

# Priručnik za modeliranje i konstruisanje u SolidWorsku.

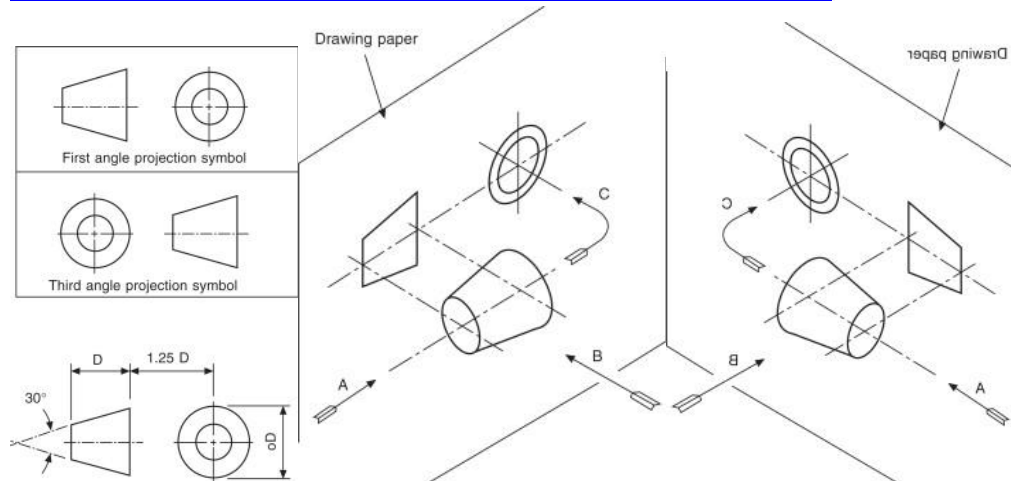
**Ovaj priručnik predstavlja bazu podataka i „caka“ koji će olakšati rad studentima i inženjerima u projektovanju i izradi projektnih zadataka u sw i sličnim softverima za modeliranje i na tržištu srbije. Osnovna ideja da se priručnik stalno proširuje sa novim resursima koji mogu pomoći u rešavanju i prevažilaženju problema... Stoga su svi predlozi i primedbe kako da se proširi i unapredi ovaj priručnik dobor došle, kako od strane studenata tako i od strane kolega. U napred zahvalan na pomoći, sugestijama i primedbama.**

Ovaj priručnik zamišljen da se korist kao mail priručnik sa spiskom raznih materijala koji se mogu naći na internetu kako bi olakšao rad studentima pri modeliranju, dizajniranju i projektovanju sklopova u SolidWorsku, a i generalno. Handout će se proširivati kako se problemi koji nastanu u korištenju softvera i literature budu otklanjali. Stoga svaka studentska primedba će biti dobro došla kako bi se unapredio kvalitet svega onoga što je napisano ovde.

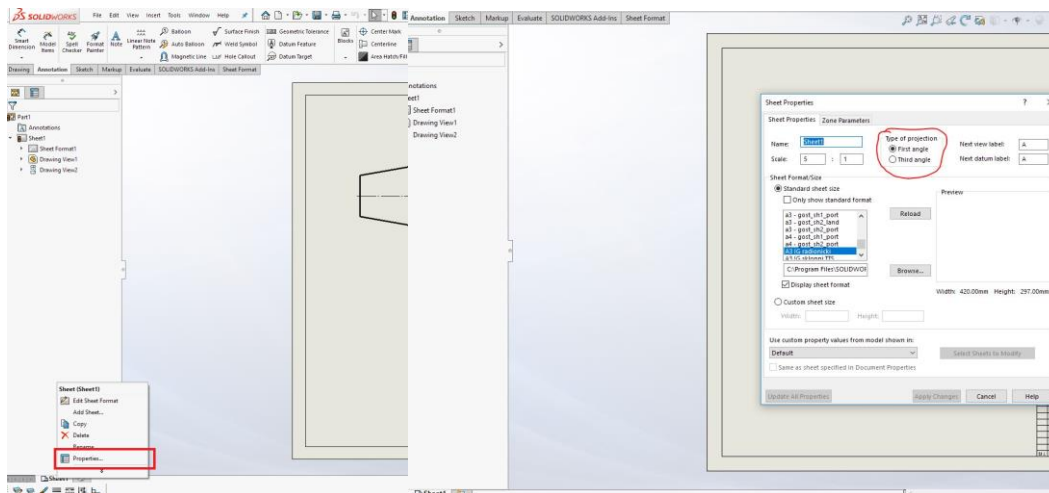
Handout će se sastojati iz 2 dela, gde će se prvi deo odnositi na edukacioni materijal, a drugi na literaturu, baze podataka, listu 3D modela za skidanje, kao i spiskove proizvođača razne opreme, materijala i gotovih delova.

Za početak:

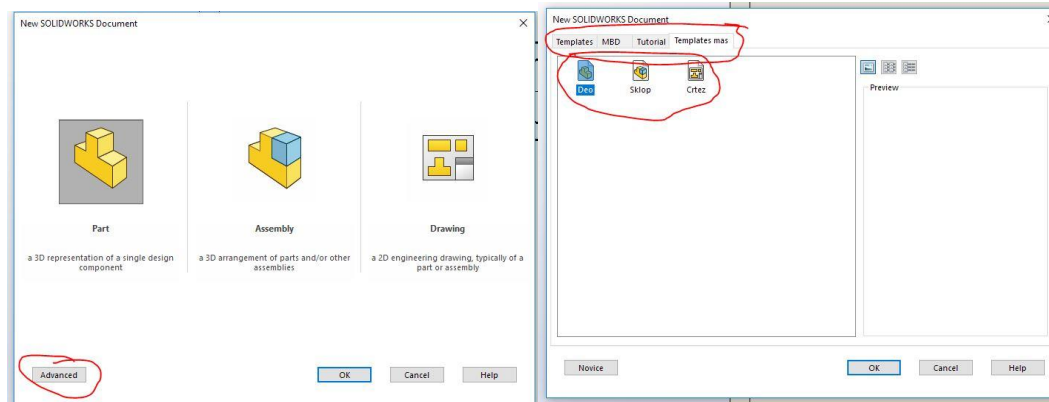
- Primena standarda pri izradi crteža: u svetu se razlikuju 2 vrste standarda koji se odnosi na način prikazivanja delova na crtežima a koji se razlikuju u načinu sa koje strane se deo posmatra pri projektovanju... Ovi standardi su poznati kao „Evropski“ ili ISO (First Angle) i „Američki“ (Third Angle) (Pogledati slike u prilogu). Suštinski videće da su ova dva standarda komplementarna i da jedan prikazuje isti deo sa jedne strane a drugi sa druge. (Link: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/angle-projection>)



Podేశavanje u SW



- Svaki crtež koji se izrađuje mora na sebi da poseduje Zaglavlje (Tablicu) na kojem stoje podaci o samom crtežu, tolerancijama, imenu prezimenu autora, nazivu dela, njegovoj oznaci, termičkoj obradi... Ova tablica je specifična i u glavnom postoje razlike u zavisnosti od onoga ko je primenjuje... Izgled tablice i neophodni podaci trebaju biti propisani standardom na nivou radionice, kompanije, neke druge veće ustanove, države i sveta (ISO). Svaka od strana ima pravo da prilagodi tablicu svojim potrebama zato će te videti razlike u tablicama. U okviru predmeta koristimo tablicu koja je propisana standardom u republici Srbiji. Napomena da je ovaj standard preporuka ali je osnova od koje se polazi i trebaju je svi studenti savladati. Ovu tablicu ste svi koristili na predmetu Inženjerska grafika, ona se može naći na sajtu fakulteta u vestima za predmete, vesti iz Inženjerske grafike, formati i sastavnice. Upustvo za instalaciju u bilo koju verziju SW nalazi se zajedno sa tablicama. Pri izradi crteže uvek koristiti templejte koji su dati na sajtu fakulteta. Pogledati slike kako se mogu aktivirati templejti kreiranju novog dela ili sklopa.



- Danas skoro svuda u svetu se koristi Metrički sistem mernih jedinica u čijoj osnovi se nalaze Metar, Kilogram, Sekunda, Kelvin.. kao neke od osnovnih jedinica a sa druge strane se nalazi Imperijalni sistem gde se koriste Inč, Yard, Funta, Sekunda, Farnahajt... I ako su ove jedinice zastarele i skoro ih ni jedna zemlja ih ne koristi u inženjerstvu zadnjih 10-15 godina, mnogi inženjeri se mogu sa njima susresti u praksi pošto je veliki deo industrije i razvoja svetske proizvodnje počivao na njima prethodnih nekoliko stotina godina... Primenu ovih jedinica kao osnovnih možete naći kod dimenzija standardnih cevi za konstrukcije, proizvodnji štampanih ploča u elektronici kao i raznim

uređajima i mašinama koje su konstruisane nakon drugog svetskog rata a koriste se i danas, stoga postoje u proizvodnji delovi definisani na ovaj način. Inače neophodno je naglasiti da je ceo svet koristi metrički sistem kao osnovu ali neke zemlje vrše konverziju u jedinice na koje njihova populacija navikla. (Zanimljiv video ako vas interesuje više o sistemu jedinica u americi: [https://www.youtube.com/watch?v=SmSJXC6\\_qQ8](https://www.youtube.com/watch?v=SmSJXC6_qQ8)). (Nova definicija kilograma: [https://www.youtube.com/watch?v=c\\_e1wITe\\_ig](https://www.youtube.com/watch?v=c_e1wITe_ig)) Danas u modernom inženjerstvu svi novi proizvodi se projektuju uglavnom u metričkom sistemu, međutim zbog zastarelih tehnologija koje se primenjuju treba poznavati i načine kovezije između određenih sistema.

	Imperial	Metric
Pounds - Kilogram	1 Lbs	0.45359237 Kg
Gallon - Litre	1 gal	4.54609 L
Miles - Meter	1 mi	1609.344 m
Foot - Meter	1 ft	0.3048 m
Inch - Milimeter	1"	25,4mm

## INČNI NAVOJ

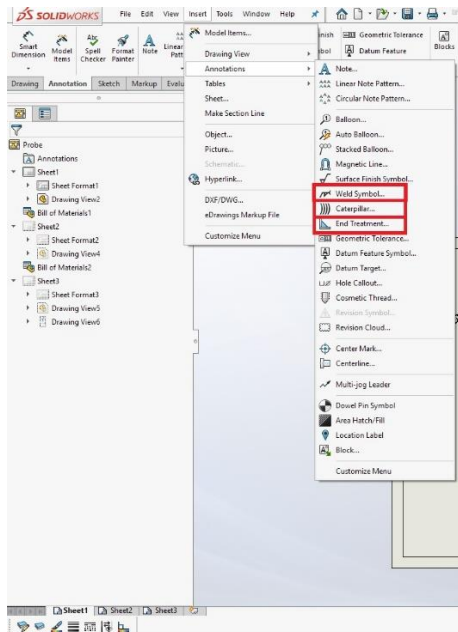
Zbog postojanja velikog broja mašina, mašinskih delova i tehnologija koje su projektovane po starom imperijalnom sistemu u modernom projektovanju praktično je još uvek nemoguće izbeći „inčne navoje“ za razliku od metrikčkih navoja inčni su definisani na malo drugačiji način. Kod nas se u praksi sa inčnim navojima obično možete susresti kod spajanja cevi stoga možete često čuti cevni navoj...

Metrički navoj	Inčni
Nazivni prečnik u „mm“	Nazivni prečnik u „in“
M3, M4, M5, M6, M6x0,75	1/4"-20; 5/16"-18; 3/8"-16; 1/2"-13...
Korak je dat u mm kao rastojanje između dva susedna navojka	Korak navoja se definiše kao broj navojaka koji može da stane na dužinu od 1"
Kod metričkog navoja oznaka je „M“	Kod inčnih možete se susresti sa oznakama – UNC- Unified Coarse Threads; UNF- Unified Fine Threads. Kod kojih je ugao profila 60stepeni. Zatim kod cevi se koristi BSP-British Standard Pipe sa oznakom navoja „G“-paralelan profil ili „R“ – Konusan profil. Kao i kod Vitfortovog navoja sa uglom od 55 stepeni...
<a href="https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_metric_screw_thread">https://en.wikipedia.org/wiki/ISO_metric_screw_thread</a>	<a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Thread_Standard">https://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Thread_Standard</a> <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/British_Standard_Pipe">https://en.wikipedia.org/wiki/British_Standard_Pipe</a> <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/British_Standard_Whitworth">https://en.wikipedia.org/wiki/British_Standard_Whitworth</a>

Modeliranje u SW.

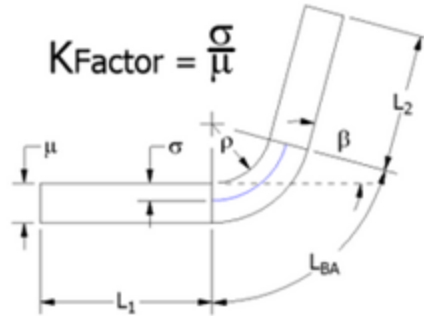
## WELDMENTS (Zavarane Konstrukcije)

- Weldments, poseban modul u SW koristi se kod izrade zavarenih konstrukcija. Ovim modulom se deo procesa crtanja modela automatizuje na takav način da nije potrebno modelirati svaki segment već je dovoljno da se postaviti u 3D sketch-u osnovnu konturu a zatim izabrati profile koji treba da je popune I kako treba da se uklape ti profili. Na narednim Linkovima mozete pronaci kvalitetne tutoriale za korištenje ovog modula:
  - o <https://www.youtube.com/watch?v=gAwVya8AfyM>
  - o <https://www.youtube.com/watch?v=DZaRjxQTW6M>
  - o <https://www.youtube.com/watch?v=Zl75cOkF2c4>
- Solidworks omogućava da napravite I svoje profile I da njih ubacite I napravite svoju bazu. Ovu bazu je uglavnom poželjno napraviti prema oblicima profila koji se mogu naći kod nas na tržištu. **Kada pravite profile obavezno morate imati selektovan "Sketch" kada ih sačuvavate inače neće biti sačuvani.** Sve je detaljno opisano u drugom video ali morate paziti na sve detalje isto tako pratite usputstva gde je lokacija profila.
- Važno je napomenuti da SW zavarenu konstrukciju posmatra kao "part" a ne kao sklop međutim da bi ste mogli uraditi sklopni crtež potrebno je da prebacite u sklop. Način na koji je to moguće odraditi dato vam je u sledećem videu:
  - o [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=140&v=qr6Xtc7YuGM&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=140&v=qr6Xtc7YuGM&feature=emb_logo)
- Pri izradi svakog sklopa neophodno je obeležiti zavarene spojeve. Način I upustvo za obeležavanje možete pronaći u knjizi iz Inženjerske grafike a u SW crtežima neophodno je da koristite 3 alata (Slika Ispod)



## SHEET METAL

- Sheet metal, predstavlja modul za savijanje lima. Kao što se može videti mnogo mašina poseduje razne delove od savijenog lima. Ovaj način izrade delova se uglavnom koristi da bi se smanjilo vreme potrebno za proizvodnju a samim tim smanjili troškovi materijala.
- Kod savijanja lima treba obratiti pažnju na K-faktor koji govori o položaju neutralne linije (ravni) pri savijanju materijala. K-faktor predstavlja odnos položaja neutralne linije mereno od unutrašnje strane savijenog dela i ukupne debljine lima.



- Na narednom linku možete pogledati jako dobro objasnjenje: <https://www.youtube.com/watch?v=0UjKlch5-M>
- K-faktor se propisuje za svaku vrstu materijala i obicno ozbiljne firme koje se bave savijanjem i prodajom daju tablice K-faktora za svaku vrstu i tip materijala koji imaju međutim ako nemate mogućnost da dodjete do takvih kataloga i za neko konceptualno projektovanje gde nije potrebna velika preciznost sasvim je dovoljno uzeti da je  $K=0,5$ .
- Sheet metal je veoma velik modul i kao takav ima mnogo opcija. Sve što se crta u sheet metalu moguće je dobiti i standardnim modeliranjem u solidworksu međutim standardnim modeliranjem ne možete se dobiti razvijenu površinu lima automatski već se mora proračunati na osnovu poznavanja K-faktora.
- Da bi se neki deo izradio od lima neophodno je taj lim iseci u odgovarajućem oblik. Ovaj oblik lima (Razvijena površina – Flatt Pattern) se nakon sečenja savija prema datim upustvima da bi se dobio željeni deo...
- Pri sečenju rupa sa extrude cut-om treba selektovati opciju normal cut tako uvek ivice otvora budu pod 90 stepeni u odnosu na ravan lima...
- Na nardnim linkovima možete pronaci korisne tutoriale:
  - o <https://www.youtube.com/watch?v=LjAiCMOqrLE>
  - o <https://www.youtube.com/watch?v=aX0kO9WFLjk>
  - o <https://www.youtube.com/watch?v=Zl75cOkF2c4>

## SIMULATIONS

- Simulacije u SW se koriste za analizu geometrije mašinskih delova pri definisanom opterećenju. Simualcija ponašanja materijala je bazirana na primeni metode konačnih elemenata, koja se zasniva na pricipu da se složen geometrijski oblik podeli na manje prostije jedinice (konačne elemente) za koje je jednostavno izračunati naprezanje a zatim se na osnovu naprezanja konačnih elemenata određuje naponsko stanje celog mašinskog dela. Proces simulacije u mnogome olaksava dizajn i projektovanje međutim mora voditi računa on načinu i vrsti oslonaca.

- Da bi simulacija bila verodostojna moraju se uvesti pretpostavke u ponašanju mašinskog dela u realnim uslovima, što podrazumeva izbor oslonaca kao i njihovu lokaciju i raspored opterećenja na takav način da se delu u simulaciji omoguće pomeranja koja su što približnija realnosti.
- U velikom broju slučajeva za analizu dela je sasvim dovoljna statička simulacija. Naprednije simulacije koje određuju nelinearno ponašanje materijala, dinamičko ponašanje, itd. bazirane su na sličnim principima kao i statičke ali su mnogo složenije matematički što zahteva dodatne računarske resurse.
- Pri postavljanju simulacije treba se voditi:
  - Načinu opterećivanja
    - Da li je opterećenje koncentrisano
    - Kontinualno
    - Koja je vrsta opterećenja (moment ili sila)
  - Vrsti oslonaca
    - Konzole
    - Nepokretni zglobovi
    - Pokretni zglobovi
  - Vrsti materijala (kod statičkih simulacija koristi se linearno ponašanje materijala dok se za ostale vrste simulacija mogu koristiti različiti modeli ponašanja materijala zavisnosti od projektnog zadatka)
  - Gustini mreže
    - Veća gustina mreže povećava tačnost dobijenih rezultata međutim takođe veća gustina zahteva eksponencijalno veće računarske resurse za analizu. U literaturi se mogu pronaći preporuke da je maksimalna dimenzija konačnog elementa  $1/3$  minimalne debljine mašinskog dela dovoljna da se dobiju rezultati zadovoljavajuće tačnosti...
    - Važna osobina metode konačnih elemenata kao i svih simulacija je postojanje singularnih tačaka koje su posledica uvedenih pretpostavki. Npr. ako se sila postavi da deluje u jednoj tački, matematički gledano ta tačka ima dimenziju nula i napon koji se javlja u toj tački je beskonačan bez obzira na veličinu sile. Drugi primer može biti „L“ profil koji nema radijuse u svom čošku. Singularnosti se mogu otkriti tako što će se povećavati gustina mreže odnosno smanjivanjem veličine konačnog elementa doći će do linearnog povećanja napona. U drugom slučaju kada postoji koncentracija napona povećanjem gustine mreže napon se asimptotski približava određenoj vrednosti...
- Ling SW simulation:
  - <https://www.youtube.com/watch?v=XXPOCu-eH8k>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=OjEDW1WDLIQ>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=6fs8Oth2bos>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=taZzSZhadJM>
  - [https://www.youtube.com/watch?v=xA2PN1\\_9f9s](https://www.youtube.com/watch?v=xA2PN1_9f9s)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=oa57ZHC7zg4>
- Singularne tačke:
  - <https://www.youtube.com/watch?v=-OHXl-mvR5U>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=ZP9nh4GOkIc>

## SURFACE

- Surface, je modul gde se mogu modelirati površine nepravilnih oblika odnosno oblika koji se mogu naći u prirodi.
- <https://www.youtube.com/watch?v=fA2-i34UVUo>

## KORISNI SAJTOVI

- Na narednim sajtovima možete pronaći razne modele, kako od proizvođača uređaja tako i delova
- 3D modeli:
  - o Solidworks TOOLBOX. Dostupan svakom korisniku solidworksa u „Pro“ i „Premijum“ verzijama.
    - Sadrži veliku količinu standardnih delova kao što su, vijci, navrtke, ležajevi, zupčanici...
  - o GrabCad je baza 3D modela koja se uglavnom koristi za razmenu modela između korisnika. Moguće je pronaći dosta dobrih modela koji se mogu koristiti međutim kako je sajt dostupan svima (i profesionalcima i amaterima) mnogi modeli mogu biti jako loši. Obično će te pronaći modele koji su pojedinci radili, velike kompanije ne koriste ovaj sajt za svoje baze podataka.
    - <https://grabcad.com/>
  - o McMASTER-CARR jedna od najvećih baza podataka skoro svih standardnih mašinskih delova koji se mogu pronaći na tržištu. Sajt je pored toga i online prodavnica svih tih delova za tržište USA i Kanade stoga treba voditi računa da je veliki deo delova u Inčima međutim mogu se pronaći i metrički delovi ali postoji mogućnost da ih nema.
    - <https://www.mcmaster.com/>
  - o 3D CONTENT CENTRAL sajt za razmenu 3d modela između kompanija vlasnik sajta je ista firma koja je proizvođač SW I Catia. Uglavnom ga koriste kompanije koje proizvode razne delove i na njemu objavljuju 3D modele svojih proizvoda koji omogućavaju inženjerima laku implementaciju u toku projektovanja
    - <https://www.3dcontentcentral.com/>
  - o TraceParts, slično kao i prethodni međutim nije vezan za kompaniju koja proizvodi softver tako da je moguće pronaći mnogo veću količinu delova.
    - <https://www.traceparts.com/en>
- Na skoro svim sajtovima je obavezna registracija, treba napomenuti da razne kompanije koriste razne sajtove za postavljanje svojih modela a neke imaju i svoje baze podataka kao što je SKF.

### Domaći proizvođači polufabrikata i opreme

- o Jeep komerc, prodaja i proizvodnja šavnih cevi raznih oblika od čelika
  - Sajt i katalog: <http://jeepcommerce.rs/proizvodi>
  - Cenovnik: <https://www.scribd.com/doc/219112468/128896972-JEEP-Commerce-Cenovnik>
- o Rajan metali, prodaja polufabrikata i cevi od obojenih materijala
  - <https://www.ajan.rs/pgs/proizvodi.html#/?spg=2>
- o Prodavnica razne opreme i alata

- <https://www.wobyhaus.co.rs/>
- Točkovi
  - <https://www.tente.com/sr-rs>
  - <http://www.green-line.co.rs/proizvodi/tockici.html>
  - <https://www.helisasrafovi.com/products/41/tocak-sa-kocnicom-crveni-poliamid>
  - <https://www.avexcor.com/shop/okretni-tockovi/tocak-o160-mm-okretni-rupa-za-zavrtanj-celik-cink-guma-crna-valjkasti-lezaj-nosivost-135-kg/>
- Posude pod pritiskom
  - <http://www.metalprometbg.com/proizvodnja-danaca/izrada-danaca.html>
  - <http://www.mipprocesna.com/sr/proizvodi/index.1.html>
- Elektro motori
  - <https://www.avexcor.com/shop/okretni-tockovi/tocak-o160-mm-okretni-rupa-za-zavrtanj-celik-cink-guma-crna-valjkasti-lezaj-nosivost-135-kg/>

***Ovaj priručnik predstavlja bazu podataka i „caka“ koji će olakšati rad studentima i inženjerima u projektovanju i izradi projektnih zadataka u sw i sličnim softverima za modeliranje i na tržištu srbije. Osnovna ideja da se priručnik stalno proširuje sa novim resursima koji mogu pomoći u rešavanju i prevažilaženju problema... Stoga su svi predlozi i primedbe kako da se proširi i unapredi ovaj priručnik dobor došle, kako od strane studenata tako i od strane kolega. U napred zahvalan na pomoći, sugestijama i primedbama.***