

4.13 Model završnoga izvješća

Sveučilište: Sveučilište u Rijeci
Fakultet: Tehnički fakultet

Akadska godina: 2010/2011



ZAVRŠNO IZVJEŠĆE o studentskoj praksi

Student: Amra Botonjić

Matični broj studenta: 0069044361

Studijska godina: 2. godina

Modul: Stručni studij strojarstva (smjer: B)

Ime akademskoga mentora: Zoran Jurković

Ime industrijskoga mentora: Goran Matović

2011, Kragujevac

1. Opće informacije

Student			
Ime studenta: Amra Botonjić		Studijska razina: <input type="checkbox"/> Preddiplomski <input type="checkbox"/> Diplomski <input checked="" type="checkbox"/> Stručni	
Matični broj: 0069044361	Adresa e-pošte: amboton@riteh.hr		Telefon: 091/450-6342
Razdoblje prakse	Od: 29.07.2011.	Do: 24.08.2011	Broj sati: 144
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: SCGM d.o.o			
URL: www.scgm.com			
Adresa: ul. 19. Oktobra 2		Grad: Kragujevac	
Ime industrijskoga mentora: Goran Matović		Pozicija: Direktor	
Adresa e-pošte: gmatovic@scgm.com		Broj telefona: +381 34/304-560	

2. Zahvalnice

Prvo se želim zahvaliti svom akademskom mentoru, docentu dr.sc. Zoranu Jurkoviću i Tempus projektu što su mi je omogućili odlazak na stručnu praksu u Kragujevac koje mi je bilo nezaboravno iskustvo, te industrijskom mentoru Goranu Matoviću, dipl.ing. i cijeloj ekipi poduzeća SCGM d.o.o što su me primili uz veliko gostoprimstvo na određivanje stručne prakse gdje sam uz njihovu pomoć mnogo toga naučila o polimernim materijalima, injekcijskom prešanju, te o konstrukciji alata što će mi u daljem školovanju u mnogome koristiti.

3. Uvod

Firma SCGM d.o.o. se nalazi u industrijskom dijelu grada Kragujevca, osnovana je 2004.g. i nastala je kao rezultat udruživanja iskustva u oblasti dizajna i projektiranja tehničkih proizvoda s jedne strane i iskustva u projektiranju i izradi alata za brizganje plastike s druge strane.

Po strukturi kapitala predstavlja mješovito njemačko-srpsko poduzeće i skoro cjelokupna djelatnost projektiranja i proizvodnje okrenuta je njemačkom tržištu odnosno tržištu Europske unije.

Biti u vrhu po kvalitetu i znanju – osnovna je filozofija poslovanja ove mlade, ali već dokazane firme.

Danas SCGM d.o.o. predstavlja moderno poduzeće sa 50 zaposlenih.

Područje industrijskog dizajna i projektiranja proizvoda (sklopova) koncipirana je prvenstveno putem suradnje s partnerskom firmom HS CAD/CAE iz Njemačke (koja je ujedno i suosnivač firme).

Dugogodišnja iskustva u projektiranju pozicija i sklopova za najveće njemačke firme u domenu autoindustrije, medicinske industrije, farmaceutske industrije, optičke industrije i dr. učinili su da SCGM je pouzdan partner svakoj firmi koja želi da svoju poslovnu ideju realizira na tržištu (sl.3.1)



Sl. 3.1

Firma SCGM u svojoj djelatnosti pokriva:

- područje industrijskog dizajna i projektiranja proizvoda
- područje izrade prototipova
- područje izrade alata za prototipsku i serijsku proizvodnju
- proizvodnja artikala od plastike
- montaža sklopova

Jedan dio njihovih realiziranih projekata su prikazani na slici 3.2



Sl. 3.2

U suradnji sa kompanijom Solutions iz Hamburga i kompanijom Henkel iz Düsseldorf-a SCGM je izradom alata za proizvod "Promobox" i brizganjem 350.000 sklopova uključujući montažu, pakovanje i transport uspješno pomogao promotivnoj akciji kompanije Henkel u Njemačkoj (sl.3.3)



Sl. 3.3

4. Ciljevi PSP-a i metodologija

Prije početka stručne prakse moj akademski mentor dr.sc. Zoran Jurković mi je zadao zadatak koji sam pri dolasku u poduzeće zajedno sa svojim industrijskim mentorom Goranom Matovićem razradila te napravila plan održavanja studentske prakse koji mi je pomogao da realiziram sve postavljene zadatke.

Plan održavanja studentske prakse sastoji se od mojih dužnosti koje sam odradila u planiranom razdoblju trajanja stručne prakse:

1. Proučavanje literature o polimerima i injekcijskom prešanje
2. Upoznavanje s procesom injekcijskog prešanja
3. Pročavanje i upoznavanje s već postojećim gotovim alatima u alatnici i njihovom konstrukcijom u Catia-i
4. Konstruiranje novog alata u Catia-i
5. Upoznavanje i rad u MoldFlow 2010 (analiza tečenja materijala)
6. Izračunavanje troškova konstrukcije, izrade i montaže alata.

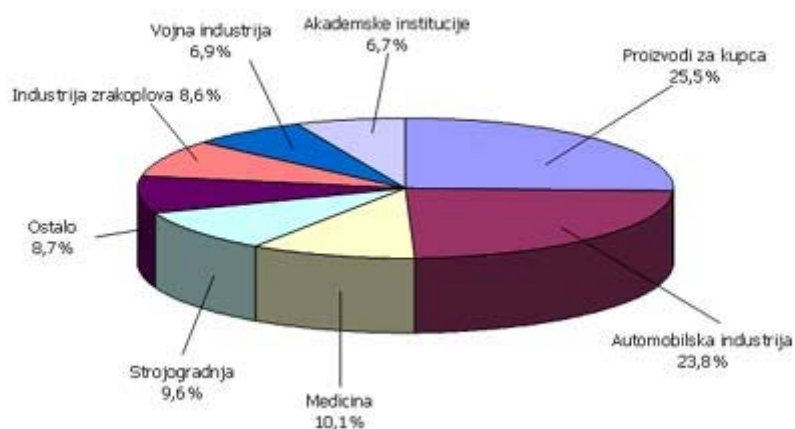
5. Opis posla

Prvi dan stručne prakse industrijski mentor Goran Matović ukratko mi je pokazao poduzeće, djelatnost poduzeća, radno osoblje, tržište i proizvode kojima se bave, sve ciljem kako bih se pobliže upoznala s poduzećem u kojem ću odraditi stručnu praksu.

Moja stručna praksa započinje s upoznavanjem kroz dostupnu literaturu (Boško Perošević "Kalupi za injekciono presovanje plastomera"; Tim A. Osswald, Lih-Sheng Turng, Paul Gramanne "Injection Molding Handbook") općenito o polimernim materijalima i injekcijskom prešanju.

U posljednjem desetljeću sve više se javlja potreba za izradom dijelova od polimernih materijala, zbog napretka u istraživanju i primjeni plastičnih masa, ali i zbog napretka u razvoju procesa prerade polimera. Upotreba polimernih materijala je u stalnom porastu u odnosu na metale. Razlog stalno rastućoj primjeni polimernih materijala i istiskivanje metala iz mnogobrojne primjene leži u mnogim povoljnim svojstvima polimera. Polimeri su niske gustoće, imaju visoku čvrstoću, postojani su u nekim vidovima korozije, jeftiniji su od metala i lako se proizvode. Pojedini polimerni materijali su pogodni za masovnu proizvodnju zbog jednostavnosti postupaka prerade polimera ali i zbog ekonomske opravdanosti pojedinih proizvodnih postupaka. Polimeri su zbog svojih svojstava vrlo zanimljivi i kao alternativni konstrukcijski materijali u sve više područja, iako prilikom njihove primjene treba biti svjestan i njihovih ograničenja, mana i razlika u odnosu na klasične konstrukcijske materijale, prvenstveno na metale.

Zbog svih ovih svojstava polimerni materijali su pronašli masovnu primjenu u različitim područjima kao što su: automobilska industrija, brodograđevna industrija, informatička industrija, industrija pakiranja i zaštite (posebice prehrambenih proizvoda) kućna i uredska primjena, robe široke potrošnje (sl. 5.1)



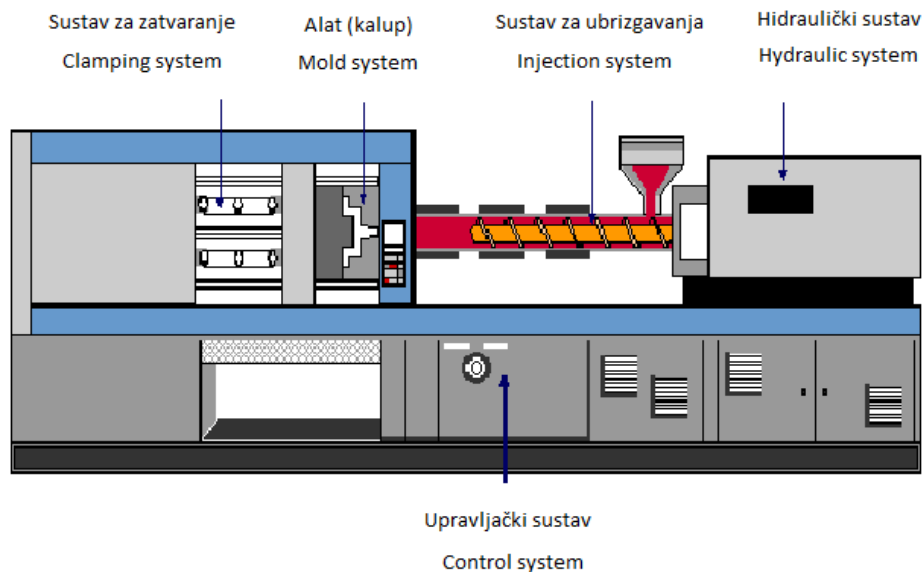
Sl. 5.1 Primjena polimernih materijala

Veliki broj poznatih polimera i brzi razvoj omogućen je miješanjem dvaju ili više vrsta polimera, kopolimerizacijom i upotrebom različitih dodataka čime nastaju potpuno nove vrste polimernih materijala.

Plastomeri su jedna od podvrsta polimera koji pri rastu temperature omekšavaju (formiran komad se može zagrijati i preoblikovati) te se potom, pri opadanju temperature skrućuju i na taj način dobivamo konačni oblik gotovog izratka zbog čega su danas prema preradi najproširenija skupina polimernih materijala.

Prerada plastomera injekcijskim prešanjem najstariji je i najrazvijeniji postupak prerade plastike. Injekcijsko prešanje ima svoje početke još u 19. stoljeću kada se susrećemo sa rješenjima strojeva koji omogućuju injekcijsko prešanje prirodnih, modificiranih plastomera. Injekcijskim se prešanjem prerađuju sve vrste polimera, danas injekcijskim prešanjem se prerađuju i keramičke smjese, kombinacije različitih materijala (npr. plastika, metal i keramika), pa i žive stanice. Istodobno se i tlačno lijevanje metala isto može smatrati inačicom injekcijskog prešanja.

Injekcijsko prešanje (sl.5.2) izvodi se na način da se polimerne tvari potrebne smične viskoznosti iz jedinice za pripremu i ubrizgavanje ubrizgavaju pod tlakom u temperiranu kalupnu šupljinu. Nakon polireakcije i umreživanja, geliranja ili hlađenja izradak se skruti i postaje pogodan za vađenje iz kalupne šupljine.



Sl. 5.2 Injekcijsko prešanje

Nakon što sam stekla osnovno teorijsko znanje krenula sam u obilazak pogona SCGM-a da vidim kako to u stvarnosti izgleda proces. U pogonu za preradu plastike posjeduju suvremene CNC strojeve za preradu plastike injekcijskim brizganjem i to dijelova od 1 do 450 g. SCGM je u mogućnosti su da prerađuju veliki broj tehničkih plastomera (PA, PC, ABS, POM, PBT) kao i plastomera za široku potrošnju (PP, PE i dr).

Moderni strojevi te korištenje tehničkih baza svih renomiranih proizvođača plastomera omogućuju nam da uz kvalitetne alate osiguraju visoku kvalitetu tehnički složenih komponenti. Dokaz tome je da su njihovi proizvodi prisutni u njemačkoj autoindustriji, elektroindustriji i dr.

Firma trenutno posjeduje šest strojeva za injekcijsko brizganje (sl. 5.3) :

- Battenfeld Plus 350
- Battenfeld HM40/130
- Battenfeld TM 1000/350
- Battenfeld BK 1300/315
- Battenfeld BK 2500/800
- KM 160/180/55 CXZ (dvokomponentno brizganje)



Sl. 5.3 Strojevi za injekcijsko brizganje

Pošto jedna od djelatnosti firme SCGM d.o.o je konstruiranje i izrada alata (sl. 5.4.) za prototipsku i serijsku proizvodnju, dio pogona zauzima moderna opremljena alatnica u kojoj su spremni da u veoma kratkom roku izrade kvalitetne i precizne alate koji osiguravaju visoku kvalitetu proizvoda u procesu serijske proizvodnje.



Sl. 5.4 Poliranje gotovog alata

Koristeći strojeve s CNC upravljanjem, s kadrom koji posjeduje višegodišnja iskustva u alatničarstvu i koristeći suvremene CAM tehnologije u mogućnosti su ponuditi alate visokih performansi.

Za izrada alata koriste se sljedeći strojevi:
(sl.5.5)

CNC glodalice:

Mikron VCP 1350 TNC 426

Mikron UM600 TNC 426

TOS FNG40 TNC 355

Konvencionalna glodalica:

MAHO 800

Erozimati:

Charmilles Roboform 20 CNC

Dieter Hansen 750C NC

Agie Agiematic C

Ostali strojevi:

BLOHM - brusilica

Jung HF50RD - brusilica

TOS SN40 B – tokarilica



Sl. 5.5 Strojevi za izradu alata

Kako bi završni proizvod-alat zadovoljava visoko postavljene kriterije potrebno je koristiti virtualne alate primjenom naprednih softverskih rješenja, kao što je softver Catia (sl. 5.6), koji koriste u SCGM, pomoću kojeg je omogućen cijelovit pristup konstrukciji i simulaciji gibanja kalupa, te izradi kalupa i kalupnih šupljina generiranjem NC koda za strojnu obradu.

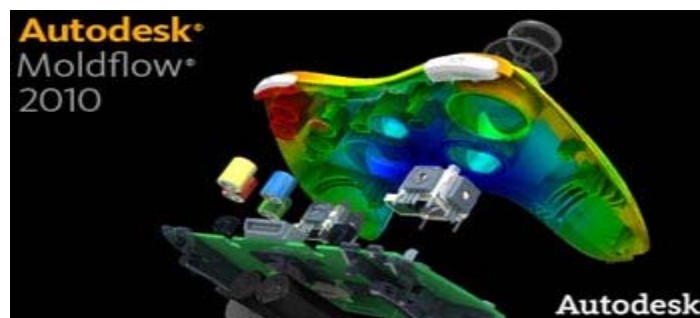
Prije nego što ću ja započeti sama konstruirat alat proširivala sam svoje znanje u Catia-i, te proučavala već gotove konstrukcije alata.



Sl. 5.6 Catia

Od softverskih podrški također posjeduju licencu za MOLDFLOW 2010 (sl.5.7). Pošto sam prvi put se susrela s ovom analizom jedna od djelatnica firme, kojoj je to specilizacija, detaljno mi je pokazala te objasnila rad ovog softvera. Program Autodesk Moldflow Adviser je dio Autodesk-ovih rešenja za izradu digitalnih prototipova. Nudi alate koji su jednostavni za upotrebu, a olakšavaju simulacije i optimizaciju lijevanog komada, kalupa i alata, daleko prije početka proizvodnje. Simuliranjem postupka lijevanja pod pritiskom u okviru digitalnog prototipa, može se smanjiti broj fizičkih prototipova i time pojeftiniti razvoj i ubrzati vrijeme potrebno da proizvod stigne do tržišta.

Autodesk Moldflow Adviser pojednostavljuje simulaciju lijevanja pod pritiskom i olakšava optimizaciju elemenata poput ulivnih točaka, razvodnih kanala i otvora. Program vodi projektanta kroz priprema podešavanja i interpretaciju rezultata i omogućava uvid u utjecaj promjene debljine zidova, pozicije ulivnih tačaka, izbora materijala i promjenu geometrije, na proizvodnost. Rješavanjem potencijalnih problema simulacijom procesa lijevanja pod pritiskom, Autodesk Moldflow Adviser omogućava inženjerima projektiranje polimernih elemenata bez pogreške.



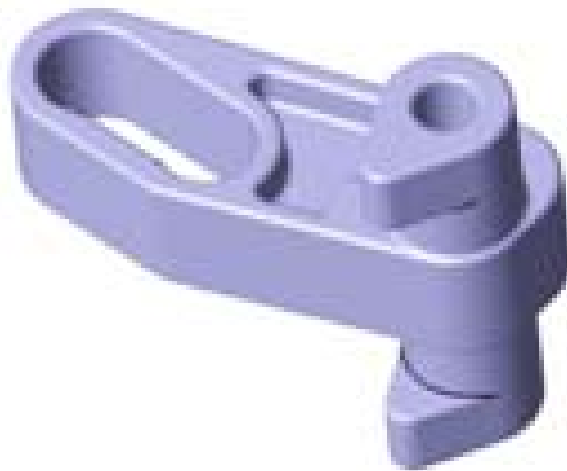
Sl. 5.7 MoldFlow

6. Rezultati

Moje obavljanje stručne prakse rezultiralo je za mene vrlo pozitivno, uz proširivanje znanja o polimernim materijalima i o procesu injekcijskog prešanja, naučila sam konstruirati alat za injekcijsko prešanje što će mi mnogo pomoći kroz daljnje školovanje, kao i nakon njega, tj. kod traženja budućeg zaposlenja.

Drugi dio obavljanja stručne prakse započeo je u drugom tjednu kad sam dobila svu potrebnu dokumentaciju izratka nužnu za konstruiranje alata.

Moj zadatak je bio konstruirati alata za izradak koji je prikazan na slici 6.1.



Sl. 6.1 Izradak za koji se radi konstrukcija alata

Konstrukcija alata se ne može započeti bez projektnog zadatka. Projektni zadatak sadrži opće podatke za alat/izradak, rokove za okončanje, podaci vezani za stroj, broj gnijezda i gabariti alata, tip alata, uljevni sustav, sustav temperiranja, sustavi vađenja izratka, oznake na alatu i ostalo.

Kako bi znala sve kritična mjesta tijekom brizganja izratka koristim i MoldFlow analizu (sl.6.2)

Part- naziv dijela koji se simulira

Dual domain mesh- tip mreže konačnih elemenata koji se primenjuje (u ovom slučaju je Dual domain, tj. površinska mreža; postoje još i Midplane i 3D mreža)

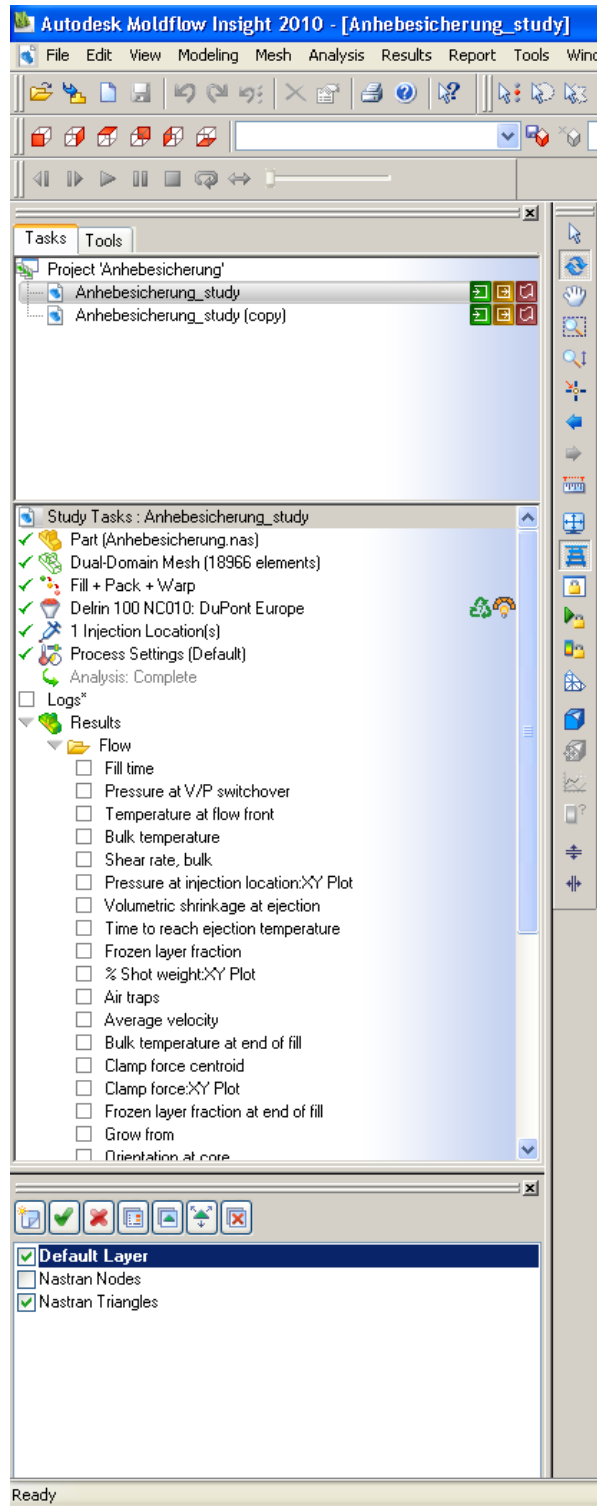
Fill+Pack+Warp- tip simulacije koji je zadat da se izvrši; Ovo je simulacija popunjavanja+“peglanje“(djelovanje naknadnim pritiskom)+deformacija

Delrin 100- naziv materijala koji se koristi za simulaciju, pripada grupi POM materijala (poliacetala)

1 injection location- broj mjesta uljevanja (u ovom slučaju je jedno mjesto uljevanja, postavljeno na vrh uljevne grane; ostatak uljevnog sustava je uvežen u softver zajedno s 3D modelom)

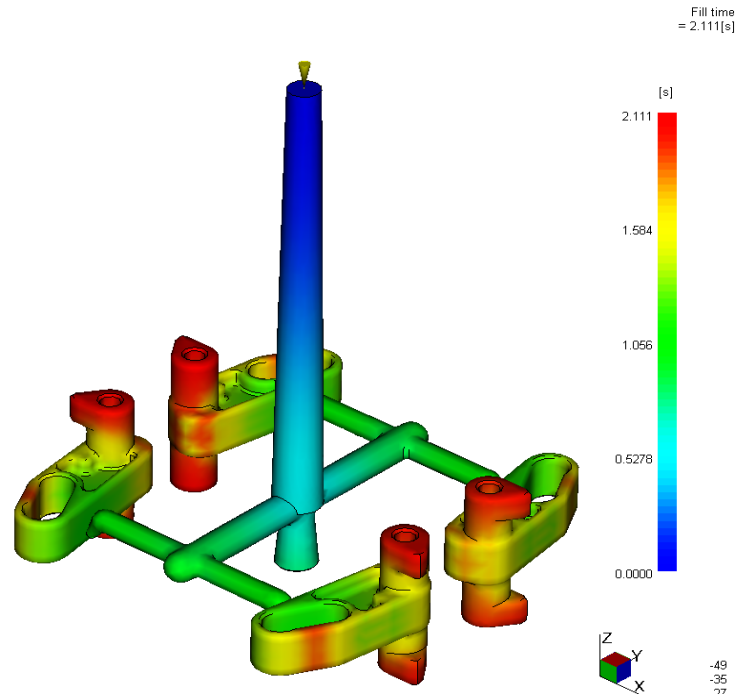
Process settings- podešavanja za proračun procesa brizganja (mogu se zadati vrijednosti za sve parametre brizganja: brzine brizganja, tlak, temperature rastopa i alata...)

Na osnovu rezultata simulacije mogu se vidjeti potencijalni problemi prije nego što se uđe u realizaciju alata, odnosno već u fazi izrade koncepcije alata, na početku konstruiranja.

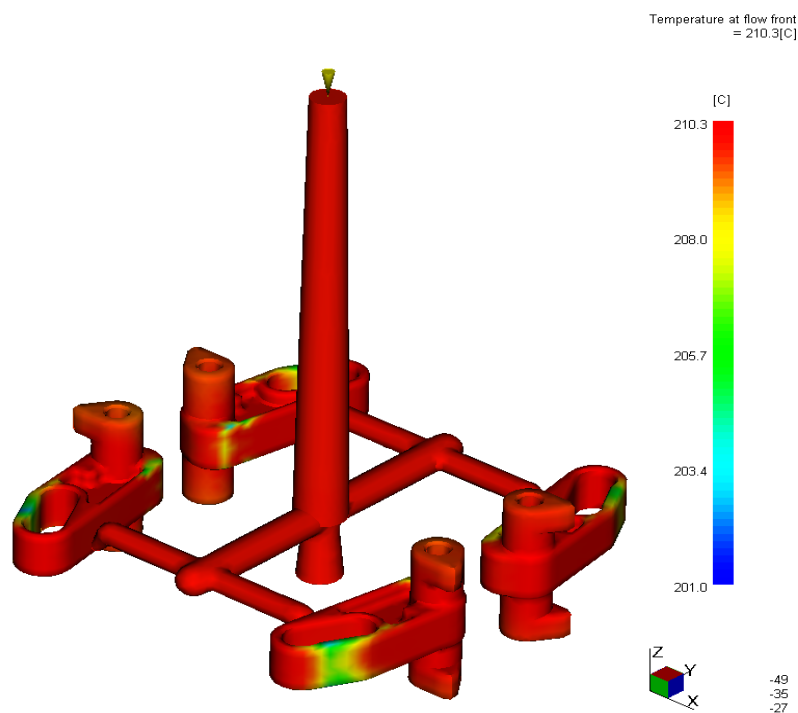


Sl. 6.2 Moldflow

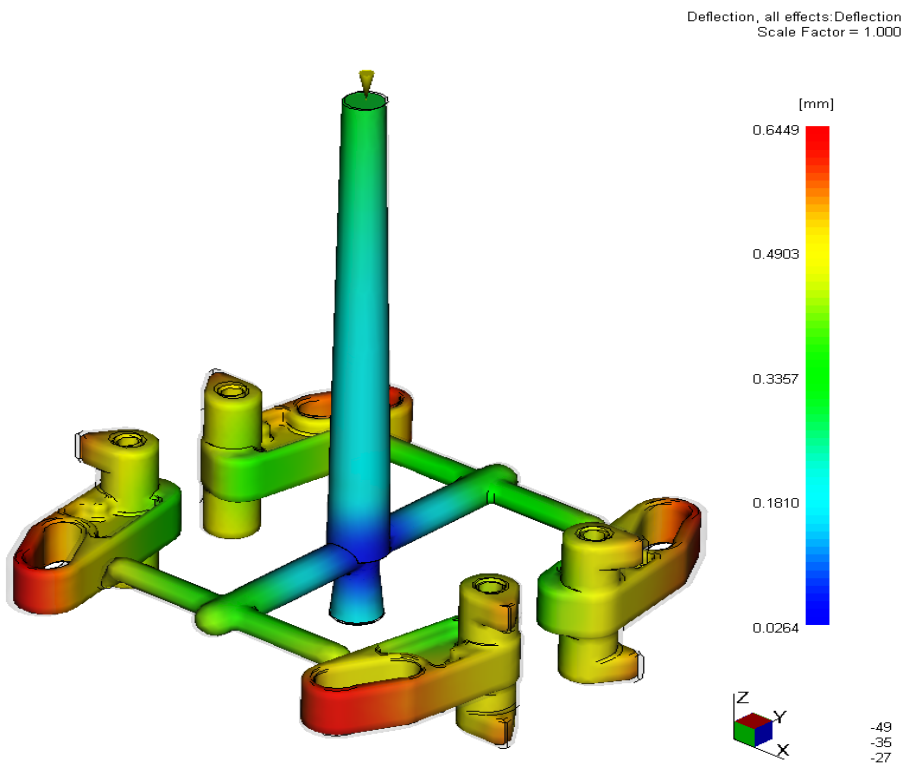
Neki od rezultata simulacije prikazani su na sljedećim slikama:



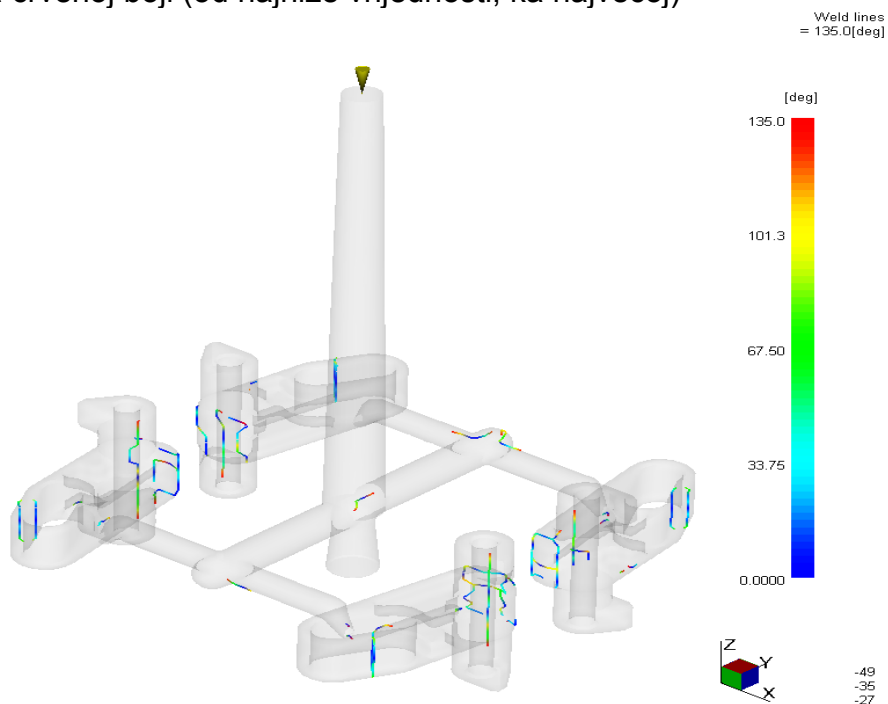
Sl. 6.2.1 Vrijeme popunjavanja kalupa - potrebno je 2.1s da se ispuni kalupna šupljina (crvenom bojom su prikazane zone koje se posljednje popunjavaju)



Sl. 6.2.2 Temperature fronta mase, prilikom tečenja kroz kalup

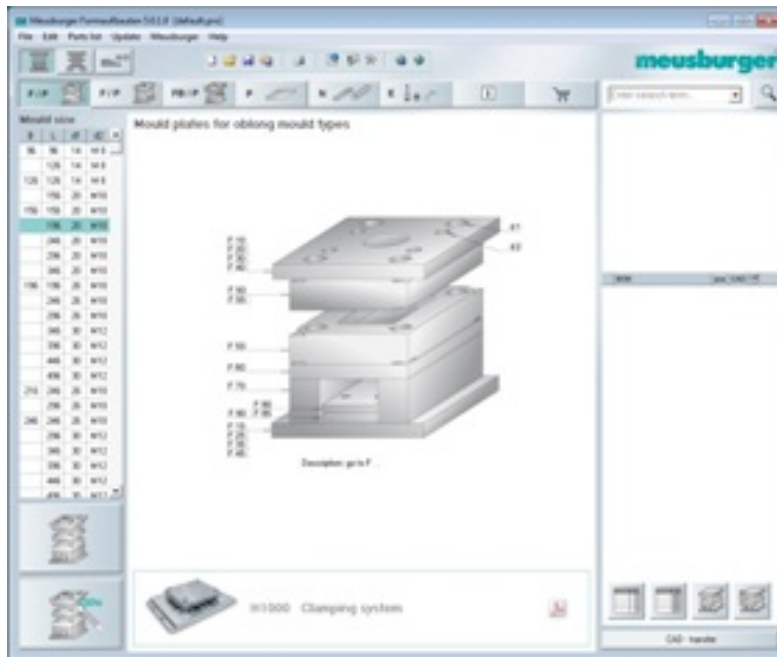


Sl. 6.2.3 Ukupna deformacija dijela - vrijednosti su od 0.026mm do 0.6449mm, i prikazane su od plave ka crvenoj boji (od najniže vrijednosti, ka najvećoj)



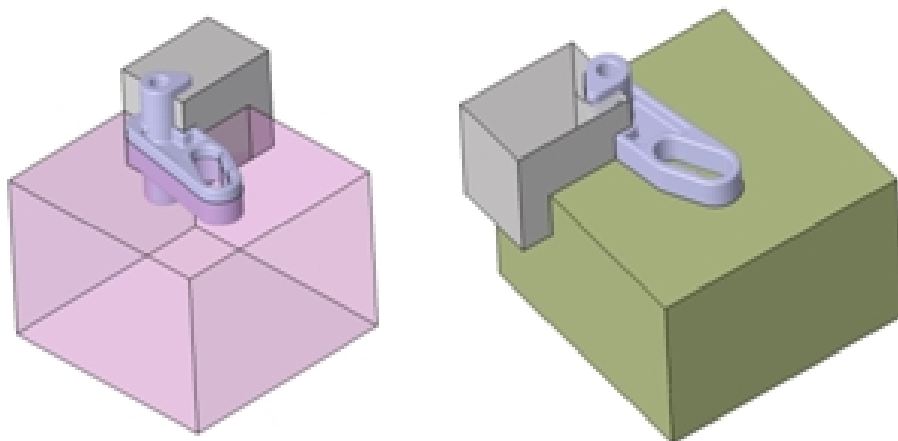
Sl. 6.2.4 Potencijalni problemi: Linije stapanja (javljaju se na sudaru dvije fronte masa)

Konstrukciju alata započinjemo s odabirom kućišta, prvo gledamo gramažu izratka pa prema tome određujemo na kojem će stroju biti postavljen alat te po tome možemo znati dimenzije kućišta, ekonomičnije je odabrati standardno kućište, te sam stoga odabrala iz kataloga "Meusburger" kućište dimenzija 156x196 (sl. 6.3)



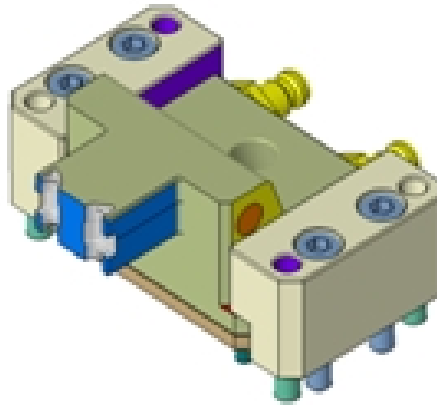
Sl. 6.3 Kućište iz kataloga "Meusburger"

Slijedi određivanje položaja i količina izradaka u kalupu. Tu sam odredila da će se s ovim alatom moći brizgati 4 izratka odjednom. U alatu je potrebno odabrati podjelu muških i ženskih dijelova kalupa i raspored gnijezda, te konstruirati oblik umetka koji će nalaziti u pokretnoj, a koji u nepokretnoj strani alata (sl.6.4)



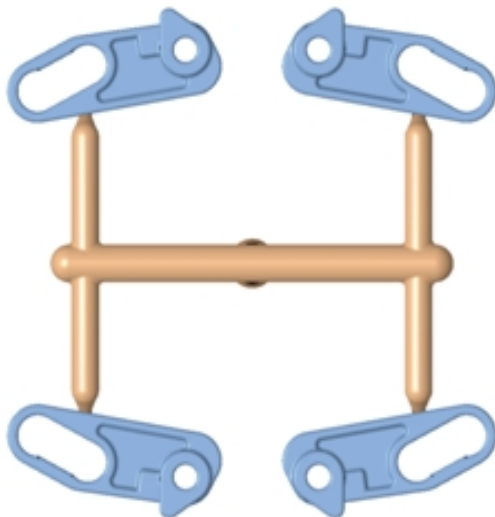
Sl. 6.4 Umetak u pokretnoj i nepokretnoj strani alata

Zbog negativnih kutova na ovom izratku potrebni su nam klizači (sl.6.5) koji ih definiraju. Uz klizače konstruiram letve i pločice za klizanje bez kojih klizač ne bi mogao izvršiti svoju funkciju. Pomoću zatika, letva se centrira u odnosu na ploču.

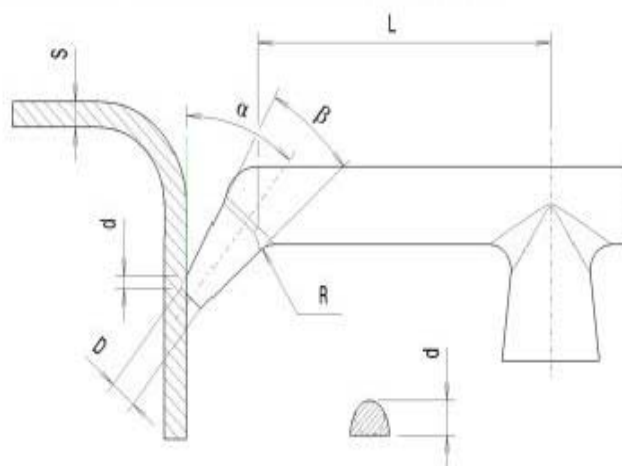


Sl. 6.5 Klizač

Kako sam već odredila mjesto ulijevanja preostaje mi odrediti položaj i konstruirati tunel uljevka (sl.6.6.1) kod kojeg treba voditi računa o njegovom izbijanju. Kutovi i dužina tunela, kao i rastojanje L moraju biti tako dimenzionirani kako bi se osigurala elastična deformacija tijekom izbijanja. (sl.6.6.2)



Sl. 6.6.1



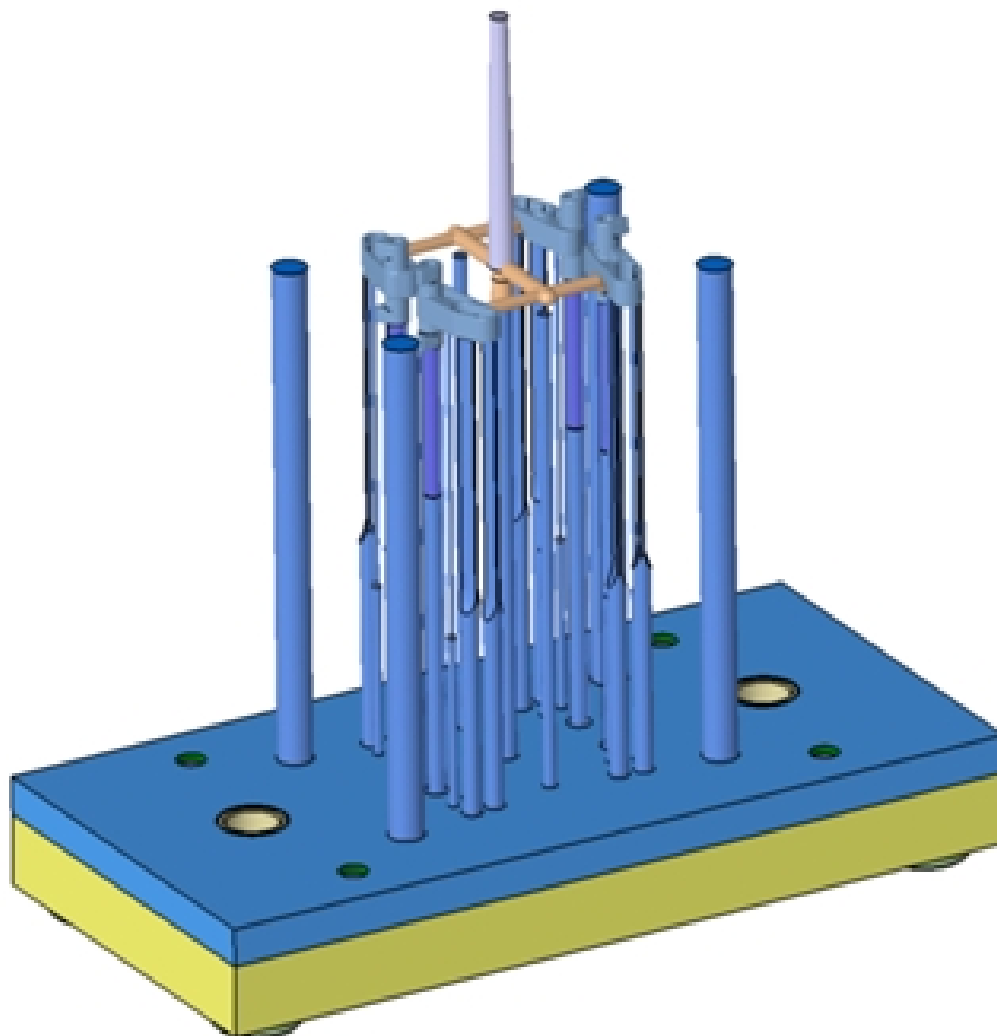
Sl. 6.6.2

Sljedeći korak pri konstruiranju alata je bio odrediti kako i na koji način će se alat hladiti. Temperiranjem ili hlađenjem alata odvodi se toplina mase i dovoljno ohladi proizvod, tako da se bez deformacije izbacila iz kalupa. Raspored kanala treba prilagoditi različitim temperaturnim zonama koje se moraju brzo i jednako ohladiti. Posebno treba paziti na čvrste ili uprešane spojeve zbog mogućeg različitog toplinskog istezanja. Pri postavljanju kanala treba postići što bolje hlađenje, a s druge strane ne oslabiti krutost kalupnih ploča. Zbog jednostavnosti se izrađuju bušenjem pa su kružnog poprečnog presjeka. Pri temperiranju treba osigurati adekvatan raspored i dimenzije kanal. Osnovna uloga temperiranja alata je da osigura odgovarajuće vrijeme ciklusa brizganja i odgovarajuće toplinske tehnološke uvjete za preradu polimera. Neadekvatno temperiranje može imati negativne posljedice po geometriji i kvaliteti površine dijela. Osnovni preduvjet za kvalitetno temperiranje je ujednačena temperatura alata u svim njegovim zonama i dovoljni toplinski kapacitet sistema za temperiranje kojim se može kontrolirati proces brizganja. Promjeri kanala za temperiranje se usvajaju u odnosu na debljinu zida s (sl. 6.7)

s [mm]	D [mm]	b [mm]	a [mm]
≤1	4,5÷6	10÷13	11÷15
1÷2	6,0÷9	13÷19	15÷21
2÷4	8,5÷11	19÷23	21÷27
4÷7	11÷14	23÷31	27÷35

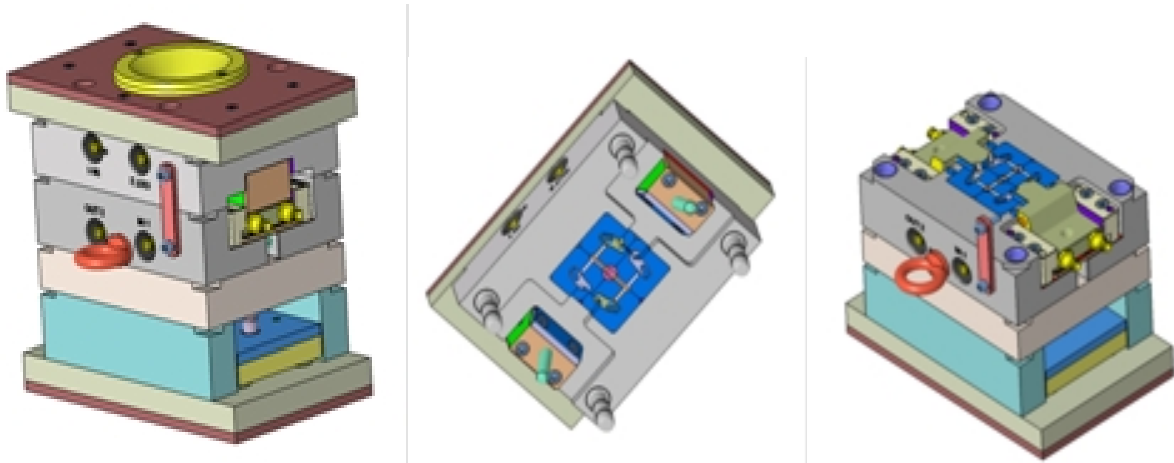
Sl. 6.7 Izbor promjera kanala za temperiranje

Pomična strana služi za zatvaranje i otvaranje kalupa te vađenje, odnosno odvajanje proizvoda. Pri otvaranju alata proizvod mora ostati na pomičnoj kalupnoj ploči. Za svoj alat sam izabrala vađenje gotovog proizvoda pomoću izbacivača (sl.6.8). Vađenje proizvoda je pomoću izbacivačkog sustava koji se sastoji od osnovne i pridržne ploče, izbacivala, izvlakala i potisnog trna. Za vrijeme otvaranja alata potisni trn naiđe na graničnik i zaustavi izbacivački sustav. Pošto se kalupna ploča i dalje pomiče, izbacivači se izvlače iz nje i izbacuju proizvod. Pri određivanju položaja izbacivača treba voditi brigu o ravnomjernom vadenju proizvoda. Dužinu izbacivača i oblik čela treba prilagoditi kalupnoj šupljini (gnijezdu). Presjek izbacivača treba biti dovoljno velik da na proizvodu ne ostaje otisak ili da se ne ošteti neka njegova vidna i funkcionalna ploha.



Sl. 6.8 Izbacivači na pokretnoj strani alata

S ovime završavam konstrukciju alata koji je prikazan na slici 6.9. Konstrukcija alata je poslana na daljnje provjere koje će obaviti nadređeni pomoću kontrolne liste (verifikacije 3D konstrukcije alata) ako svi koji provjeravaju su usuglašeni onda znači da je konstrukcija alata dobra i da se može napraviti operacijska lista nakon koje se alat šalje na izradu.



Sl. 6.9 Gotova konstrukcija alata



Sl. 6.10 Realni izgled alata

7. Literatura

1. Boško Perošević „Kalupi za injekciono presovanje plastomera“.
2. www.scgm.com
3. Tedi Mendiković, Zoran Jurković, Mladen Perinić, Vesna Mandić “Konstruiranje kalupa za injekcijsko prešanje primjenom reverzibilnog inženjerstva“, MTSM 2011, Split.
4. Dubravka Siminiati, Loreta Pomenić, Franjo Oršić “Određivanje osnovnih parametara za injekcijsko prešanje plastike“, Engineering Review, Vol.28 No.1 2008.

8. Zaključci

Iako mi nije ovo prvi put da se susrećem s postupkom injekcijskog brizganja polimera, po prvi put sam mogla vidjeti kako sve zapravo u stvarnosti funkcionira od samog dobivanja zahtjeva pa sve do isporuke alata klijentu. Mislim da mi je ovakav način izvođenja prakse bio veoma koristan te na taj način sam se imala prilike detaljno upoznati s postupkom brizganja, ali i ponajviše s konstrukcijom alata bez kojeg je ne moguće započeti proizvodnju. Tijekom prakse upoznala sam se s polimerima i njihovim značajem u današnjem suvremenom svijetu, te proširila i nadopunila svoje znanje vezano za konstruiranje pomoću programa Catia-i te sigurna sam da će mi to koristiti u daljnjem studiranju. Jedno od najvažnijih iskustva koje sam dobila tijekom prakse je osjećaj odgovornosti prilikom konstruiranja alata jer od njega ovisi kasnija izrada nekog proizvoda koji će imati neki svoj životni vijek. Nakraju znanja stečena kroz praksu su jako motivirajuća, zanimljiva, poučna i svakako predstavljaju nezaboravno iskustvo.

Datum: 24.08.2011. _____ **Mjesto:** Kragujevac _____

Potpis studenta:

Potpis industrijskoga mentora:
