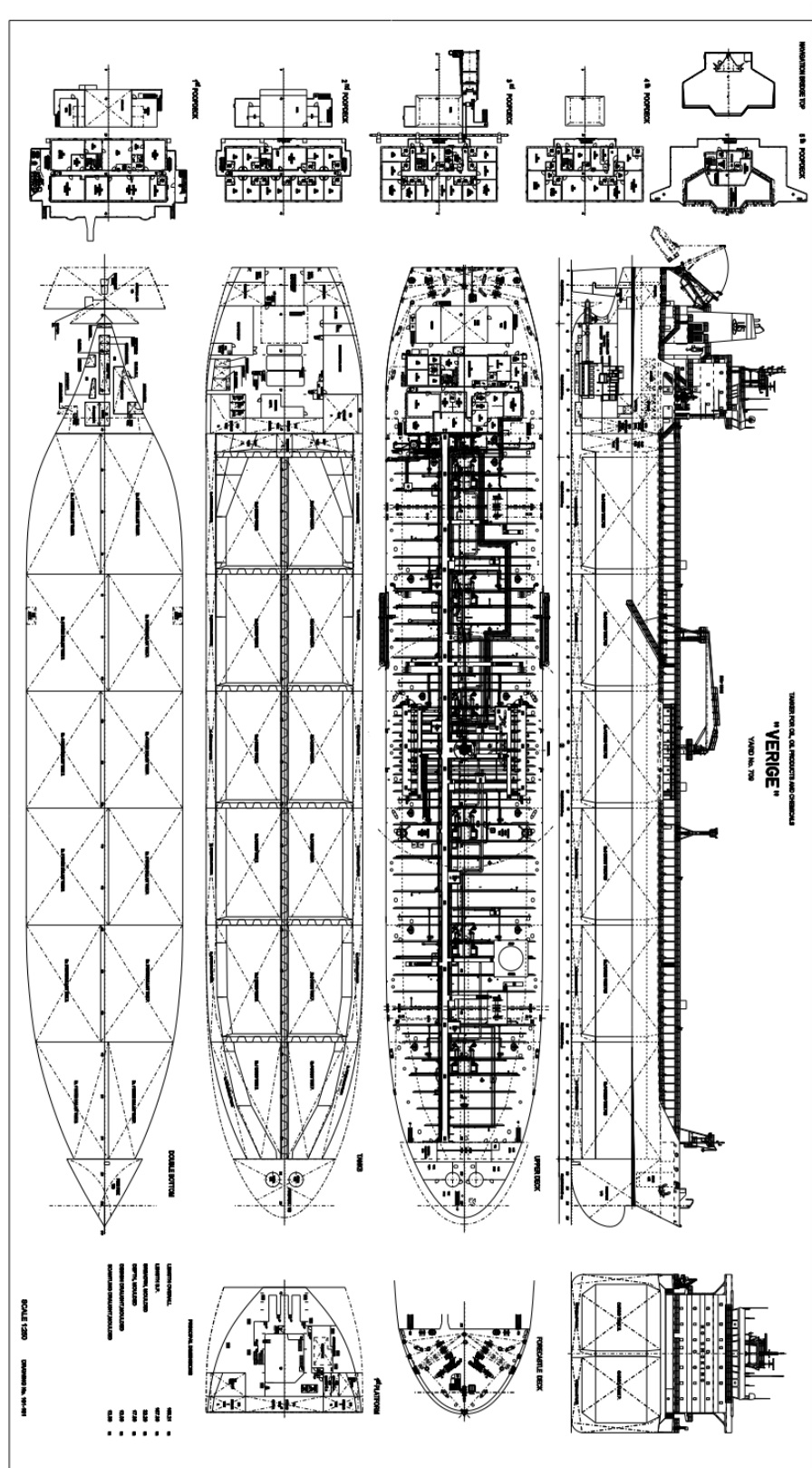
Paralelno s projektom broda izrađuje se opći plan (engl. Basic desing) kojim se detaljnije definiraju prostorije u brodu, tankovi i presjeci. Opći plan jasno prikazuje presjeke broda i spada pod tehničku dokumentaciju (slika 2.1 i slika 2.2).



Zajedno s izradom ovih dokumenata vrši se proračun broda u kojem se izračunava prognozni dijagram, trim i stabilitet broda, bilance električne energije i pare te ostale specifikacije.



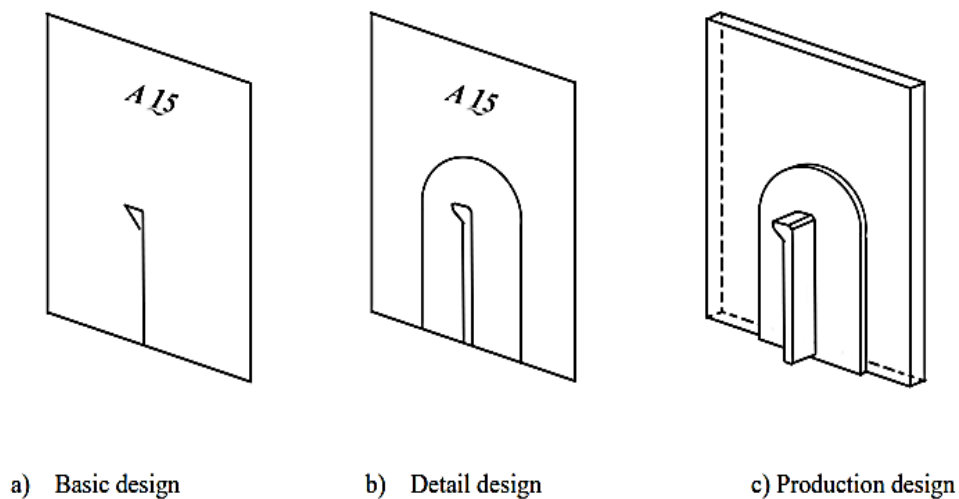
Slika 2.1 Osnovni podatci o brodu [6]



Slika 2.2 Opći plan broda[6]

Sljedeći korak projektiranja broda je detaljni plan broda (engl. Detail desing). Detaljni plan broda obuhvaća sve strukturne elemente od kojih je brod sastavljen. Ovaj plan zovemo i radionička tehnička dokumentacija. Detaljni plan prikazuje debljinu i materijal limova, dimenzije profila, marke limova, položaj profila i njihov prolaz kroz elemente i ostale razne detalje tipa rebrenica, pregrada, koljena i drugih.

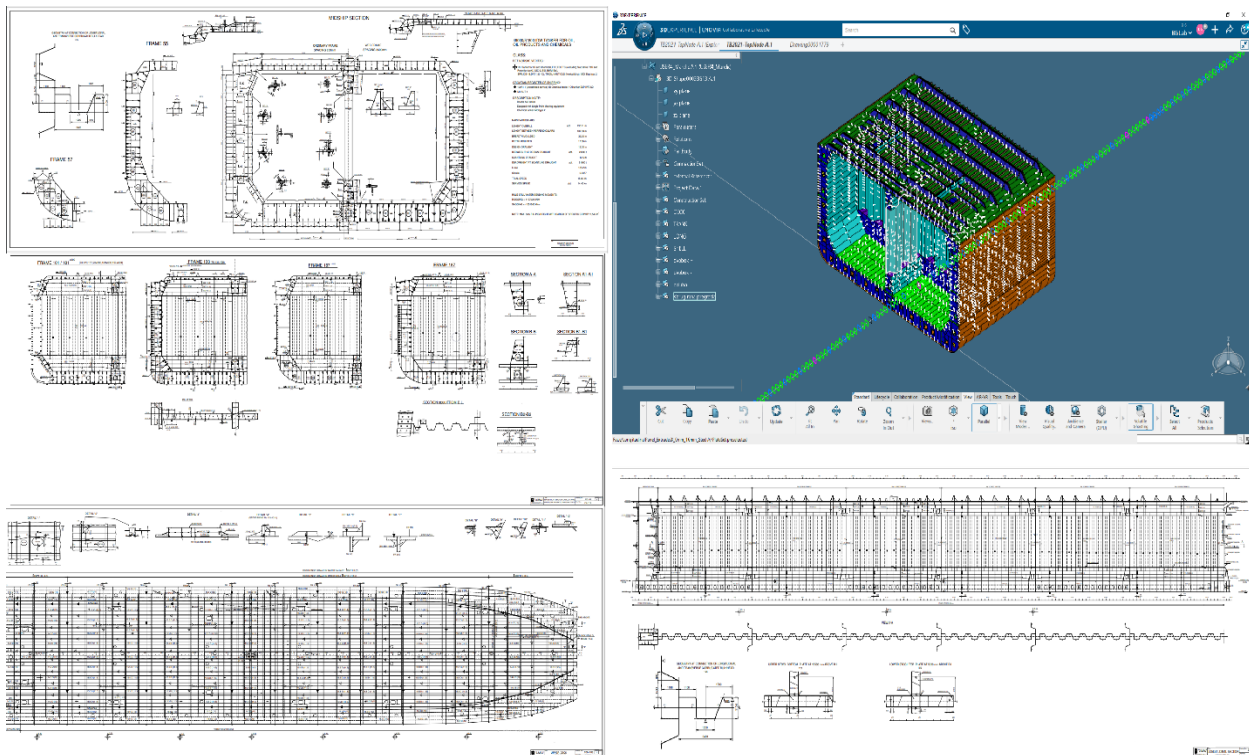
Proizvodna odnosno radionička tehnološka dokumentacija (engl. Production desing) posljednja je faza nacрта dobivenih iz 3D modela. U ovoj fazi procesa svi elementi u modeliranoj sekciji prelaze u „solid“ što znači da imaju svoj volumen, orijentaciju i materijal što ih pretvara u čvrsti 3D element (engl. Solid elements). Tim procesom dobivamo čvrsti 3D model kojim možemo manipulirati te izvlačiti iz njega potrebnu dokumentaciju. Sljedeća slika prikazuje tok generiranja elementa na modelu (slika 2.3).



Slika 2.3 Proces generiranja elementa na modelu

## 2.1 Prsten trupa broda

Koristeći klasifikacijsku dokumentaciju broda „VERIGE“ izdvojili smo prstenastu sekciju trupa broda koju ćemo modelirati. Brod „VERIGE“ je tanker izgrađen u Brodogradilištu 3. Maj. Tanker se koristi za prijevoz nafte, naftnih derivata i kemikalija (engl. Tanker for Oil, Oil Products and Chemicals) te stoga ima dvostruku oplatu. Brod je dugačak 195,21 metar, dok mu je širina 32,2 metara s gazom 12 metara. Prsten trupa broda je velika 3D sekcija koja se sastoji od nekoliko velikih trodimenzionalnih sekcija izrađenih od elemenata sklopova na predmontažnim površinama. U sljedećih nekoliko poglavlja opisati ću postupak modeliranja odabrane prstenaste sekcije te postupak izrade nacрта sekcije. Na sljedećim slikama prikazana je korištena klasifikacijska dokumentacija broda te brod „VERIGE“ (slika 2.4 i slika 2.5).



Slika 2.4 Prikaz korištenih klasifikacijskih nacрта i izrađenog računalnog modela [6]



Slika 2.5 Oil and Chemical Tanker „VERIGE“ u službi [7]

## 2.2 Tehnološka raščlana broda

### 2.2.1 Osnovna podjela elemenata broda

Strukturu broda čini veliki broj elemenata koji se međusobno povezuju različitim vrstama spojeva. Prema tehnološkoj raščalni te elemente dijelimo ovisno o razinama ukрупnjavanja. Najniža razina elemenata su pojedinačni elementi koji ne prolaze fazu predmontaže, nego idu ravno iz radionice za obradu idu na montažu. Teži se svesti broj pojedinačnih elemenata na što manji broj. Slijedeća razina su sklopovi koji se sastoje od dvaju ili više elemenata. Mogu biti ravni ili zakrivljeni te ih izradu tih sklopova zovemo mala predmontaža. Zatim imao panele koji su nastali od dva ili više sučeljno zavarenih limova. Izrada panela je polazna faza za predmontažu površinskih sekcija trupa. Nakon šta ugradimo pojedinačne elemente na panele, nastaje dvodimenzionalna sekcija. Razlikujemo ravne i zakrivljene 2D sekcije. Trodimenzionalne sekcije sastoje se od više 2D sekcija i pojedinačnih elemenata. Posljednja razina ukрупnjavanja su prstenasta sekcija koja se sastoji od određenog broja dvodimenzionalnih sekcija i trodimenzionalnih sekcija, sklopova i panela te pojedinačnih elemenata. Protežu se po čitavoj širini i visini broda, a dužina je obično jedna ili dvije dužine lima vanjske oplata. Podjelu elemenata možemo vidjeti na sljedećoj slici (slika 2.6).

pojedinačni elementi	
sklopovi	
paneli	
dvodimenzionalne (površinske, plošne) sekcije	
trodimenzionalne (volumenske, prostorne) sekcije	
prstenaste sekcije	

Slika 2.6 Prikaz podjele elemenata trupa broda [3]

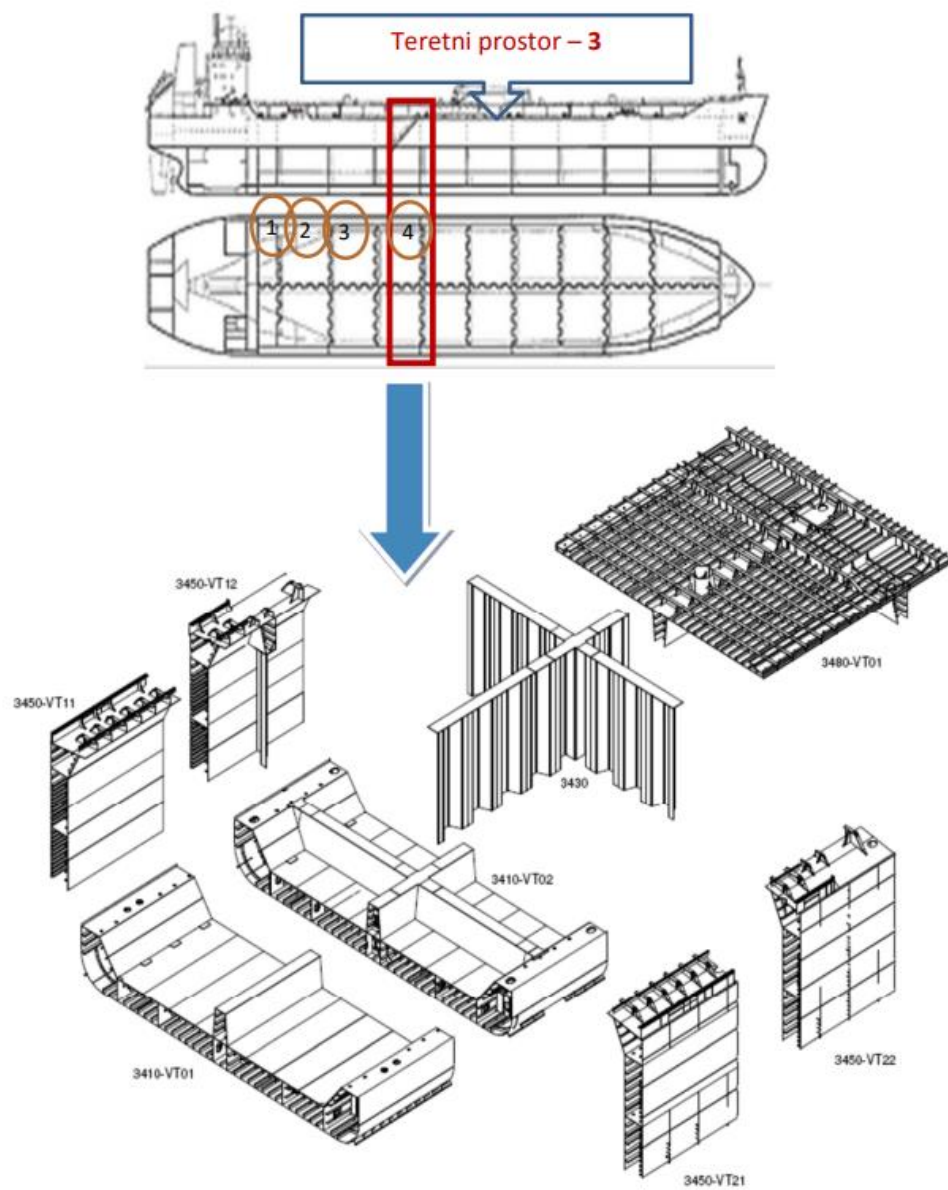
### 2.2.2 Označavanje nacrtu

Radnička dokumentacija služi za izmjenu informacija između konstruktora i tehnologa. Obuhvaća razradu klasifikacijskih i sistematskih nacrtu te njihovu prilagodbu za potrebe rada u radionicama i na brodu. Ova vrsta nacrtu izrađuje se po dijelovima brodskog trupa. Prostori na brodu su velike prostorne cjeline, pa je složeno upravljati radom u njima. Osnovne prostore dijelimo na manje podprostore i mikroprostore za koje onda radimo tehničku dokumentaciju. Iz tog razloga vrlo je bitno označavanje dokumentacije kako bi brzo i lako odredili gdje se pojedina sekcija nalazi i imali uvid u sve informacije o toj sekciji. Radionički nacrt prvi je osnovni dokument za izvršenje bilo kojeg rada. Radi jednoznačne interakcije nacrtu trebaju imati sljedeće oznake:

XXXX(prostor ili sekcija) XXX(procesno tehnološki tip rada i faza nacrtu) XXX(ostale oznake)

Prve četiri znamenke predstavljaju prostor obavljanja radova, druge tri znamenke prikazuju da li se radovi obavljaju na trupu ili opremi te fazu rada (predmontaža, montaža, obrada, itd.), posljednje tri znamenke obuhvaćaju daljnju detaljizaciju rada.

Za primjer označavanja prstena sekcije koristi ćemo prsten broda u području paralelnog srednjaka broda podijeljen na velike trodimenzionalne sekcije VT. Prstenasta sekcija sastoji se od dvije sekcije dvodna (3410-VT01, 3410-VT02), četiri sekcije dvoboka (3450-VT11,3450-VT12, 3450-VT21, 3450-VT22), palube (3480-VT01) i konjugirane pregrade (3430). Sljedeća slika prikazuje poziciju i podjelu prstena na sekcije (slika 2.7).



Slika 2.7 Podjela prstena broda na sekcije [1]

Pri tome, VT sekcije dvoboka 3450 označava se na sljedeći način:

- prva znamenka (3) - predstavlja teretni prostor
- druga znamenka (4) – označava četvrti dvobok po redu u teretnom prostoru prema tehnološkoj raščlani toga broda
- treća znamenka (5) – označava dvobok jer dvobok ima oznaku 5 po cijeloj duljini broda
- četvrta znamenka (0) – najčešće je nula, ali može biti i neki drugi broj u posebnim slučajevima

Druge VT sekcije iz prikazanog prstena su definirane na sličan način gdje treća znamenka 3 označava pregrade, 1 označava dvodno, 8 označava palube, itd.

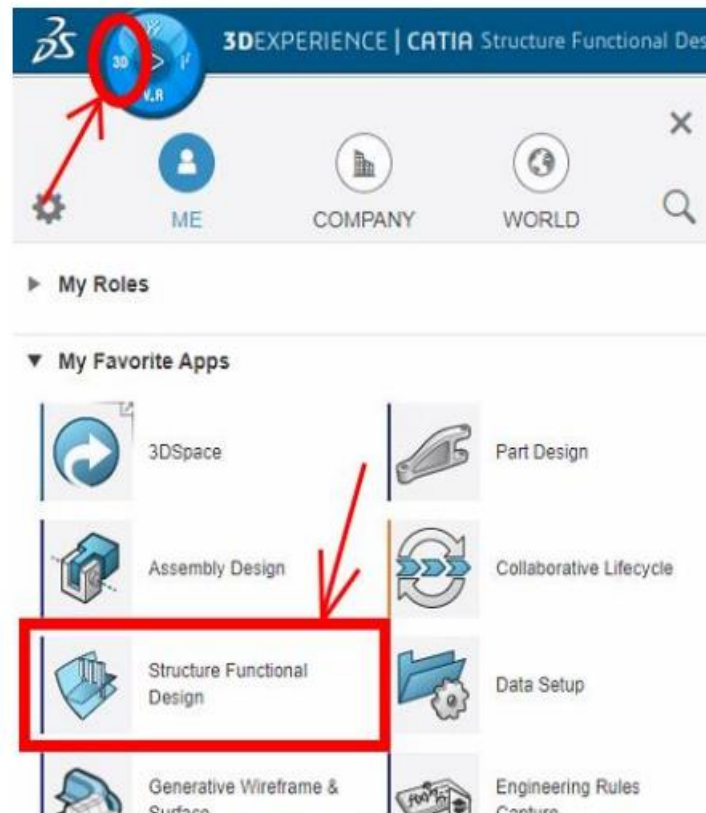
## **2.3 Modeliranje u softveru 3D Experience**

### **2.3.1 Softverska platforma 3D Experience**

Odabranu prstenastu sekciju koja se sastoji od dvodna (3310-VT01,3310-VT02), dvoboka (3350-VT11, 3350-VT12, 3350-VT21, 3350-VT22), korugirane pregrade (3330) i palube 3380 modelirao sam u softveru 3DExperience. Softverska platforma 3D Experience je dio Dassault Systemes koji je rekonstruirao Catia, Enovia, Simulia kao aplikacije za platformu koje međusobno djeluju bez potrebe za instalacijom. Osmišljen je za poboljšanje suradnje između inženjera, menadžera i radnika te za isporuku informacija na vrijeme svim stranama uključenim u jedan projekt, čime se omogućuje brza integracija relevantnih informacija u procese dizajna i proizvodnje, kao i poboljšanje učinkovitosti i ukupne kvalitete. Platforma uključuje mnoge proizvode razvijene za različite svrhe kao što su Catia, Delmia, Enovia, Simulia i mnogi drugi, svaki od njih opremljen svojim posebnim skupom alata i mogućnostima za potpuni razvoj proizvoda, proizvodnju i njegov životni ciklus. Platforma 3D Experience može se prilagoditi potrebama određene industrije putem paketa licenciranja koji uključuju većinu alata određene industrije i obrazovne ustanove. Za projektiranje, konstrukciju i upravljanje životnim ciklusom brodova Dassault systemes je razvio softverski paket rješenja integriran pod nazivom “Marine & Offshore Solutions” koji je dizajniran da prati životni ciklus broda i poslovni proces integracijom aplikacija za 3D modeliranje. Aplikacija se nalazi na cloud-u te se može pristupiti sa svog korisničkog računala na bilo kojem računalu koje posjeduje Internet bez potrebe za instalacijom. Iz tog razloga danas veliki broj firmi odlučuje se za ovaj softver.

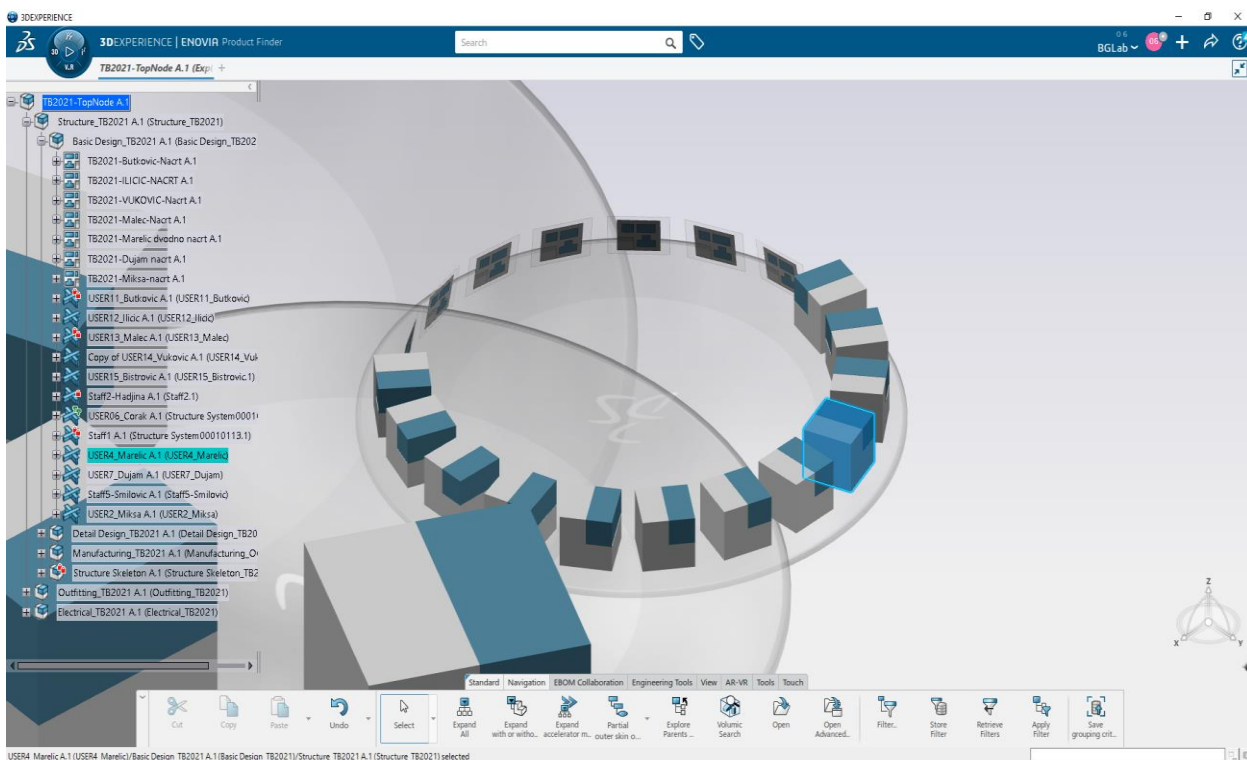


Nakon šta smo pomoću svojeg korisničkog računa ušli u aplikaciju u gornjem lijevom kutu prikazan nam je kompas 3D Experience-a. Klikom na taj kompas otvara nam se popis raznih aplikacija te ulazimo u aplikaciju Structure Functional Design koja je dizajnirana da sadrži elemente potrebne za modeliranje trupa broda (slika 2.8).



Slika 2.8 Ulazak u aplikaciju Structure Functional Design

Nakon ulaska u aplikaciju otvara nam se stablo sa popisom odjela kao šta su Basic Desing, Detail Desing, Manufacturing itd. Ovi odjeli ovise o fazi proizvodnje, a mi ćemo za naš model koristiti Basic Desing. Zatim otvara ju nam se radne jedinice odnosno različite sekcije modela koji se u firmama obično dijele tako da svatko izrađuje svoj radni blok. Ulaskom u svoj radni blok započinjemo modeliranje (slika 2.9).



Slika 2.9 Prikaz radnih jedinica

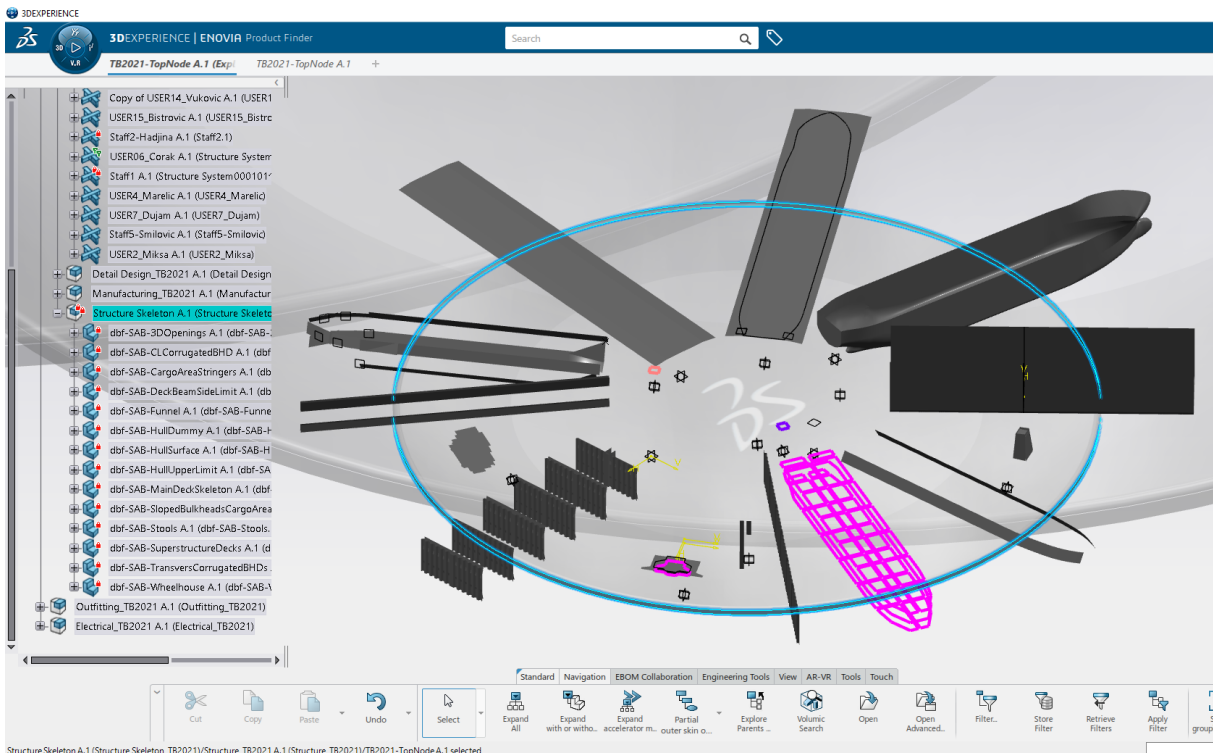
Ulaskom u aplikaciju otvaraju nam se alati za izradu sekcije prilagođeni brodograđevnoj struci kao što su paneli i uzdužnjaci. Prikaz alata možemo vidjeti na sljedećoj slici.(slika 2.10).



Slika 2.10 Lista alata u radnoj traci

### 2.3.2 Modeliranje panela

Postupak modeliranja započinjemo nakon što voditelj projekta postavi okruženje (engl. environment) broda kojeg modeliramo. Okruženje se nalazi u stablu pod nazivom „Structure Skeleton“ te se sastoji od raznih pomoćnih ploha i ravnina koje nam olakšavaju modeliranje i ubrzavaju proces (slika 2.11). Stoga što više ploha imamo u Skeleton-u, to će nam proces modeliranja biti jednostavniji.



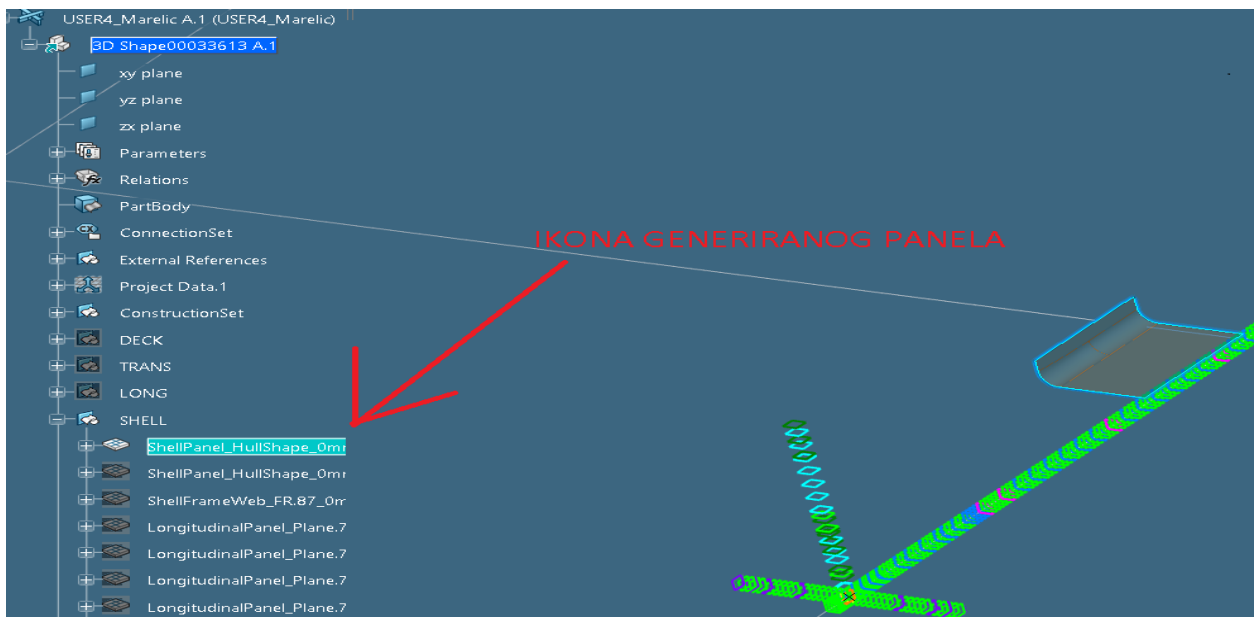
Slika 2.11 Prikaz ploha u Structure Skeleton

Iz Skeleton-a odaberem potrebnu plohu u ovom slučaju to je bila forma trupa broda te ju ubacimo u svoj radni blok. Na tu plohu počinjemo slagati panele dna dvodna broda. Naredba za izradu panela nalazi se u radnoj traci i naziva se „Panel“ te klikom na nju otvara nam se prozor sa parametrima. Definiramo prvo „Support“ odnosno ravninu na kojoj će panel biti postavljen koja je u ovom slučaju bila forma trupa broda. Zatim definiramo limite na koordinatnom sustav kojima određujemo dimenzije širinu i dužinu panela. U prozoru „Material & Orientation“ postavljamo orijentaciju i materijal panela. Klikom na „More“ otvara nam se prozor u kojem biramo vrstu panela koja nam je potrebna. Vrsta panela ovisi o tome da li se panel nalazi na palubi, vanjskoj oplati ili nekoj drugoj površini trupa broda i da li je uzdužni ili poprečni element. Na slici je prikazan redoslijed izrade panela (slika 2.12).



Slika 2.12 Redoslijed izrade modela

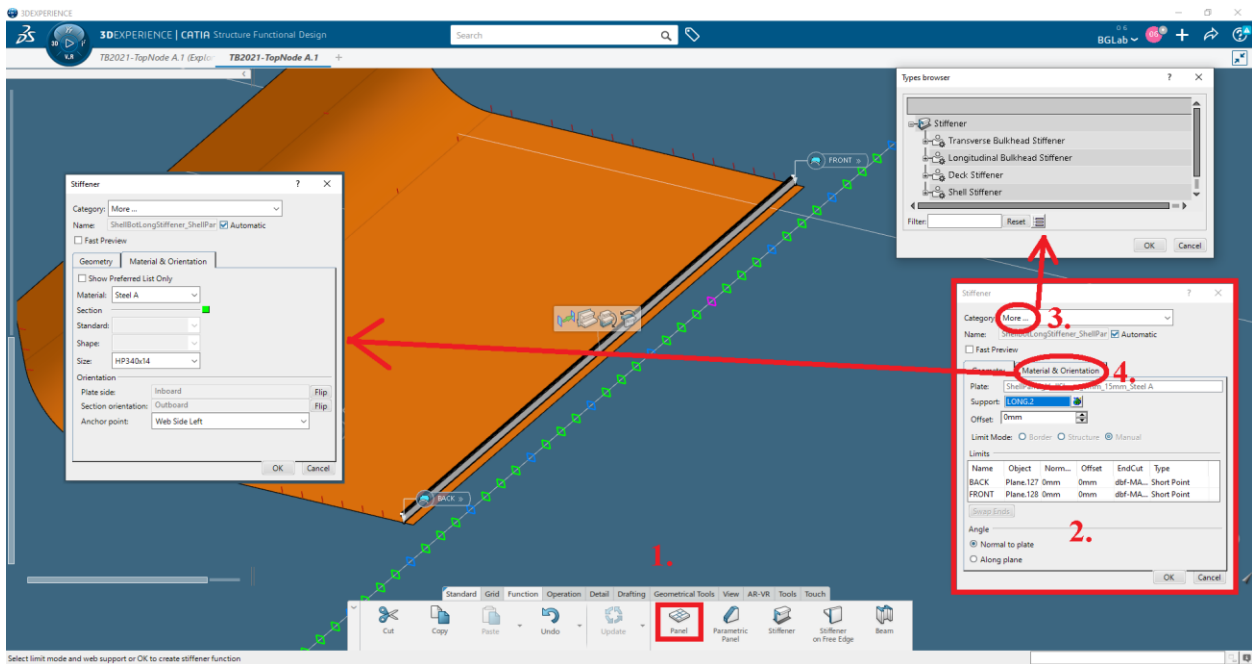
Nakon završetka odabira svih parametara stisnemo OK te nam se generirani panel pojavi u stablu na lijevoj strani ekrana. Ikoni panela možemo promijeniti naziv i premješati u određene grupe elemenata radi lakšeg snalaženja u modelu. U stablu možemo vidjeti sve elemente, skice i pomoćne ravnine. Ovdje možemo generirati geometrical set-ove u koje postavljamo određene elemente ovisno gdje pripadaju (slika 2.13).



Slika 2.13 Generirani panel u stablu

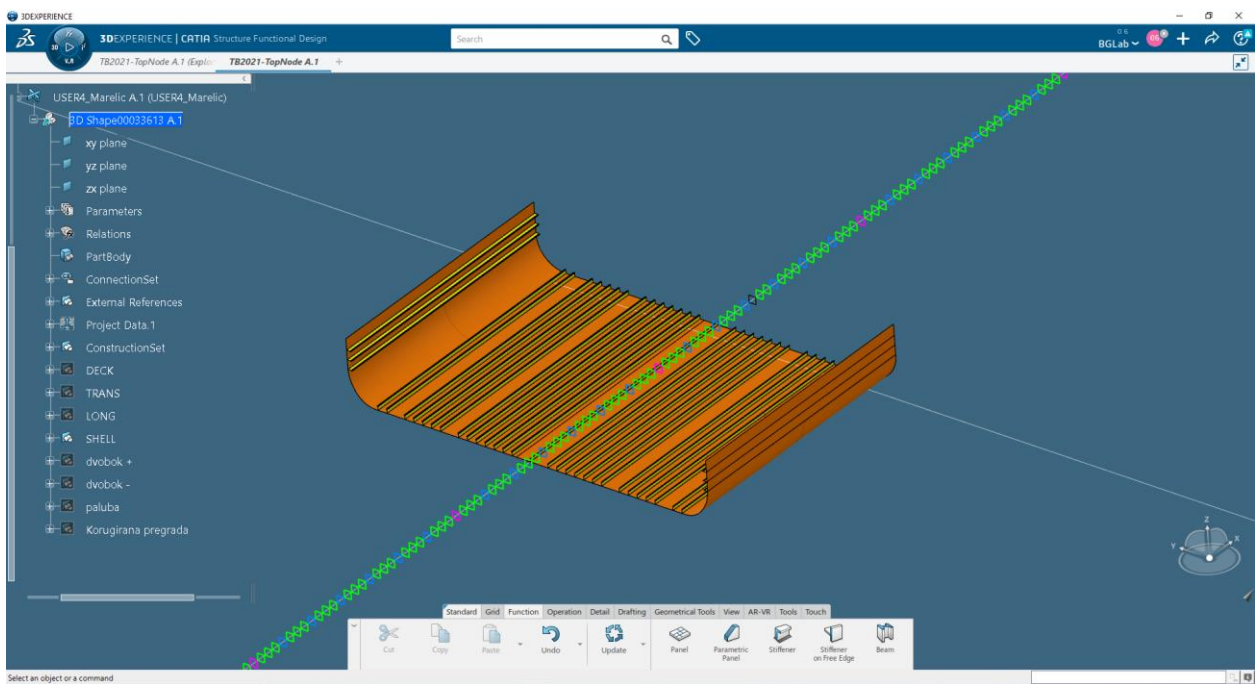
### 2.3.3 Modeliranje HP profila i elemenata sekcije

Nakon što smo izradili lim oplata dna dvodnana prelazimo na izradu standardnih HP profila pomoću naredbe „Stiffeners“. Postupak je sličan kao i kod izrade panela. Nakon što nam se otvorio prozor sa parametrima prvo odabiremo plate odnosno panel na koji postavljamo profil. Za support biramo uzdužnu ravninu na kojoj se profil nalazi. Za ovaj primjer koristili smo LONG. 2 što znači da će panel biti postavljen na lijevoj strani koordinatnog sustava broda gledano od krme prema pramcu. Desna strana se označava sa negativnim prefiksom. Profili se protežu po cijeloj duljini lima tako da za limite postavimo raspon rebara sekcije koje modeliramo (u ovom slučaju rebro-85 do rebro-111). Klikom na prozor „Material & Orientation“ otvaraju nam se mogućnosti u kojima možemo birati orijentaciju profila te dimenzije i materijal dostupnih profila. Dostupne profile je voditelj projekta unio na početku. Postupa izrade profila možemo vidjeti na sljedećoj slici (slika 2.14).



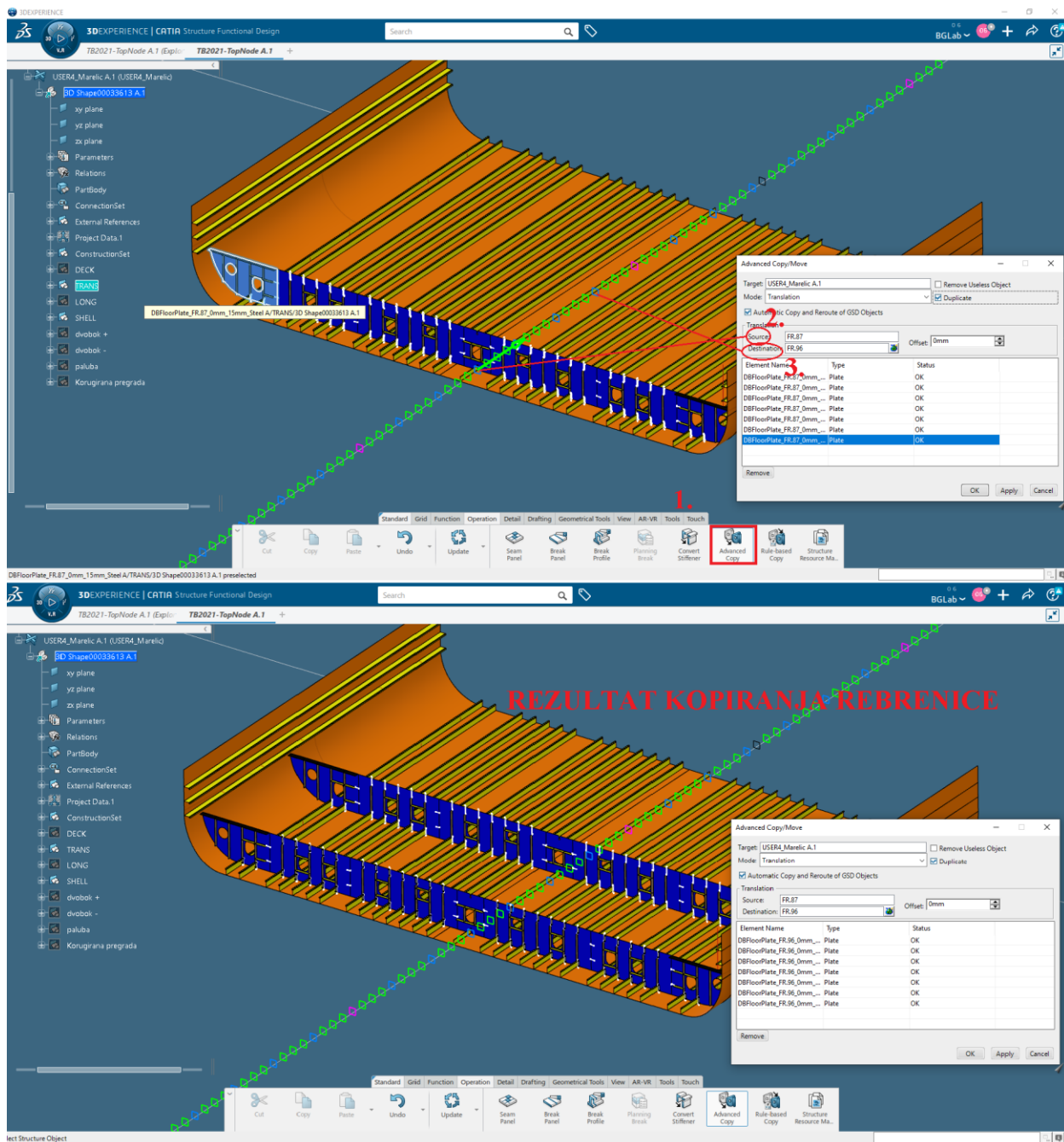
Slika 2.14 Postupak izrade profila na panelu

Klikom na OK završili smo proces izrade profila te postupak ponovimo po cijeloj širini lima, a dimenzije profila i njihove razmake saznajemo iz klasifikacijske dokumentacije. U kasnijim fazama izrade kao što je „Detail desing“ limove i profile možemo podijeliti na manje dijelove. Dimenzije na koje ćemo podijeliti limove i profile ovise o tehnološkoj raščlani. To činimo s naredbom „Break Panel“ i „Seam Panel“. Profile postavljene na oplatu dna dvodna možemo vidjeti na sljedećoj slici (slika 2.15).



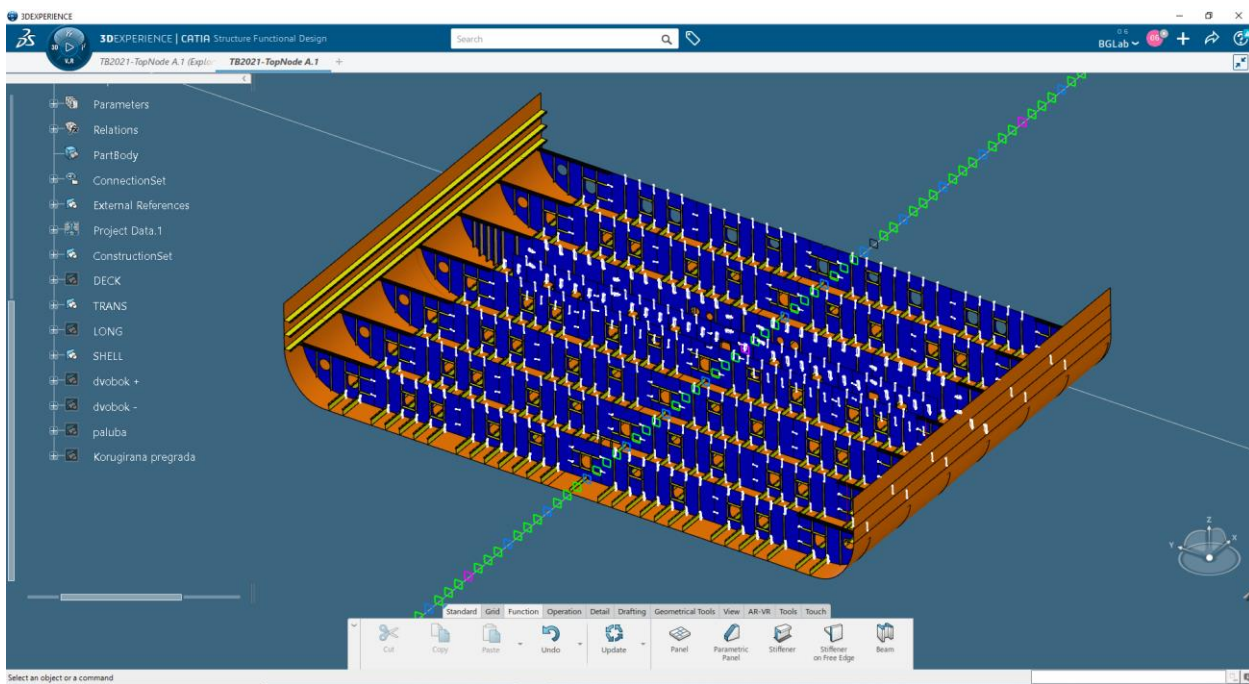
Slika 2.15 Postavljeni profili na oplati dna dvodna

Sljedeći korak je izrada rebara i uzdužnih nosača. Za njihovu izradu koristimo slični postupak kao i kod izrade panela. Razlika je u tome što mijenjamo support i kategoriju ovisno o tome da li se lim nalazi u poprečnom ili uzdužnom smjeru. Redosljed slaganja elemenata ovisi o tehnologiji brodogradilišta, a u ovom primjeru modelirali smo prvo poprečne elemente pa zatim uzdužne. Nakon što izradimo prvi poprečni element pomoću naredbe „Advanced Copy“ kopiramo željeni element na određenu ravninu. Tim postupkom ubrzavamo proces modeliranja. Klikom na ikonu „Advanced Copy“ otvara nam se prozor. Moramo definirati ravninu na kojoj se element koji želimo kopirati nalazi i ravnine na koje želimo kopirati element. U dijelu „Surce“ definiramo ravninu na kojoj je rebrenica. Pritiskom na „Destination“ biramo na koordinatnom sustavu gdje želimo kopirati element. Tim postupkom opisan je postupak kopiranja elemenata (slika 2.16).

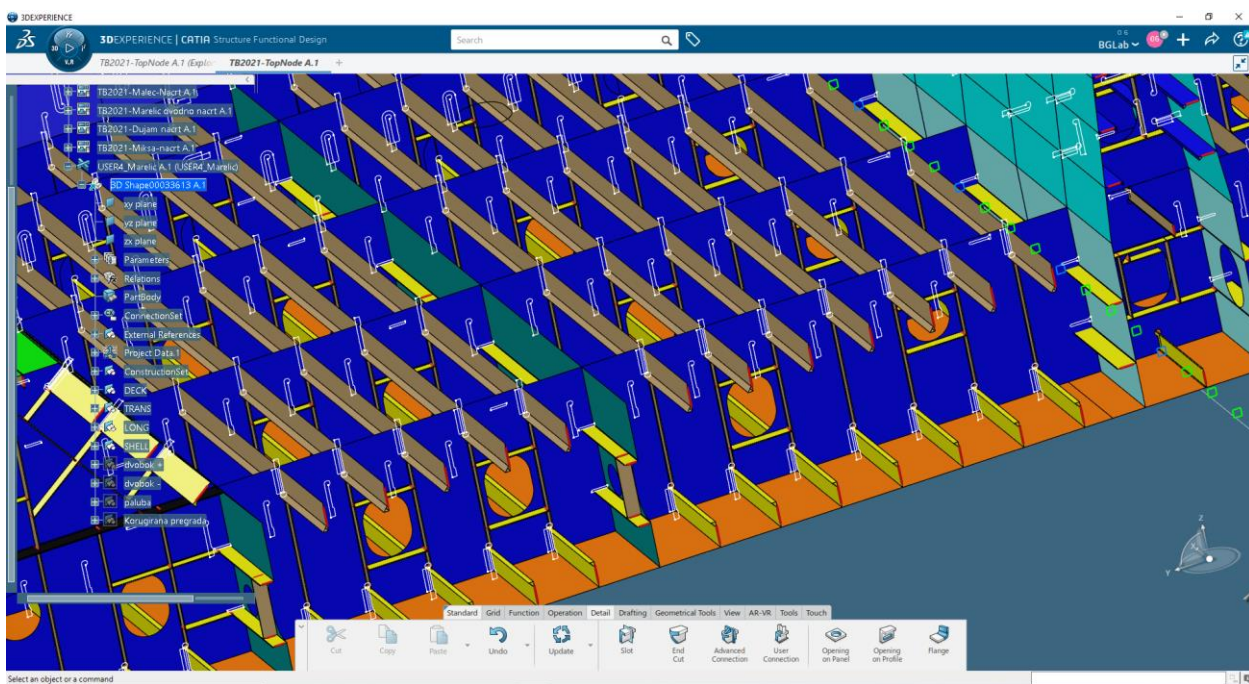


Slika 2.16 Kopiranje pomoću naredbe „Advanced Copy“

Opisanim postupkom možemo izraditi sve ostale poprečne i uzdužne elemente što je prikazano na sljedećim slikama (slika 2.17 i slika 2.18).



Slika 2.17 Prikaz izrađenih poprečnih elemenata

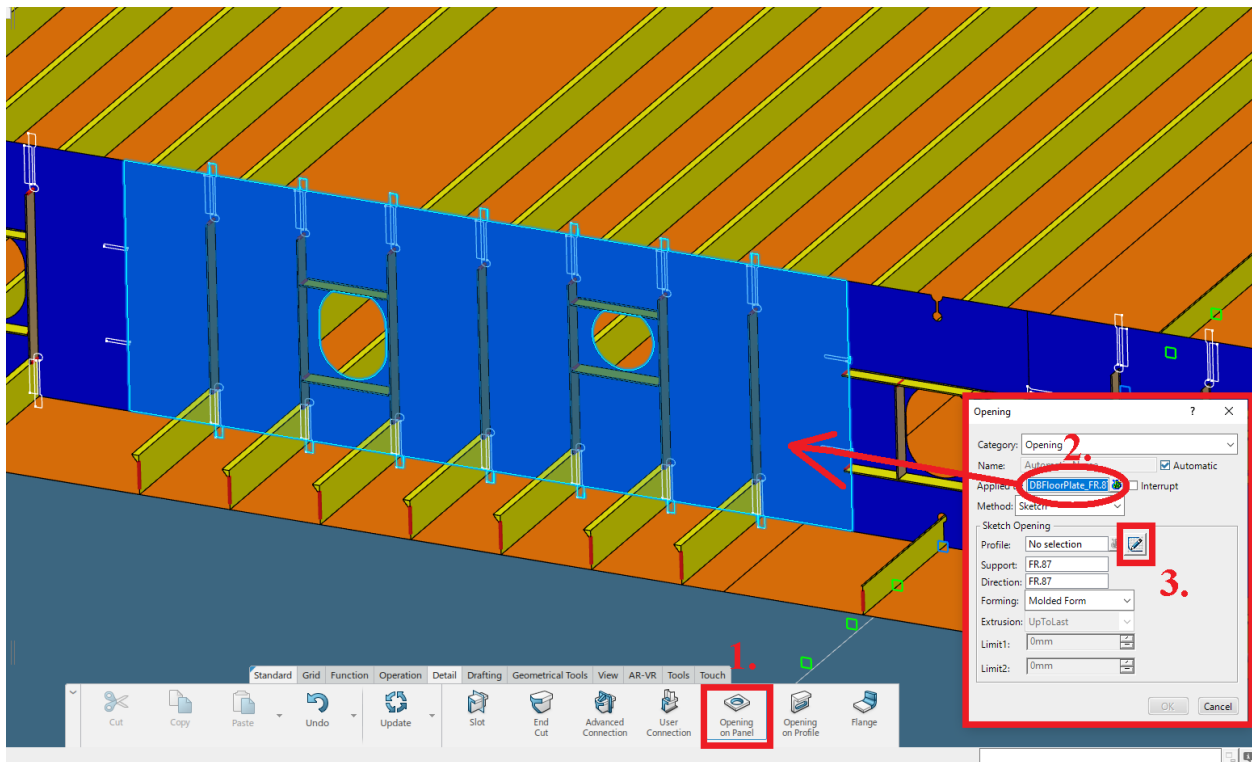


Slika 2.18 Ukrepa poprečnih i uzdužnih elemenata

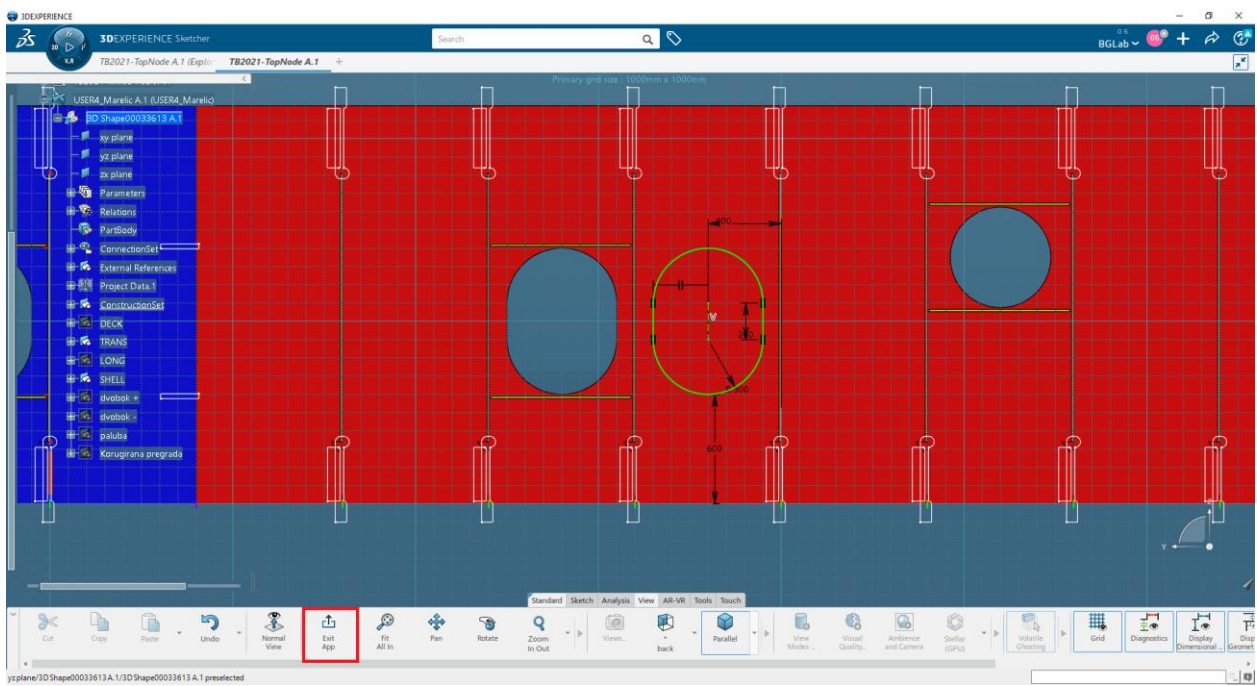


### 2.3.4 Modeliranje otvora na elementima

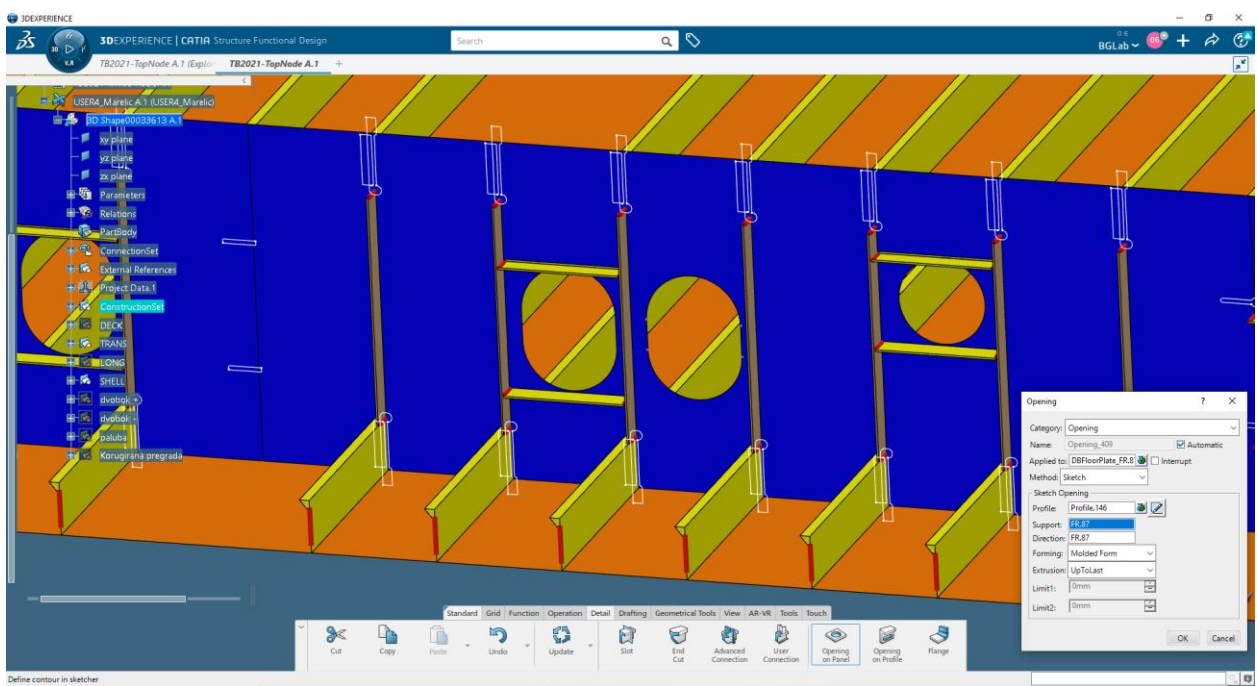
Za generiranje otvora na elementima modela koristi se alat „Opening on Panel“ koji se nalazi u grupi „Detail“ alata. Ulaskom u „Opening on Panel“ otvara nam se prozor u kojemu odabiremo kategoriju otvora lima na kojem će se napraviti otvor te metodu izrade otvora. Metoda koju koristimo je „Sketch“. Naredba „Sketch“ je alat pomoću kojeg možemo nacrtati i definirati željeni otvor na elementu. Klikom na ikonu olovke otvara nam se novi pogled u sketch-u di crtamo i dimenzioniramo otvore. Nakon crtanja moramo pomoću naredbe „Constraint“ kotirati sve parametre otvora od određene osi. Ako smo sve kotirali kako treba nacrtani otvor poprimit će zelenu boju što znači da su svi parametri točno kotirani. Prilikom završetka kotiranja izlazimo iz Sketch-a pomoću naredbe „Exit app“. Na elementu će nam biti formiran otvor te ako nam odgovara kliknemo OK. Sljedeće slike prikazuju opisani proces izrade otvora na elementu (slika 2.19, slika 2.20 i slika 2.21).



Slika 2.19 Proces izrade otvora



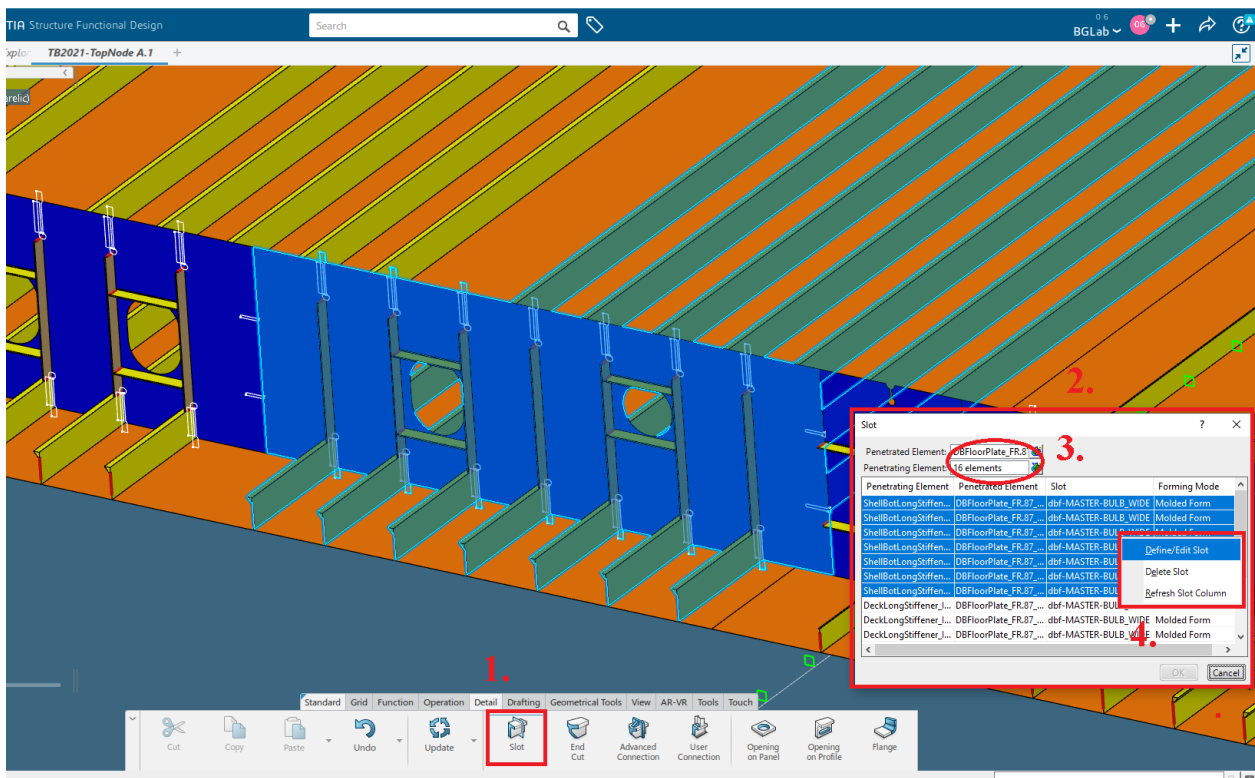
Slika 2.20 Crtanje i dimenzioniranje otvora



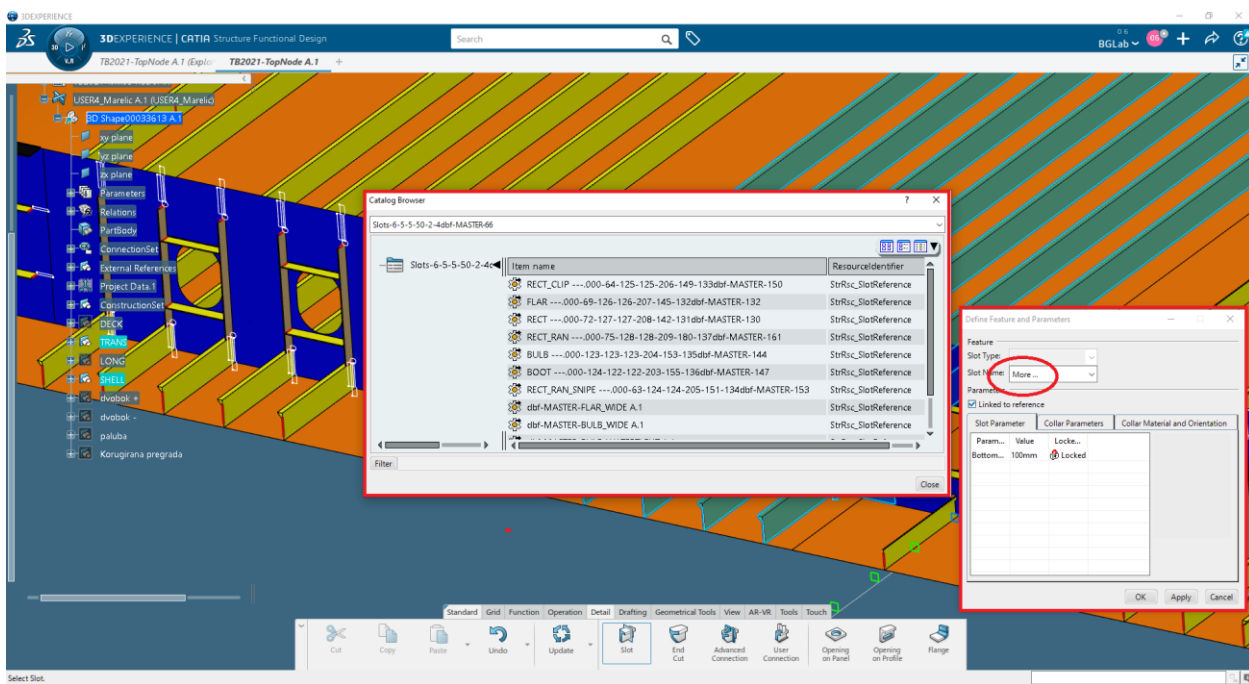
Slika 2.21 Prikaz nacrtanog otvora

### 2.3.5 Prolazi za HP profile

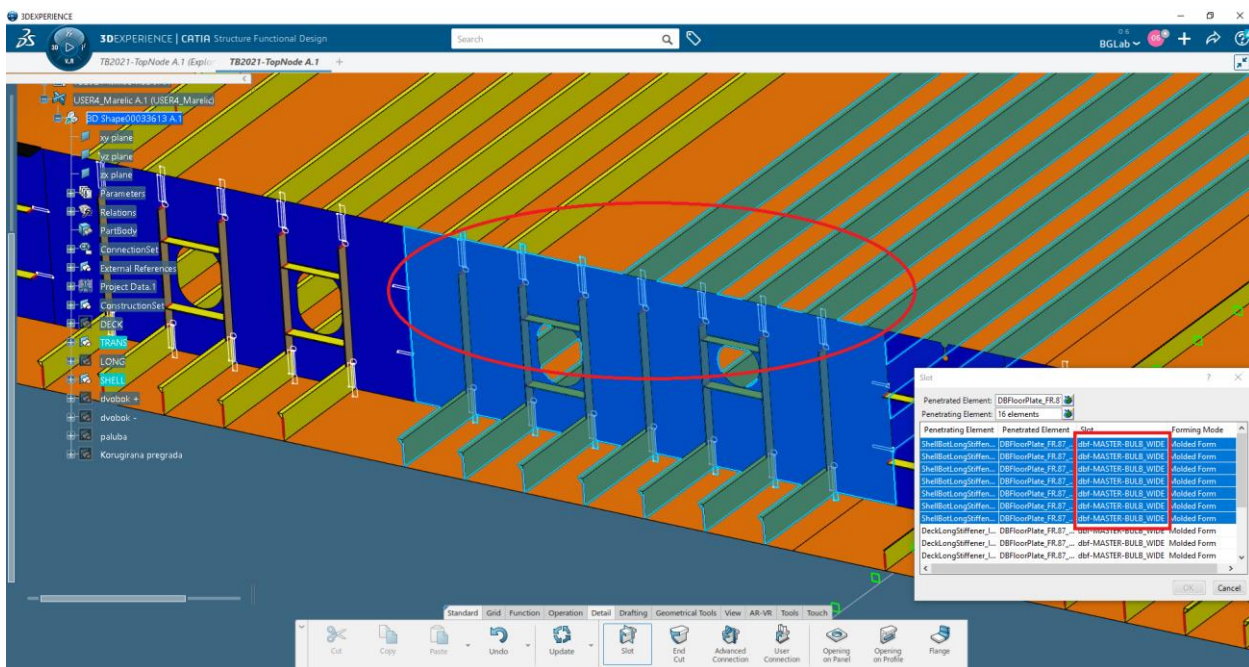
Na modeliranim elementima moramo napraviti utore za profile koji prolaze kroz generirane elemente. Te prolaze vršimo sa naredbom „Slot“. Klikom na alat „Slot“ otvara nam se prozor u kojem biramo element kroz koji profil prolazi te sami profil. Nakon što smo odabrali sve elemente u prozoru Slot biti će nam prikazani svi odabrani profili. Za odabir vrste prolaza kliknemo desni klik na odabrane profile i ulazimo u prozor „Define/Edit Slot“. Zatim nam se otvara prozor „Define Feature and Parameters“ u kojem se klikom na „More“ prikaže lista svih vrsta prolaza koje je voditelj projekta postavio. Kada smo definirali vrstu prolaza kliknemo Apply te zatim OK. Time nas je vratilo u početni prozor u kojem vidimo popis odabranih prolaza i ako smo zadovoljni stisnemo OK. Opisani postupak možemo vidjeti na sljedećim slikama (slika 2.22, slika 2.23 i slika 2.24).



Slika 2.22 Rredosljeje izrade utora za profile



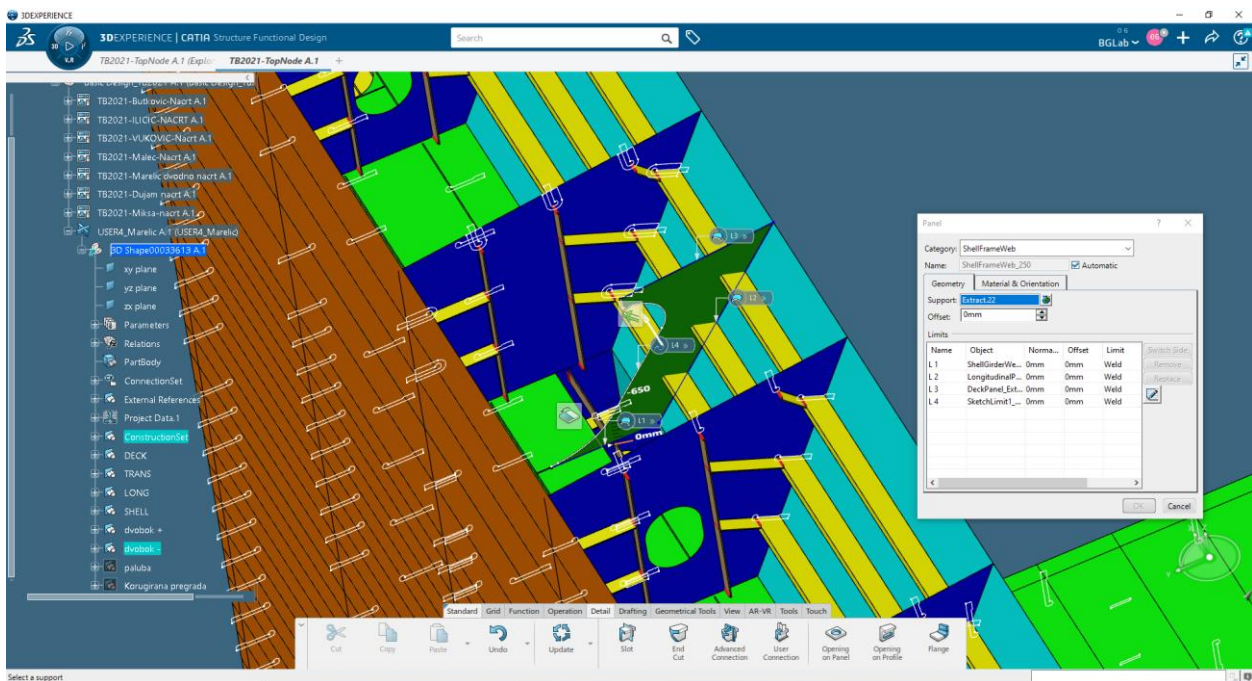
Slika 2.23 Odabir potrebnog utora



Slika 2.24 Popis odabranih utora i izgled utora

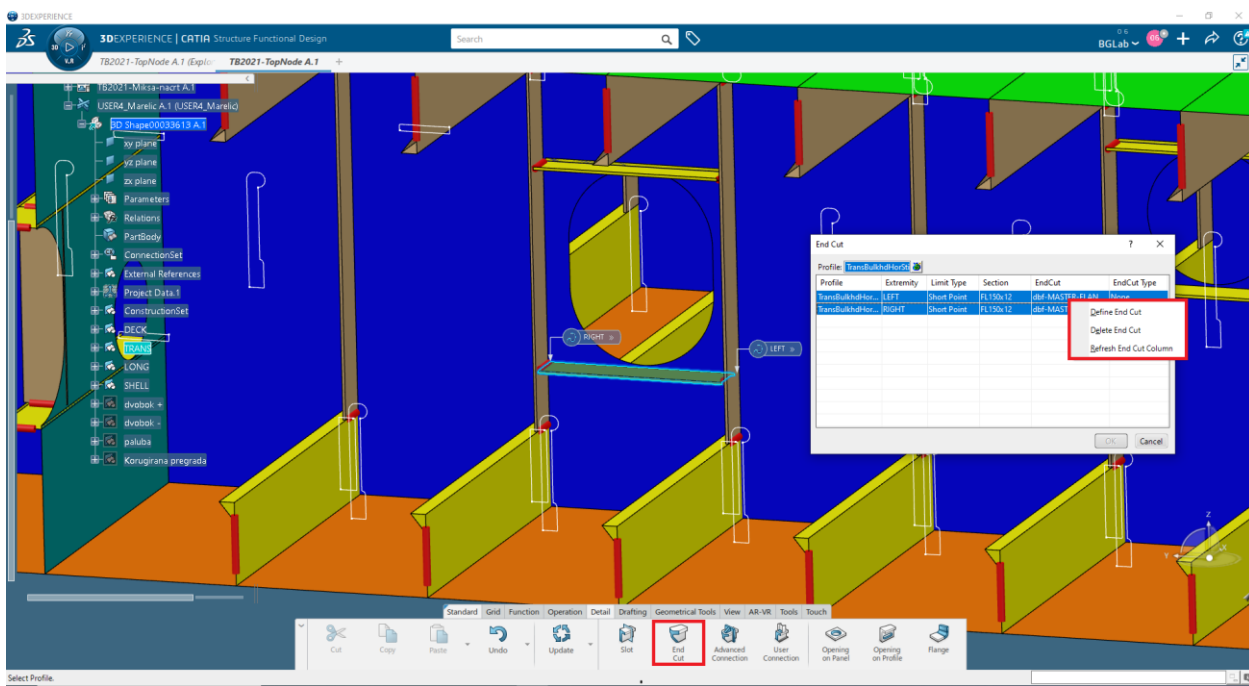
### 2.3.6 Detalji

Detalje kao što su koljena možemo modelirati na više načina jedan od načina je da ih modeliramo pomoću naredbe „Sketch“ . Slično kao i kod izrade otvora na elementima nacrtamo željeni oblik detalja. Dimenzije koljena možemo pronaći u klasi te nakon što znamo dimenzije radimo panel. U prozoru di definiramo limite, označimo limite na površinama di će se koljeno nalaziti te krivulju kojom je definirano koljeno nacrtamo u Sketch-u. Nacrtana linija čini limit 4 i pod nazivom je „Sketch Limit“ . Ovim procesom smo dobili zakrivljeno koljeno u željenom obliku (slika 2.25).

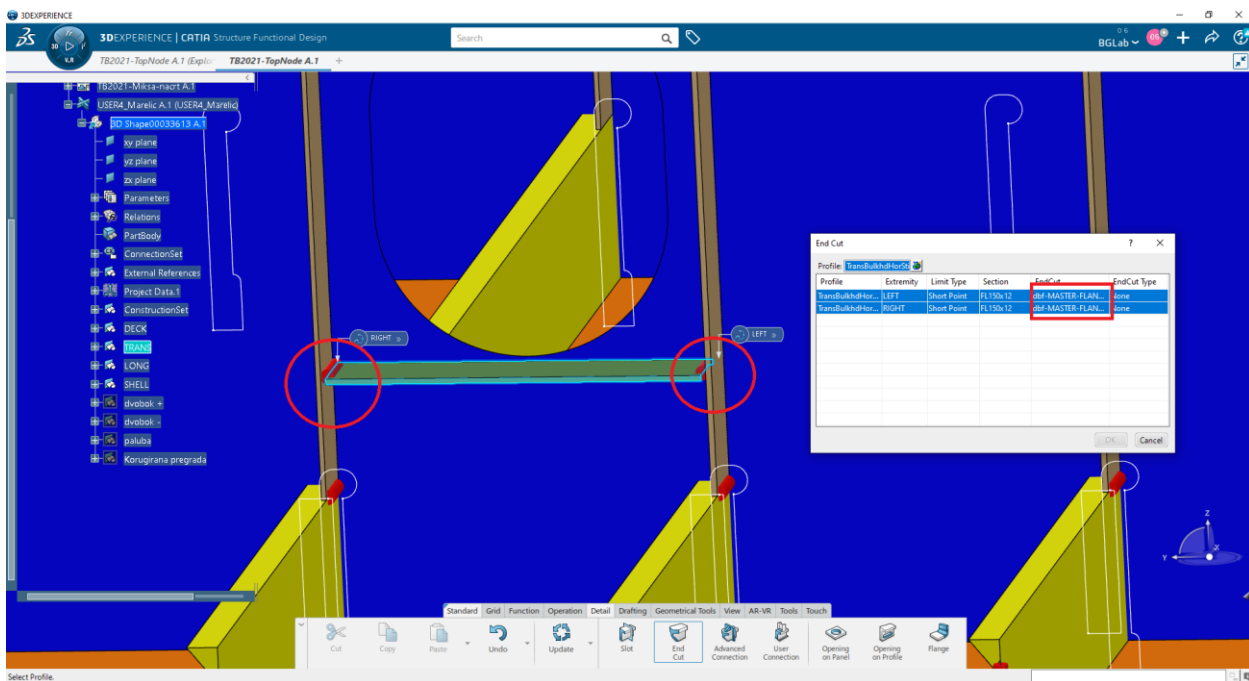


Slika 2.25 Prikaz koljena i njegovih limita

Od detalja ostalo nam je još definirati rubove svih elemenata koji se međusobno spajaju kao što su krajevi uzdužnjaka i traka. To vršimo alatom „End Cut“ istim postupkom kao i kod izrade slotov-a. Klikom na alat „End Cut“ otvara nam se prozor u kojem definiramo na kojem elementu želimo napraviti pripremu spoja. Zatim ulaskom u „More“ otvara nam se prozor sa svim dostupnim priprema rubova koje je voditelj projekta stavio u softver. Kada smo odabrali željenu pripremu kliknemo „Apply“ .Rubovi elementa će poprimiti na krajevima crvenu boju što znači da smo uspješno napravili naredbu.Postupak možemo vidjeti u sljedećim slikama (slika 2.26 i slika 2.27)

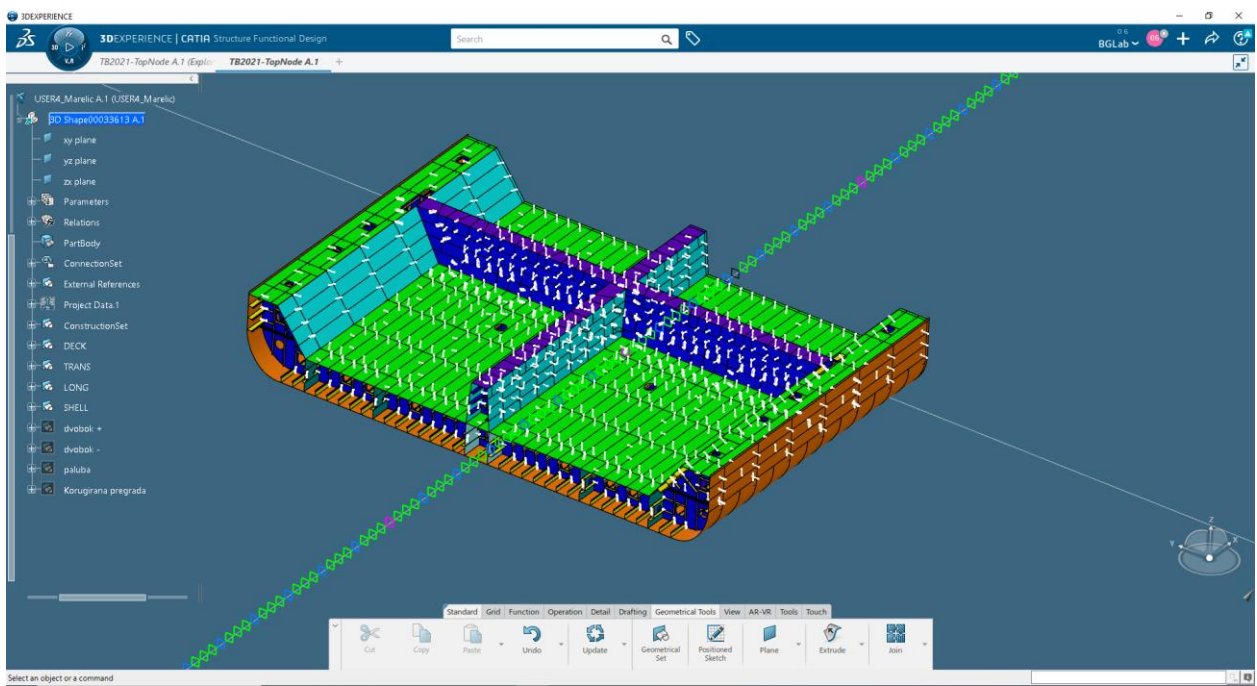


Slika 2.26 Postupak izrade pripreme rubova

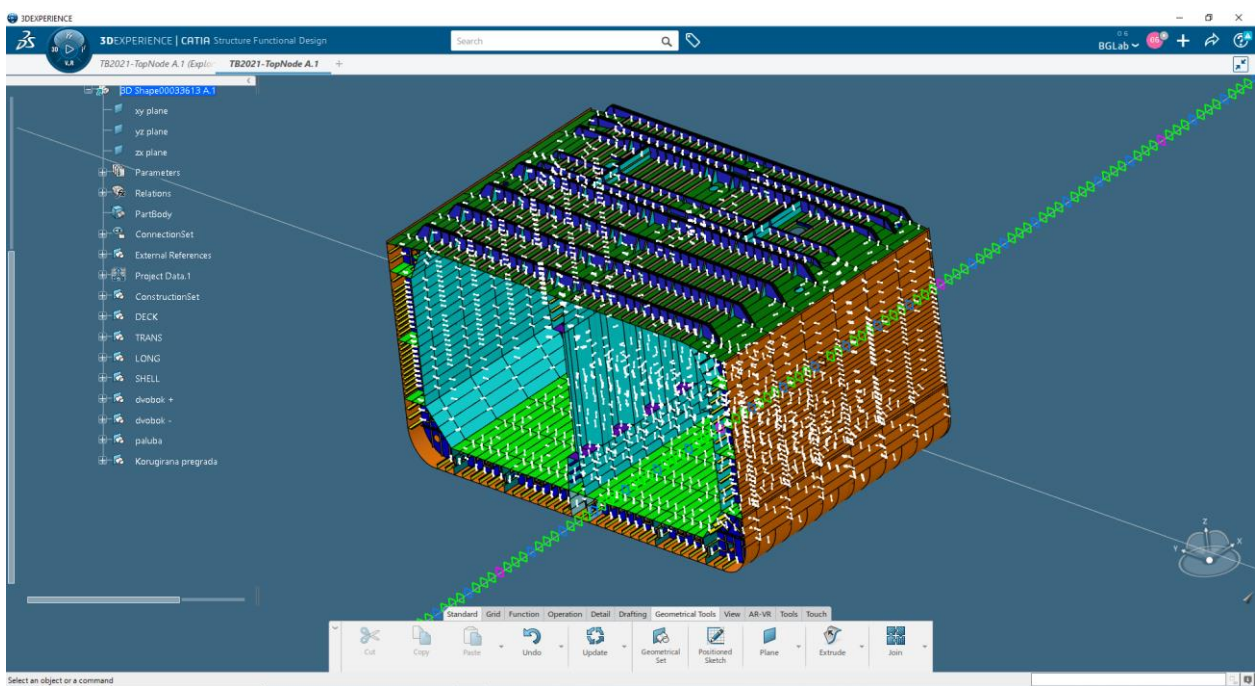


Slika 2.27 Prikaz rezultata alata „End Cut“

Uz pomoć svih prethodnih koraka izradili smo sekciju a zatim i cijelu prstenastu sekciju. Prikaz rezultata modeliranja možemo vidjeti na sljedećim slikama (slika 2.28 i slika 2.29).



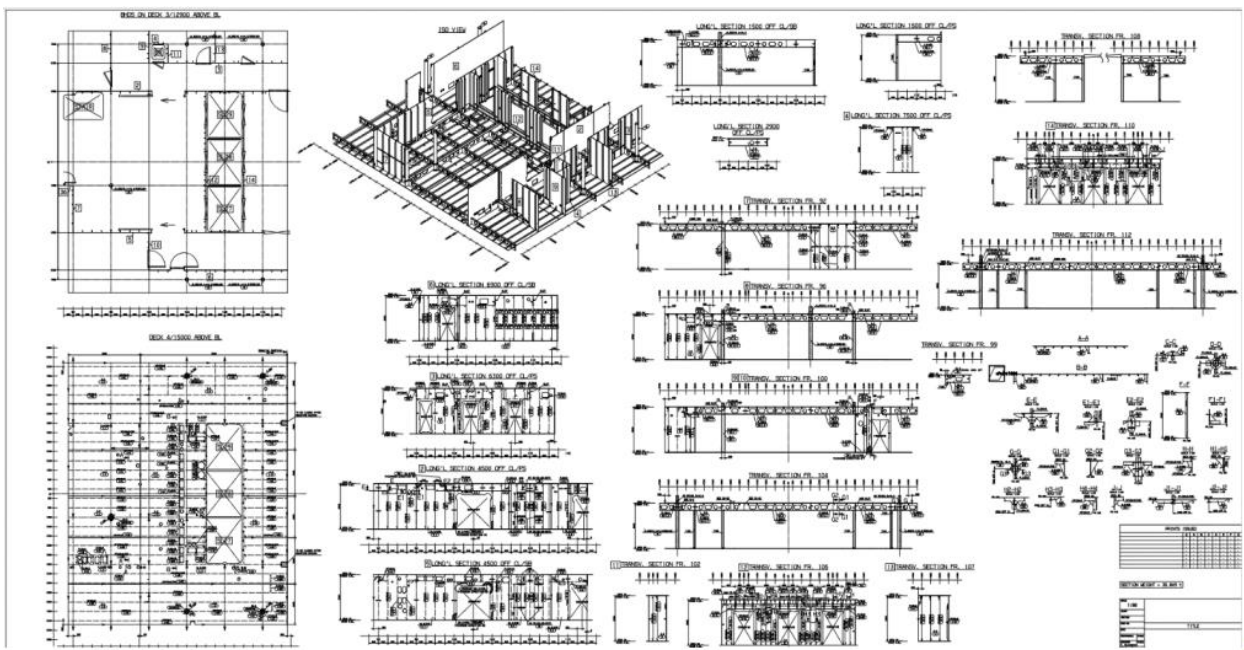
Slika 2.28 3D model sekcije dvodna



Slika 2.29 3D model prstenaste sekcije

### 3. IZRADA NACRTA

Ovo poglavlje obuhvatit će izradu radioničke tehničke dokumentacije koju izvlačimo iz 3D modela prstenaste sekcije čiju smo izradu opisali u prethodnom poglavlju. Nakon što smo izradili kompletni model sa svim elementima strukture i detaljima koje će sekcija imati u proizvodnji moramo izraditi tehničku i tehnološku dokumentaciju. Tehnička i tehnološka dokumentacija mora sadržavati sve presjeke, detalje i poglede koji definiraju pojedinu sekciju kako bi radnici u proizvodnji imali sve potrebne informacije potrebne za izradu sekcije. Na slijedećoj slici možemo vidjeti jednu radioničku tehnološku dokumentaciju (slika 3.1).



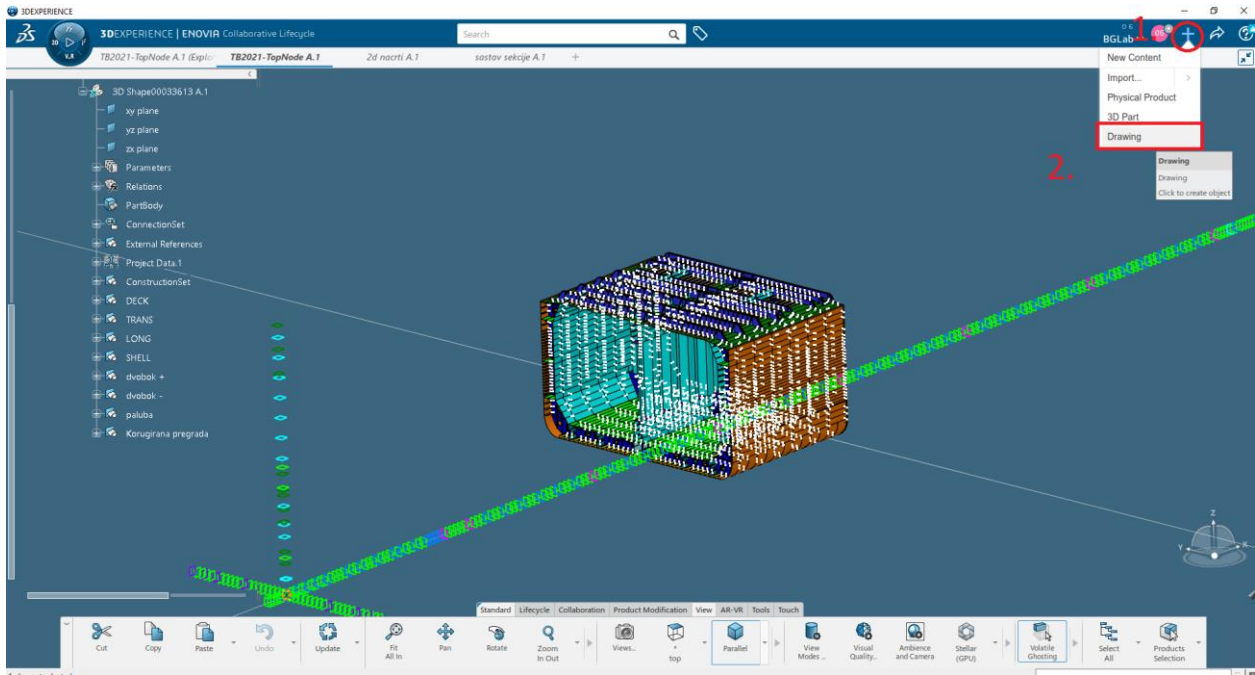
Slika 3.1 Radionička tehnološka dokumentacija [8]

Radionička tehnološka dokumentacija detaljno definira način, mjesto i norme izrade sekcije. Stoga svaki element mora sadržavati radioničku marku, debljinu, vrstu zavara i pripremu zavara. Presijeci se kotiraju ovisno o udaljenosti elementa od neke temeljne linije kao što je „centar line“ ili redni broj rebra. Te udaljenosti prikazujemo skalama iznad ili ispod presjeka.

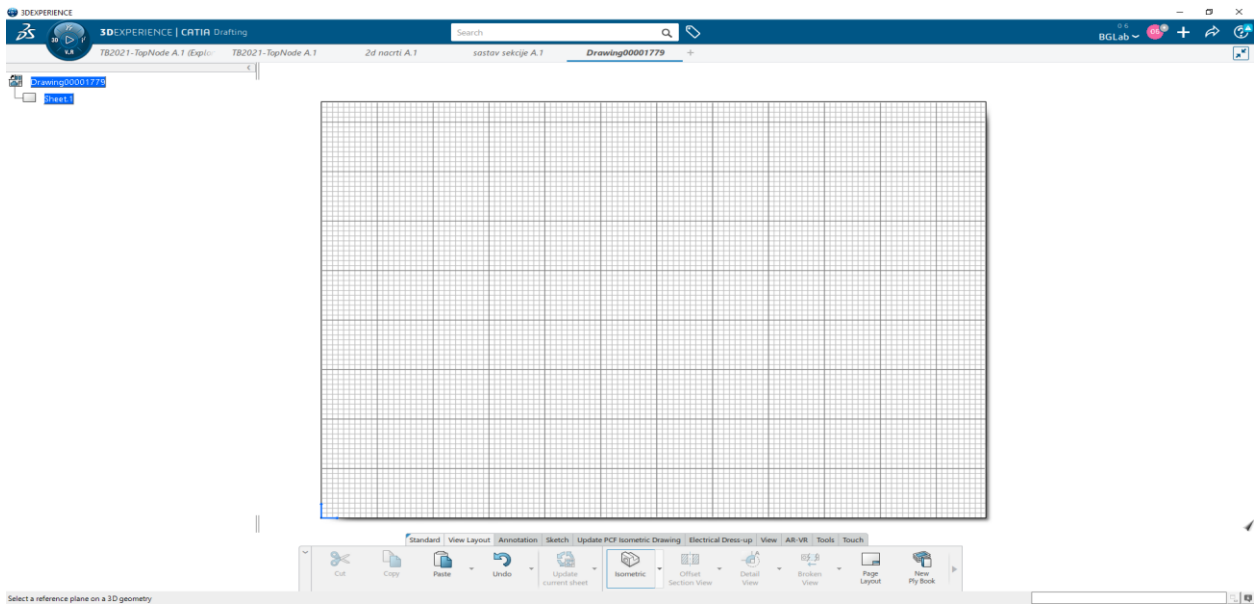


### 3.1 Proces izrade nacрта

Nacrte počinjemo raditi tako što u gornjem desnom kutu kliknemo na ikonu plus te odabiremo „Drawing“ gdje nam se otvara novo „Drafting“ sučelje (slika 3.2). To sučelje sadrži veliki broj alata i mogućnosti za izradu nacрта (slika 3.3).

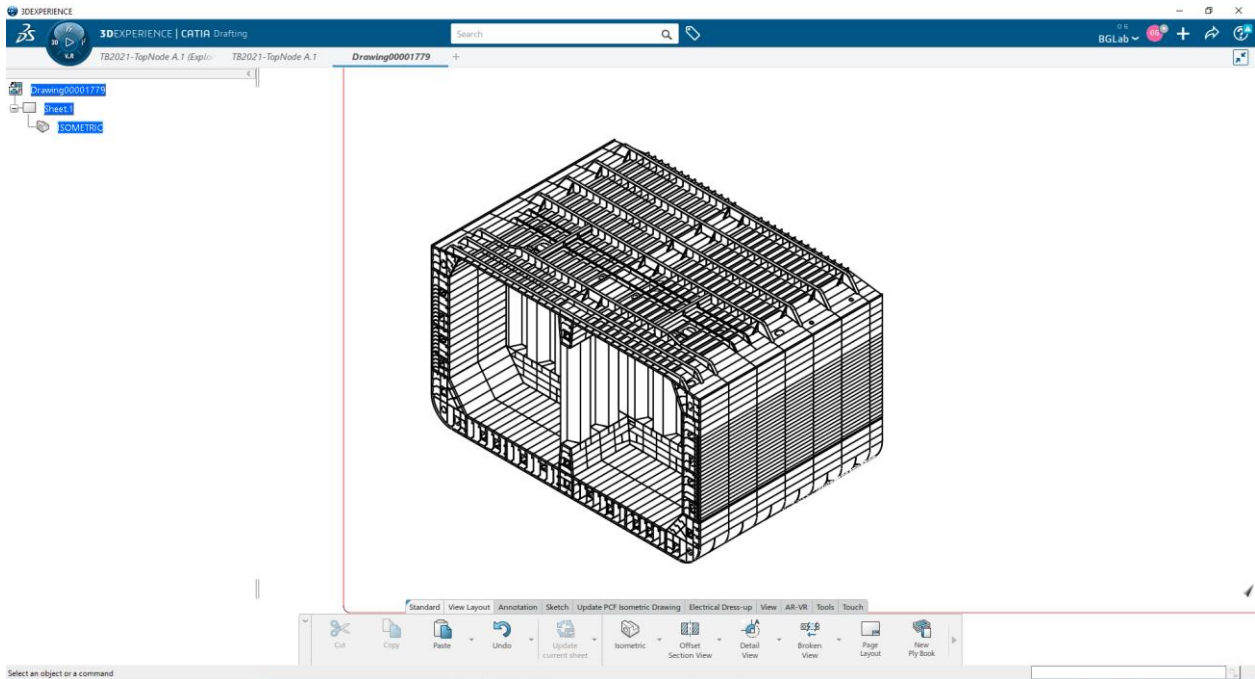


Slika 3.2 Ulazak u radno sučelje „Drafting“



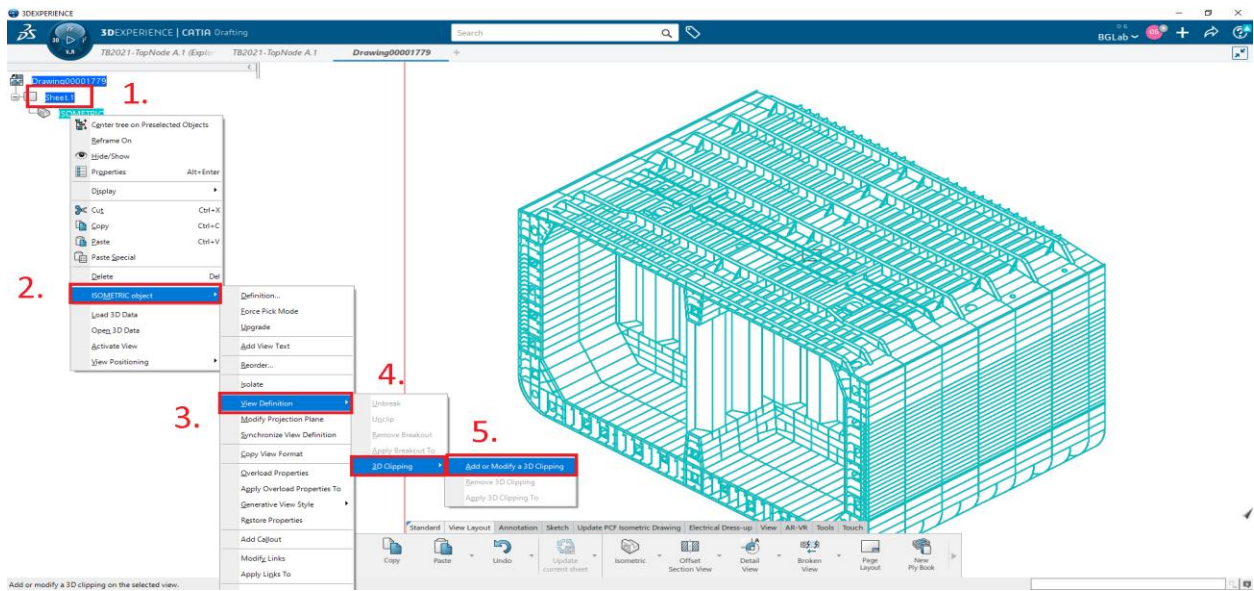
Slika 3.3 „Drafting“ sučelje

U ovo primjeru prikazati ću vađenje nacrtu pomoću naredbe „3D Clipping“. Klikom na alat „Isometric“ ponudi nam da odaberemo prikaz modela iz kojeg pogleda želimo. Nakon što smo odabrali pogled kliknemo bilo gdje na „Drafting“ površini te nam se na taj način odabrani pogled generira u obliku nacrtu (slika 3.4).



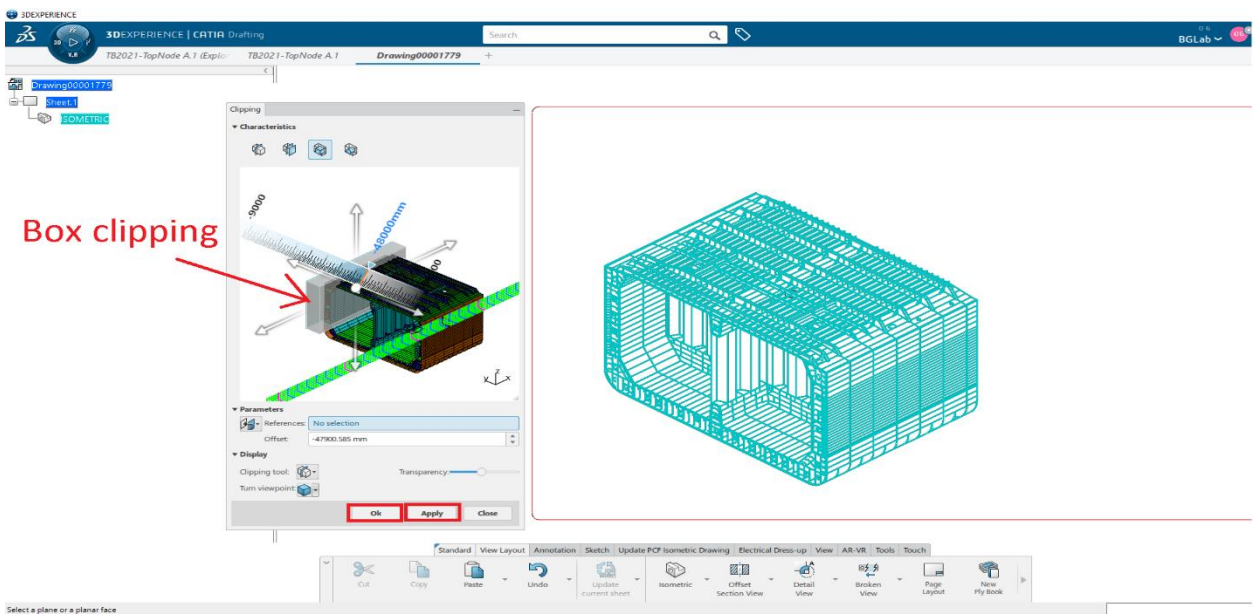
Slika 3.4 Prikaz dobivenog pogleda pomoću naredbe „Isometric“

Nadalje ukoliko želimo prikazati neki presjek elementa ili određenu sekciju kliknemo desni klikom na generirani nacrt te zatim odaberemo „ISOMETRIC object“. Nakon toga kliknemo na „View Definition“ te zatim još jednom na „Add or modify a 3D Clipping“. Proces je prikazan u sljedećoj slici (slika3.5).

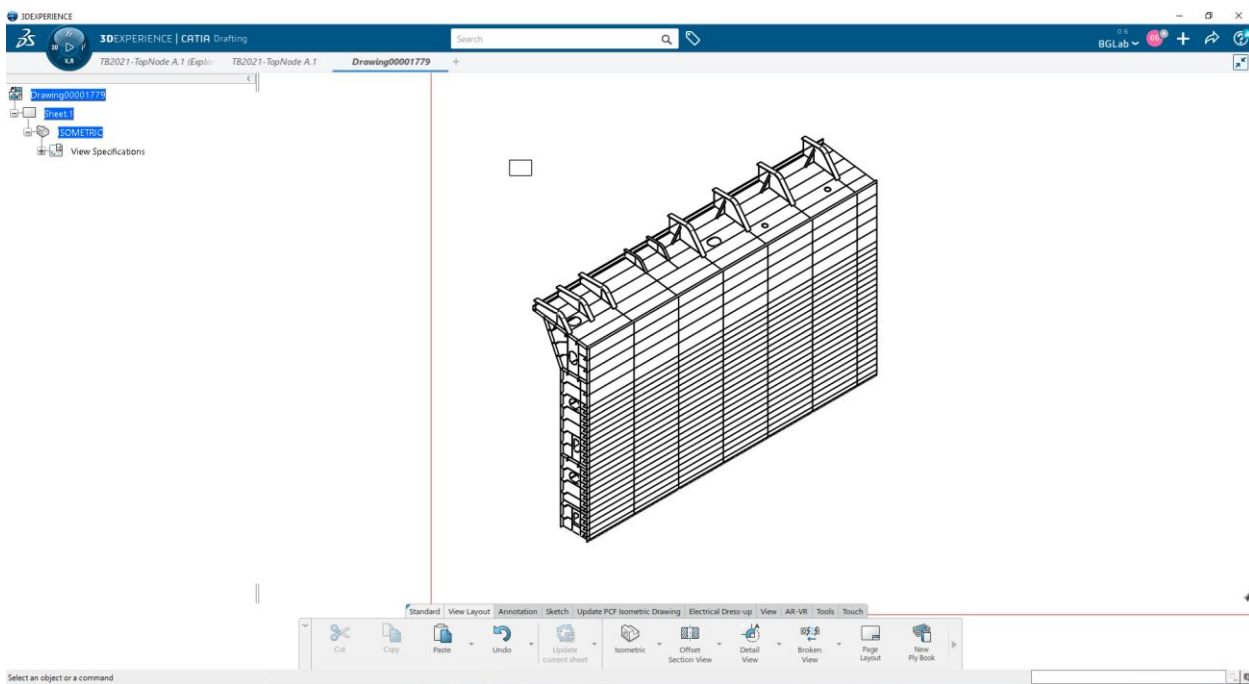


Slika 3.5 Proces ulaska u „3D Clipping“

Nakon obavljenog postupka otvoriti će nam se prozor „Clipping“ u kojemu je prikazan „Box Clipping“. „Box“ je kocka koju možemo micati po modelu i mijenjati joj dimenzije. Ono što se nalazi u toj kocki biti će prikazano na nacrtu. Na taj način manipuliramo presjecima i izvlačimo potrebne nacрте. Kada smo označili što želimo u nacrtu kliknemo „Apply“ te ako smo zadovoljni sa prikazanim presjekom stisnemo OK. U sljedeće dvije slike možemo vidjeti opisani proces (slika 3.6 i slika 3.7).

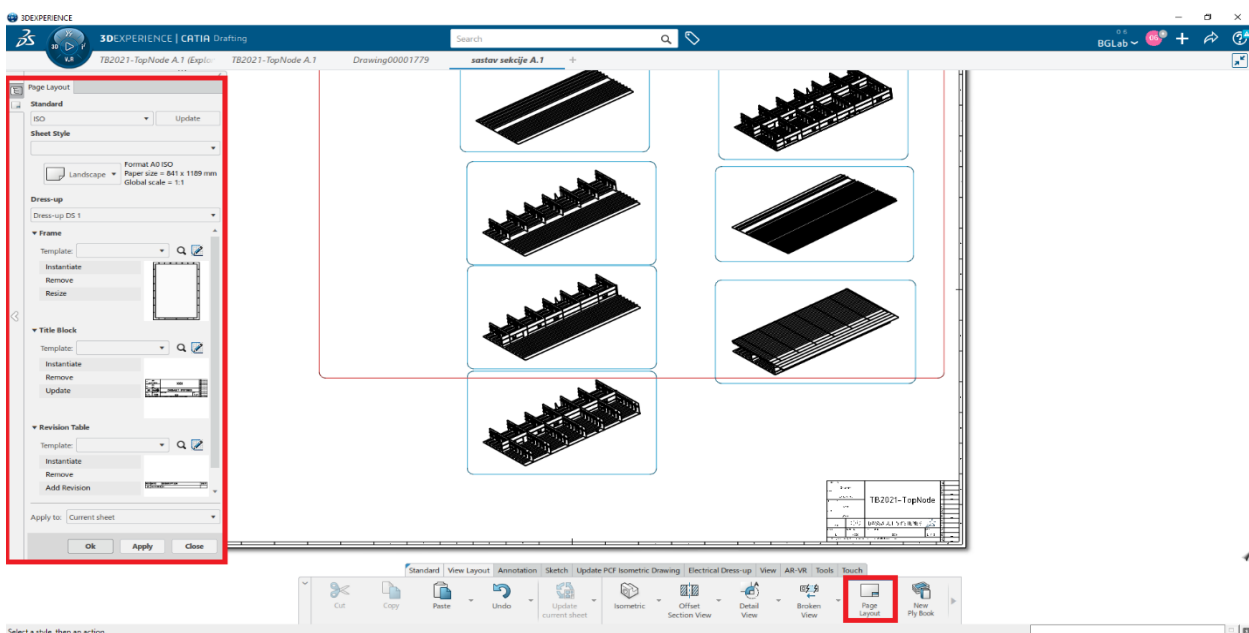


Slika 3.6 Prikaz alata „Clipping“



Slika 3.7 Dobiveni presjek dvoboka pomoću alata „Clipping“

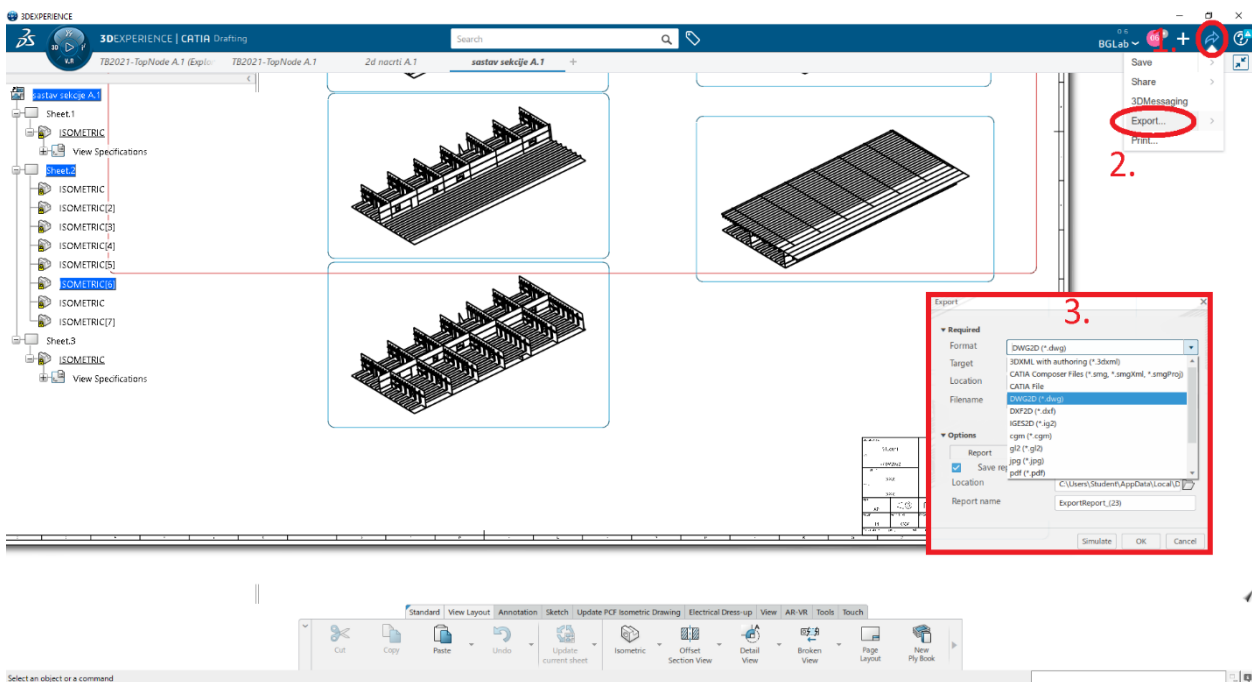
Nakon što smo napravili sve potrebne presjeka i poglede za kraj moramo staviti okvir i sastavnicu. To radimo pomoću alata „Page Layout“ koji nam izbací prozor u kojem izaberemo vrstu sastavnice, dimenzije papira i vrstu okvira. Nakon toga kliknemo Create i zatim OK. Ovaj alat prikazan je na sljedećoj slici (slika 3.8).



Slika 3.8 Proces izrade okvira i sastavnice

### 3.2 Export nacрта

Kada smo napravili potrebne nacрте te nacрте potrebno je pretvoriti u file koji možemo koristiti za printanje ili uređivanje u nekom drugom softveru. Danas postoje razni softverske podrške u brodograđevnim firmama pa je potrebno imati mogućnost transporta nacрта u sve vrste softvera. Prebacivanje vršimo pomoću ikone u obliku strjelice u gornjem desnom kutu. Klikom na nju odabiremo opciju „Export“ . Otvara nam se prozor u kojemu možemo birati format u kojeg želimo prebaciti naš nacrt. 3D Experience nacрте imamo mogućnost prebaciti u razne formate kao što su .pdf(PDF), .jpg(JPG), .dwg(AutoCad), .smg(Catia) itd. Nakon što smo odabrali format i ostale podatke platforma nam izbacuje željenu datoteku na odabrano mjesto. Nacrt možemo odmah prebaciti u PDF i printati ili ako mu je potrebna dorada možemo ga uređivati u nekom drugom softveru. Mi smo u ovom slučaju nacрте prebacili u .dwg(AutoCad) format jer ih je bilo potrebno doradivati. Nakon doradivanja nacrti su bili prebačeni u PDF format kako bi ih mogli printati. Nacrti napravljeni u ovom završnom radu biti će priloženi na zadnjoj stranici u priložima. Postupak export-a možemo vidjeti na sljedećoj slici (slika 3.9).



Slika 3.9 Postupak export-a nacрта u 3D Experience-u

## **4. REDOSLJED SASTAVLJANJA SEKCIJE NA NAVOZU(MONTAŽA)**

Trup broda se montira na navozu spajanjem sekcija napravljenih tijekom predmontaže. Ovisno o tehnološkoj razini brodogradilišta i mogućnostima navozne dizalice te drugih relevantnih radnih površina, moguće je spajanje na navozu vršiti:

- montažom manjih pojedinačnih elemenata/profila/panela
- montažom velikih trodimenzionalnih sekcija
- montažom kompletnih prstena trupa broda

Velika moderna brodogradilišta koriste sustav ugradnje velikih trodimenzionalnih sekcija ili ako brodogradilište ima dobre tehnološke mogućnosti koriste sustav montaže kompletnog prstena trupa broda. Prednost montaže velikih trodimenzionalnih sekcija je znatno jeftinija i brža gradnja broda. Isto tako treba težiti što većoj opremljenosti sekcije u fazi predmontaže. Opremanje i bojanje u predmontaži znatno smanjuje vrijeme gradnje a samim tim i troškove gradnje. Navoz je mjesto na kojem se brod sklapa i to je najskuplji prostor i zato se brod treba zadržati što kraće na njemu.

### **4.1 Sustavi montaže na navozu**

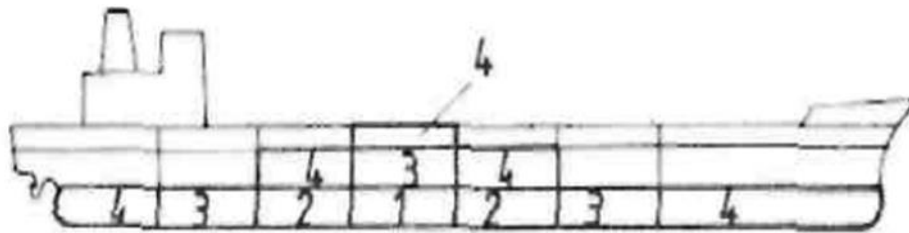
Način montaže trupa broda na navozu može se izvesti na više načina, a koji ćemo primijeniti ovisi o tehničkim mogućnostima brodogradilišta kao što su nosivost dizalica. Isto tako ovisi o vrsti broda i iskustvu gradnje brodova. U osnovi razlikujemo:

- piramidalni sustav montaže
- otočni sustav montaže
- prstenasti sustav montaže

Montaža broskog trupa u pravilu počinje dvodnom ispod strojarnice i razvija se prema pramcu i krmu broda.

#### 4.1.1 Piramidalni sustav

Piramidalnim načinom montaže trupa broda montaža započinje sekcijama dvodna ili dna ispod ili malo ispred strojarnice te se radovi nastavljaju prema pramcu i krmi. Veličina montiranih sekcija ovisi od tehničkih mogućnosti brodogradilišta. Što veće sekcije su poželjne. Piramidalni na čin gradnje potječe od vremena kada su brodovi strojarnicu imali na sredini broda. Ovaj se način u malo izmjenjenom obliku i dalje u principu primjenjuje. Prikaz piramidalnog sustava možemo vidjeti na sljedećoj slici (slika 4.1)



Slika 4.1 Piramidalni sustav montaže

#### 4.1.2 Otočni sustav

Otočni sustav montaže trupa broda na navozu omogućava istovremeno angažiranje većih radnih kapaciteta na odvojenim lokacijama po brodu (tzv. otoci). Radovi počinju dvodnom ispod strojarnice. Također se teži izradi što većih, opremljenih i korozivno zaštićenih velikih trodimenzionalnih sekcija. Takve se sekcije na visokoj razini opremljenosti montiraju na navoz (slika 4.2).



Slika 4.2 Prikaz otočnog sustava gradnje

#### 4.1.3 Prstenasti sustav

Montaža trupa broda na navozu radi se iz velikih prstena ili blokova broda, a veličina prstenaste sekcije ovisi o tehnološkim mogućnostima brodogradilišta. Montaža takvih sekcija povećava produktivnost i smanjuje troškove rada. Međutim, ista podrazumijeva i visoku točnost izrade i montaže sekcija. Potrebna su nam veća ulaganja u objekte, opremu i transportna sredstva te pravovremenu isporuku materijala. Te mogućnosti imaju samo najmodernija brodogradilišta. Skicu postupka montaže prstenastim sustavom vidimo na sljedećoj slici (slika 4.3).

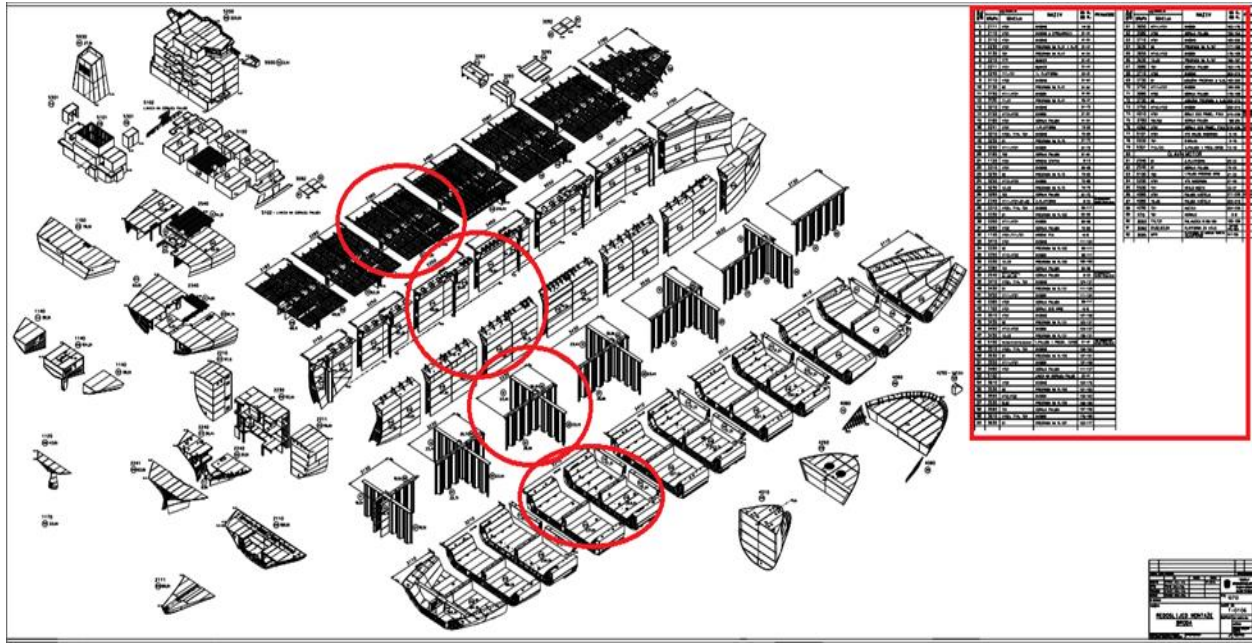


Slika 4.3 Skica porstenastog sustava gradnje

#### 4.2 Primjer redoslijeda montaže trupa broda za prijevoz kemikalija

O ovom dijelu ću u kratko opisati postupak sklapanja porstenaste sekcije koju smo prethodno modelirali. Prstenasta sekcija je izgrađena u brodogradilištu 3.Maj te je podijeljena je na više sekcija iz razloga što je nosivost mosne dizalice 300 tona pa bi sekcija iz jednog komada bila pre teška. Redoslijed sklapanja sekcija na navozu možemo saznati iz montažnog nacrtu (slika 4.4 i slika 4.5).





Slika 4.4 Prikaz odabrane sekcije na montažnom nacrtu [6]

KODNI BROJ	OZNAKA		NAZIV	OO R. DO R.	PRIMJEDBE	KODNI BROJ	OZNAKA		NAZIV	OO R. DO R.	PRI
	GRUPA	SEKCIJA					GRUPA	SEKCIJA			
1	2111	VT01	DVONO	14-32		61	3650	VT11-VT21	DVOROK	163-176	
2	2110	VT01	DVONO U STROJARNICI	31-41		62	3580	VT02	GORNJA PALUBA	150-163	
3	3110	VT01	DVONO	41-51		63	3710	VT01	DVONO	189-202	
4	2230	VT01	PREGRAĐA NA R.37 I R.41	31-41		64	3630	O2	PREGRAĐA NA R.187	177-189	
5	3130	T01	PREGRAĐA NA R.47	41-51		65	3650	VT12-VT22	DVOROK	176-189	
6	2210	VT11	BUNKER	31-41		66	3630	12,22	PREGRAĐA NA R.187	186-187	
7	2211	VT21	BUNKER	31-41		67	3680	T01	GORNJA PALUBA	163-176	
8	2240	T11, T21	1. PLATFORMA	22-31		68	3710	VT02	DVONO	203-215	
9	3110	VT02	DVONO	51-61		69	3730	O1	UZDUŽNA PREGRAĐA U S.B.	189-203	
10	3130	O2	PREGRAĐA NA R.47	51-61		70	3750	VT11-VT21	DVOROK	189-202	
11	3150	VT11-VT21	DVOROK	41-51		71	3680	VT02	GORNJA PALUBA	176-189	
12	3130	T1, T21	PREGRAĐA NA R.47	46-47		72	3730	O2	UZDUŽNA PREGRAĐA U S.B.	202-215	
13	3210	VT01	DVONO	61-72		73	3750	VT12-VT22	DVOROK	202-215	
14	3150	VT12-VT22	DVOROK	51-61		74	4010	VT01	DOJNI DIO PRAMC. P.IKA	215-238	14 OK
15	3180	VT01	GORNJA PALUBA	41-51		75	3780	T01, T02	GORNJA PALUBA	189-215	14 OK
16	2241	VT01	1. PLATFORMA	13-22		76	4260	VT01	GORNJI DIO PRAMC. P.IKA	215-235	14 OK
17	3210	VT02, T14, T24	DVONO	72-85		77	5101	VT01	VTS MALOG NADGRADA	5-18	
18	3230	O1	PREGRAĐA NA R.75	61-73		78	5930	T01	DIMIJAK	9-18	
19	3250	VT11-VT21	DVOROK	61-72		79	5301	T13, T23	3.PALUBA I PREG. ISPOD	13-18	
20	3180	T02	GORNJA PALUBA	51-61		80	GLAVNI MOTOR				
21	1120	VT01	KRMENA STATVA	9-13		81	2340	O1	Z.PLATFORMA	29-33	
22	3310	VT01	DVONO	85-98		82	2540	O1	GORNJA PALUBA	19-33	
23	3230	O2	PREGRAĐA NA R.75	73-85		83	5100	T02	1.PALUBA I PREGRAĐE IPOD	21-33	
24	3250	VT12-VT22	DVOROK	72-85		84	5200	VT01	VTS NADGRADA	21-40	
25	3230	12,22	PREGRAĐA NA R.75	74-75		85	5500	T41	KRILLO MOSTA	33-37	
26	3280	T01	GORNJA PALUBA	61-72		86	4080	VT01	PALUBA #ŠTELA	211-238	14 OK
27	2340	VT11-VT21-O1-O2	Z.PLATFORMA	8-33	OPREMLJENJE: MONT. REDUKCIJE	87	4080	16,26	PALUBA #ŠTELA	203-210	
28	3310	VT02, T14, T24	DVONO	98-111		88	4290	T21	KUĆICA	224-230	
29	3330	O1	PREGRAĐA NA R.103	85-99		89	1170	T01	KORNLO	-5-8	
30	3350	VT11-VT21	DVOROK	85-98		90	3093	T11, T21	PAL. KUĆICA R.135-139	135-139	
31	3280	VT02	GORNJA PALUBA	72-85		91	3092	O1, O2, O3, O4	PLATFORMA ZA VITLO	175-203	
32	1140	VT01-T11, T21	KRMENI P.IK	-6-8		92	3095	KP11	PLATFORMA ZA UHRVAJ TERETA	147-155	
33	3410	VT01	DVONO	111-124							
34	3330	O2	PREGRAĐA NA R.103	99-111							
35	3350	VT12-VT22	DVOROK	98-111							
36	3330	12,22	PREGRAĐA NA R.103	102-103							
37	3380	T01	GORNJA PALUBA	85-98							
38	2540	VT11-VT21-O1-O2, T23	GORNJA PALUBA	8-33	OPREMLJENJE: MONT. REDUKCIJE						
39	3410	VT02, T14, T24	DVONO	124-137							
40	3430	O1	PREGRAĐA NA R.131	111-125							
41	3450	VT11-VT21	DVOROK	111-124							
42	3380	VT02	GORNJA PALUBA	98-111							
43	1160	VT01	GORNJI DIO KRME	-6-8							
44	SEKCIJA	.....	.....	.....	.....						

Slika 4.5 Prikaz tablice u kojoj je redosljed sklapanja sekcije [6]

Odabrana prstenasta sekcija u brodogradilištu 3.maj sklapa se na sljedeći način:

- Postavljamo dvodno (3310, VT01)
- Na prethodno dvodno (3210,VT02), montira se preostali dio uzdužne pregrade(3230,O2)
- Na prethodnom dvodnu (3210, VT02) montiraju se i dvoboci (3250, VT 12 i 22)
- Prethodno dvodno (3210, ali VT01) zatvori sa palubom (3280, T01)
- Nastavlja se montaža gornje palube na krmenom piku iza nadgrađa (2340, VT11 i 21)
- Postavlja se slijedeća VT sekcija dvodna (3310, VT02) uključujući i pripadajuće poprečne stulove T14 i T24.
- Postavlja se prvi dio uzdužne pregrade (3330-O1), na dvodno VT01 grupe 3310
- Postavlja se dvobok (3350 – VT 11 i 21), na dvodno VT01 grupe 3310
- Montira se preostali dio gornje palube prethodnog prstena, VT02 grupe 3280. (nalazi se iznad dvodna VT02 grupe 3210, vidi točku 5)
- Nastavlja se ukрупnjavanje krme tako što se montira gornji di krme VT01 grupe 1140

Ciklus se ponavlja tako što se montira nova VT sekcija dvodna sljedeće grupe 3410 kako slijedi istim postupkom. Ovim postupkom se spajaju sekcije na navozu brodogradilišta do samog trupa. Spajanje sekcija zahtjeva veliku preciznost i geometrijsku točnost. Redoslijed montaže se po istom načinu nastavlja dalje prema pramčanom piku.

#### **4.3 Primjer montaže sekcije dvodna**

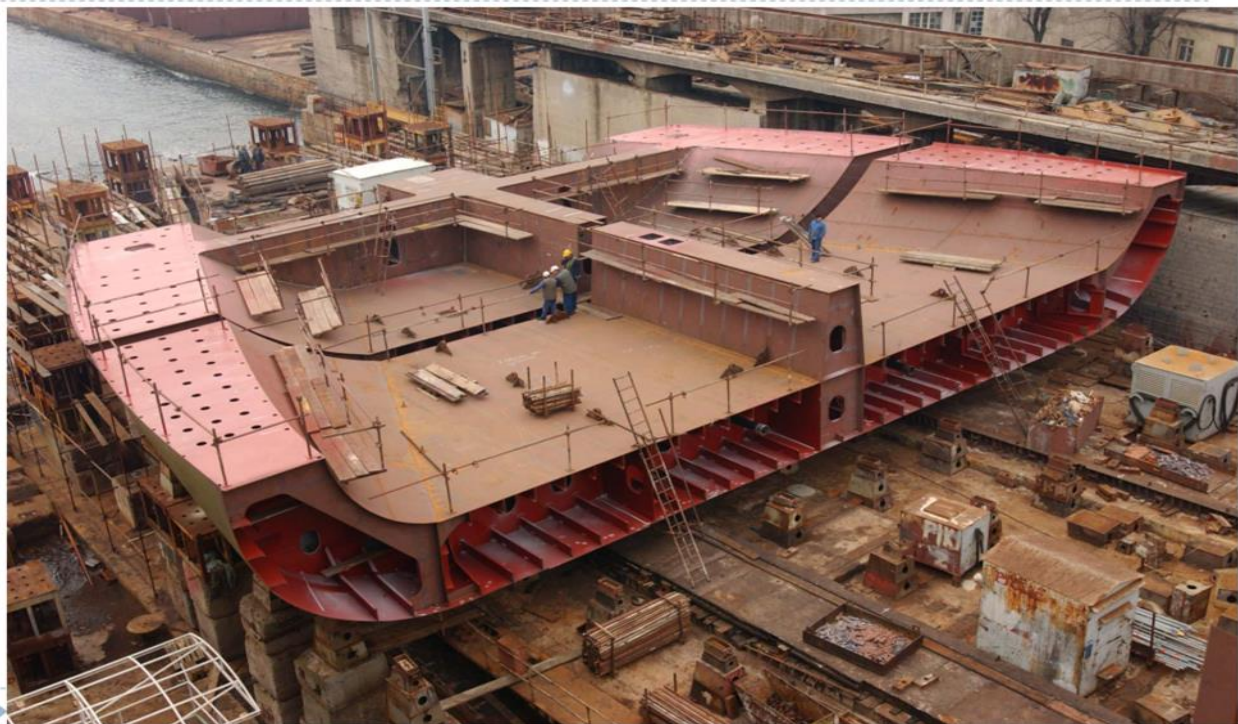
Za kraj opisat ću postupak spajanja dvije sekcije dvodna (3310 VT01 i VT02). Dvodno se na tankerima proteže od sudarne pregrade do krmene pregrade. Montaža svih sekcija dvodna je vrlo važna i to je baza za dalju uspješnu montažu broda. Zbog toga se posebno obraća vrlo velika pažnja točnosti montaže prve sekcije, tj. postavljanju sekcije u pravi položaj na navozu. Tijekom montaže sekcije na navozu koriste se slični postupci kao i u radionicama predmontaže. Aktivnosti koje se obavljaju na montaži su:

- trasiranje, postavljanje sekcije na potklade i njihova nivelacija
- trasiranje pozicije za sljedeću sekciju (npr. na dvodno treba postaviti dvobok)
- postavljanje sekcije na trasiranu poziciju
- trasiranje i rezanje montažnog viška ukoliko postoji (treba težiti što manjem montažnom višku)

- stabilizacija sekcije i regulacija
- zavarivanje montažnog spoja

Za montažu sekcije potrebni su nam traseri, brodomonteri, brodotesari, brodomonteri, zavarivači, brusaci, plinski rezači. Osim tih zanimanja potrebni su nam još dizaličari, skelari, energetičari.

Sekcija dovodna postavlja se tako da se svi uzdužni elementi moraju poklapati. Teodolitima se sekcija dovodi u pravili položaj tako da se simetrala sekcije poklapa sa simetralom prethodne sekcije dvodna. Zatim se provjeri moguća visinska razlika i po potrebi obavi se korekcija. Trasiraju se montažni viškovi i po potrebi odrezuju. Sekcija se približava prethodnoj i reguliraju se svi limovi i profili te se vrši priprema za zavare. Regulacija se vrši pomoću stezalica, mostića i klinova. Dvije se sekcije pripremaju za zavarivanje koje se mora provesti točno propisanim redosljedom. Vršiti se zavarivanje od sredine sekcije prema krajevima. Sve lokalne deformacije se uklanjaju pomoću brodomonterskog alata, ravnanjem ili grijanjem. Skošnja na spoju moraju biti izvedena točno prema tehnološkim uputstvima. Za ukupnu montažu broda vrlo je važno kvalitetno i točno izvođenje montaže sekcija dvodna, budući da greška u toj fazi može značiti uvećanje greške u daljnjim fazama montaže. Ovim je opisan postupak spajanje sekcije dvodna. Postupak spajanje sekcije dvodna možemo vidjeti na sljedećoj slici (Slika 4.6).



Slika 4.6 Proces montaže dvodna trupa brod [1]

## 5. ZAKLJUČAK

Od najranije povijesti pa sve do danas, brodogradnja je uvijek bila jedna od najkompleksnijih grana inženjerstva. Samim tim potrebna su velika znanja i vještine te doza umjetnosti kako bi se proizveo kvalitetan, isplativ, estetski naočit i prepoznatljiv brod. U ovom završnom radu obuhvatio sam samo mali dio proizvodnog procesa broda te shvatio koliko je rada, truda i razmišljanja potrebno kako bi proizveli jedan brod. Najveći dio rada bio je usredotočen na modeliranje u softveru 3D Experience i izradi nacrtu za prsten trupa broda. Dobio sam uvid u proces modeliranja i naučio jedan mali dio tog kompleksnog softvera. Takav softver nam omogućava brži dizajn i bržu te točniju kvalitetu proizvoda u ranim fazama proizvodnje broda pa sve do kasnijih faza. Ovakvim pristupom modeliranju može se puno naučiti o elementima brodske strukture kao i samim nacrtima i njihovim oznakama. Kompleksnost rada bila je velika ali učenjem, radom i trudom može se izvršiti u potpunosti.

## 6. LITERATURA

- [1] Hadjina, M. – Tehnologija brodogradnje – materijali s predavanja, Tehnički fakultet Rijeka, 2021. godine
- [2] Hadjina, M. – Osnove gradnje broda – materijali s predavanja, Tehnički fakultet Rijeka, 2021. godine .
- [3] Kolić, D. – Osnove gradnje broda – materijali s predavanja, Tehnički fakultet Rijeka, 2018. godine
- [4] Dassault Systemes – 3D Experience – Resource and help center, Dassault Systemes - France, 2021. godine
- [6] 3. MAJ Brodogradilište – interna dokumentacija u obliku nacrtu, internih standarda brodogradilišta, postupaka izrade i obrade, 2020.
- [7] <http://www.shipspotting.com/gallery/photo.php?lid=1503115> (na dan 24.6.2021.)
- [8] Filip Pejčinović-završni rad-Izrada tehnološke dokumentacije prema detaljnom modelu trupa broda, Tehnički fakultet Rijeka, 2021.

## 7. POPIS SLIKA

Slika 2.1 Osnovni podatci o brodu [6].....	3
Slika 2.2 Opći plan broda [6].....	4
Slika 2.3 Proces generiranja elementa na modelu.....	5
Slika 2.4 Prikaz korištenih kasifikacijskih nacerta i izrađenog računalnog modela [6].....	6
Slika 2.5 Oil and Chemical Tanker „VERIGE“ u službi [7] .....	7
Slika 2.6 Prikaz podjele elemenata trupa brod [3] .....	8
Slika 2.7 Podjela prstena broda na sekcije [1].....	9
Slika 2.8 Ulazak u aplikaciju Structure Functional Design.....	11
Slika 2.9 Prikaz radnih jedinica.....	12
Slika 2.10 Lista alata u radnoj traci.....	12
Slika 2.11 Prikaz ploha u Structre Skeleton.....	13
Slika 2.12 Redoslijed izrade modela.....	14
Slika 2.13 Generirani panel u stablu.....	14
Slika 2.14 Postupak izrade profila na panelu.....	15
Slika 2.15 Postavljeni profili na oplati dna dvodna.....	16
Slika 2.16 Kopiranje pomoću naredbe „Advanced Copy“.....	17
Slika 2.17 Prikaz izrađenih poprečnih elemenata.....	18
Slika 2.18 Ukrepa poprečnih i uzdužnih elemenata.....	18
Slika 2.19 Proces izrade otvora.....	19
Slika 2.20 Crtanje i dimenzioniranje otvora.....	20
Slika 2.21 Prikaz nacrtanog otvora.....	20

Slika 2.22 Rredoslje izrade utora za profile.....	21
Slika 2.23 Odabir potrebnog utora.....	22
Slika 2.24 Popis odabranih utora i izgled utora.....	22
Slika 2.25 Prikaz koljena i njegovih limita.....	23
Slika 2.26 Postupak izrade pripreme rubova.....	24
Slika 2.27 Prikaz rezultata alata „End Cut“.....	24
Slika 2.28 3D model sekcije dvodna.....	25
Slika 2.29 3D model prstenaste sekcije.....	25
Slika 3.1 Radionička tehnološka dokumentacija [8].....	26
Slika 3.2 Ulazak u radno sučelje „Drafting“.....	27
Slika 3.3 „Drafting“ sučelje.....	27
Slika 3.4 Prikaz dobivenog pogleda pomoću naredbe „Isometric“.....	28
Slika 3.5 Proces ulaska u „3D Clipping“.....	29
Slika 3.6 Prikaz alata „Clipping“.....	29
Slika 3.7 Dobiveni presjek dvoboka pomoću alata „Clipping“.....	30
Slika 3.8 Proces izrade okvira i sastavnice.....	30
Slika 3.9 Postupak export-a nacrtu u 3D Experienc-u.....	31
Slika 4.1 Piramidalni sustav montaže.....	32
Slika 4.2 Prikaz otočnog sustava gradnje.....	33
Slika 4.3 Skica porstenastog sustava gradnje.....	34
Slika 4.4 Prikaz odabrane sekcije na montažnom nacrtu [6].....	35
Slika 4.5 Prikaz tablice u kojoj je redosljed sklapanja sekcije [6].....	35

Slika 4.6 Proces montaže dvodna trupa brod [1].....36



## **8. SAŽETAK**

Tema ovog rada bila je izrada tehnološke dokumentacije prema detaljnom modelu broskog trupa. U radu se može pronaći u kratko opisana potrebna dokumentacija za izradu broda te proces ugradnje sekcije na navozu. Detaljno je opisano modeliranje 3D modela brodske sekcije koju modeliramo u softveru 3D Experience. Cijeli proces izrade modela je detaljno opisan slikama. Izrađeni nacrti radioničke dokumentacije nalaze se pod priložima.

Ključne riječi: brodogradnja, radionička dokumentacija, modeliranje, 3D Experience

## **SUMMARY**

The subject of this paper was the creation of technological documentation according to a detailed model of the ship's hull. In the work you can find a short description of the necessary documentation for construction of the ship as well as the process of installing the section on the ship dock. The modeling of the 3D model of the ship section, which we model in the 3D Experience software, is described in detail. The whole process is shown and described in pictures. Drafts of the manufacturing documentation are included in the attachments.

Keywords: shipbuilding, manufacturing documentation, modeling, 3D Experience

## **9. PRILOZI**

1. Radionički nacrt sekcije dvoboka 3350

2.Sastav sekcije 3350