

Tehnička dokumentacija u programu Pro/ENGINEER

U programu Pro/ENGINEER moguće je automatizovano kreiranje tehničke dokumentacije na osnovu 3D modela, kao i “ručna” izrada tehničke dokumentacije tj. crtanje 2D objekata. Sve projekcije u okviru jednog tehničkog crteža međusobno su povezane, pa se promena na jednoj od njih odražava ca celokupnom crtežu. Štaviše, promene na tehničkoj dokumentaciji, izrađenoj automatizovanim postupkom, momentalno se odražavaju na 3D modelu, i obratno (dvosmerna asocijativnost). Pro/ENGINEER takođe podržava uvoz 2D dokumentacije iz drugih CAD programa (npr. preko DXF i IGES formata).

Tipična procedura izrade tehničke dokumentacije obuhvata sledeće postupke:

- Definisanje standarda i opcija konfiguracione datoteke, izrada standardnih zaglavlja za svaki od standardnih formata koji se koriste u preduzeću (sve ovo se vrši odmah nakon instalacije programa i važi za svu nadalje izrađenu tehničku dokumentaciju).
- Kreiranje nove datoteke tipa *drawing* (*ime.dwg*)
- Kreiranje jednog ili više listova (*sheet*), standardnog ili proizvoljnog formata, pri čemu format obuhvata dimenzije lista i zaglavlja.
- Definisanje pogleda (*view*). Pogledi su ortogonalne projekcije 3D modela na ravan crteža u određenom pravcu. Pravac se definiše preko elemenata 3D modela, ili automatski.
- Dimenzionisanje podrazumeva prikazivanje parametara definisanih na 3D modelu u obliku kota na određenoj projekciji, ili ručno kotiranje veličina koje nisu neposredno određene parametrima modela.
- Definisanje geometrijskih tolerancija
- Izrada napomena i komentara
- Popunjavanje zaglavlja i izrada tabela
- Generisanje izveštaja i sastavnica

Pogledi (Views)

Glavni **tipovi pogleda** su sledeći:

Projection - pogled spreda, odozgo, s desna itd.

Auxiliary - pogled koji se kreira kao projekcija u pravcu normalnom na neku od površina dela. Ta površina bira se na nekom već postojećem pogledu, gde je normalna na ravan ekrana i vidi se kao linija.

General - pogled koji je nezavistan od svih ostalih pogleda i orijentiše se isto kao i 3D model (pomoću opcija istih kao na *View* → *Orient* meniju).

Detailed - detalj nekog drugog pogleda prikazan u određenoj razmeri:

Circle - oivičen krugom

Ellipse - oivičen elipsom

Spline - oivičen spline linijom

Revolved - pogled sadrži presek dobijen na osnovu neke presečne ravni i postavljen u pravcu ravni, rotiran za 90°

Opcije koje određuju **koji deo modela je vidljiv** u okviru pogleda:

Full View - vidljiv ceo model

Half View - uklanja deo modela sa jedne strane presečne ravni (datum ravan ili površina modela)

Broken View - uklanja deo modela između dve izabrane tačke i spaja preostala dva dela na specificiranoj udaljenosti

Partial View - prikazuje samo deo modela unutar zatvorene granične linije

Opcije za prikaz **preseka ili površine modela** u okviru pogleda:

Section - prikazuje se postojeći presek (definisan na 3D modelu)

No Xsec - ne prikazuje se presek

On surface - prikazuje izabranu površinu 3D modela

Opcije za određivanje **razmere**:

Scale - kreira pogled sa nezavisnom razmerom, prikazanom ispod njega

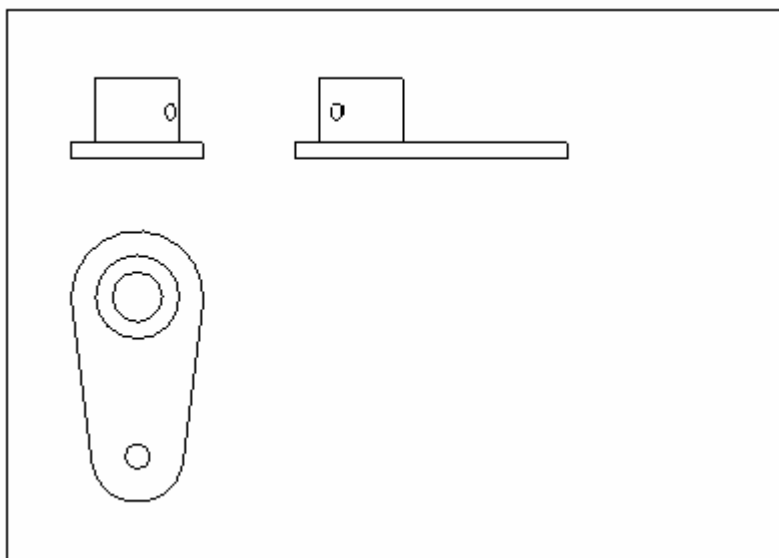
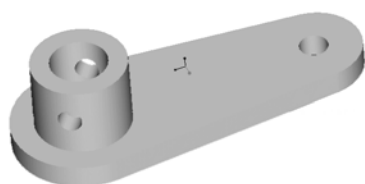
No Scale - kreira pogled koji je automatski skaliran prema default rameri (određenoj opcijom `default_draw_scale` konfiguracionog fajla *config.pro*).

Način prikazivanja tangentnih i skrivenih linija

Podrazumevani način prikaza tangentnih i skrivenih linija povinuje se opcijama podešenim u ENVIRONMENT dijalog boksu, tj. opcijama koje važe za prikaz 3D modela. Podešavanje koje je specifično za određeni pogled vrši se opcijama menija **Views > Disp Mode**, gde je moguće vršiti podešavanje prikaza za svaki pogled posebno ili čak za svaku ivicu 3D modela posebno.


Vežba 1: kreiranje crteža na osnovu 3D modela, postavljanje osnovnih pogleda

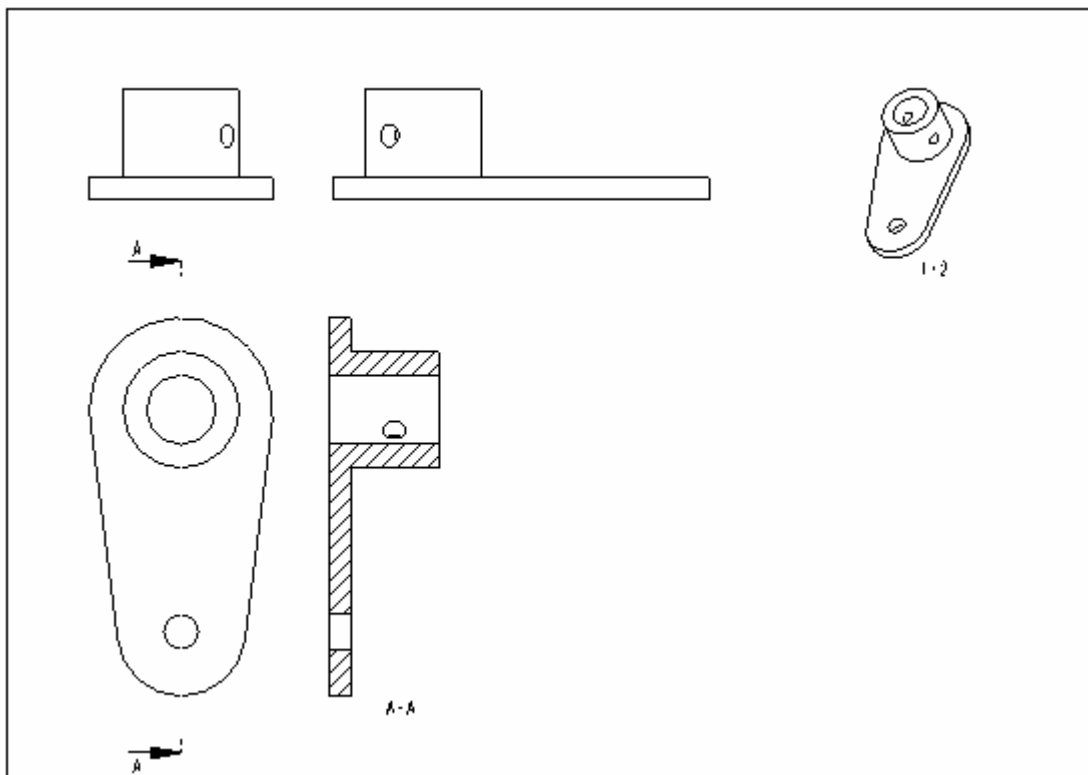
- U početni radni folder programa (obično "C:\Ptc\Radni") ubaciti datoteke CONFIG.PRO i JUS.DTL koje su priložene uz materijal za vežbanja.
- Pokrenuti program Pro/ENGINEER.
- Otvoriti model "deo7".
- Kreirati novi crtež: **File > New...**, **Drawing**, uneti ime "Crtez", isključiti opciju "use default template", **OK**. Prihvatiti da crtež nastaje na osnovu modela "deo7", izabrati opciju *Empty*, orijentaciju *landscape* i veličinu A3.
-




- Dodati pogled spreda:
 - Izabrati ikonu (ili **Insert > Drawing View**).
 - Mišem kliknuti na tačku ekrana gde će nastati pogled (gore levo).
 - U prozoru **Drawing View** izabrati pogled FRONT, OK.
 - Isključiti prikaz datum ravni, i uključiti prikaz *Hidden Line*, zatim osvežiti sve poglede pritiskom na ikonu .
 - Isključiti prikaz linija na spojevima tangentnih površina: **Tools > Environment >**

Tangent Edges > No Display. Osvežiti poglede.

- Dodati pogled odozgo:
 - Kliknuti levim tasterom miša na već postavljeni pogled, zatim na njega kliknuti desnim tasterom i izabrati opciju **Insert Projection View...**
 - Mišem kliknuti na tačku ekrana gde će nastati pogled (ispod prethodnog).
 - Omogućiti pomeranje pogleda mišem, pritiskom na ikonu . Pomeriti pogled na željenu lokaciju: izabrati pogled (tako da njegov okvir postane crven), zatim prevući pogled na novo mesto na listu. Primećuje se da projekcija ostaje na istoj vertikali sa prvim ubačenim pogledom (pogledom spreda).
- Ekvivalentnim postupkom dodati pogled s leva, sa desne strane u odnosu na pogled spreda.
- Isprobati podešavanje razmere crteža :
 - Sa padajućeg menija **Edit**, izabrati opciju **Value**, mišem kliknuti na vrednost razmere desno od teksta **SCALE**: u donjem levom uglu crteža, uneti razmeru **1/2.5** ↴. (ova razmera odnosi se na sve poglede pri čijoj je kreaciji bila uključena opcija **No Scale**). Vratiti razmeru na 1:1 - **Edit > Value**, izabrati vrednost razmere i uneti vrednost 1.
- Podesiti način prikaza tangentnih linija u okviru gornja dva pogleda: držeći taster Ctrl izabrati oba pogleda, pritisnuti desni taster miša iznad jednog od pogleda, zatim izabrati opciju **Properties**. Sa padajuće liste **Tangent edges display style** izabrati opciju **None**. Sada je prikaz tangentnih linija u okviru izabranih pogleda nezavistan od podešavanja u okviru **Environment**. Proveriti.



- Kreirati presek na 3D modelu i dodati ga u okviru pogleda na crtežu:
 - Preći u prozor u kome je otvoren 3D model: **View > View manager > Xsec > New**
 - Uneti ime preseka: **A** pritisnuti taster **ENTER**, izabrati opcije **Planar, Single, Done**
 - Izabrati ravan **RIGHT**
 - Prikazati presek na 3D modelu: **Display > Show X-Hatching**.
 - Povećati gustinu šrafure: kliknuti desnim tasterom miša na ime preseka **A**, izabrati opcije **Redefine > Hatching > Spacing > Half > Done, Done/Return, Close**
 - Preći u prozor crteža: **Window > Crtez_deo7.drw:1**

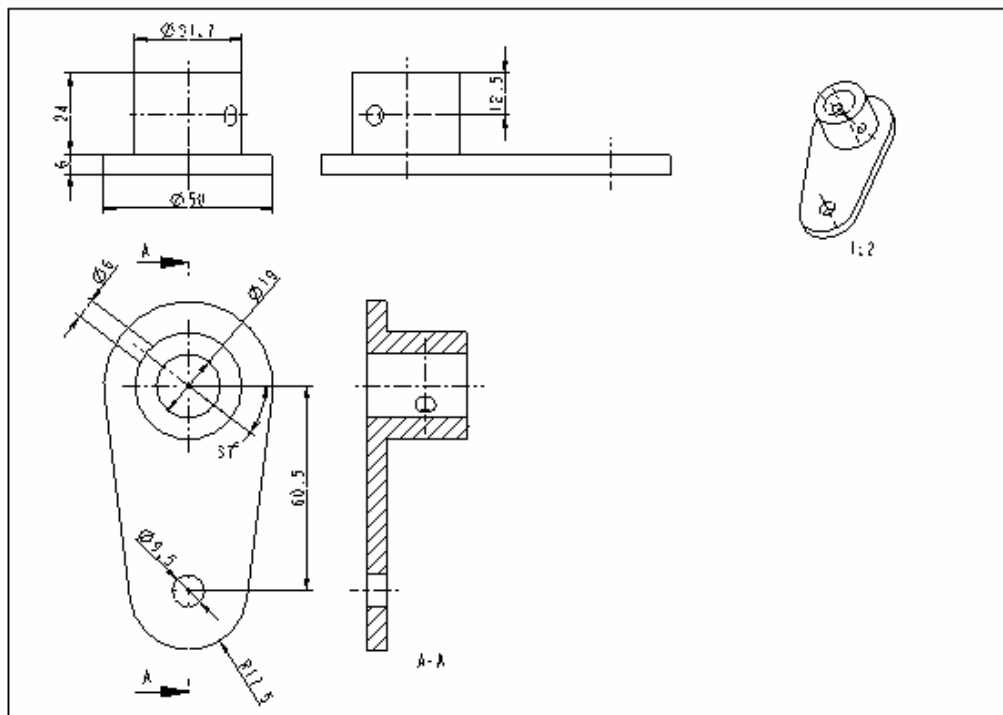
- Kreirati pogled koji sadrži presek: **Insert > Drawing View > Projection**, izabrati pogled odozgo kao "matični" pogled za projekciju. Izabrati tačku desno od pogleda odozgo, koja određuje mesto pojavljivanja preseka. Duplo kliknuti na upravo kreiranu projekciju.
- U polju **Categories** izabrati opciju **Sections**. izabrati **2D Cross Sections**, kliknuti na ikonu +, izabrati presek A i kliknuti na **OK**.
- Desnim tasterom miša kliknuti na kreirani presek i izabrati opciju **Add Arrows**. Kliknuti na pogled odozgo, na kome će se pojaviti strelice koje označavaju presek.
- Dodati 3D pogled, u razmeri 1:2 u gornji desni ugao:
 - Izabrati ikonu  (ili **Insert > Drawing View**).
 - Izabrati tačku u gornjem desnom uglu ekrana
 - Izabrati **Scale > Custom Scale > 1/2**, **View Display > Display style > No Hidden**, **Tangent edges display style > None**. **OK**
- Sačuvati crtež: **File > Save**, **ENTER**



Dimenzionisanje (Kotiranje)



“Poluautomatsko” dimenzionisanje podrazumeva upotrebu parametara definisanih na 3D modelu za kotiranje tehničkog crteža. Opcije za prikaz već zadatih dimenzionih parametara, osa, geometrijskih tolerancija, kvaliteta površina i sl. nalaze se na meniju **Show and Erase**.

Vežba 2: Poluautomatsko i “ručno” dimenzionisanje crteža


Nastaviti izradu crteža iz vežbe 1 prikazivanjem i uređenjem dimenzionih parametara.



- Prikazati ose na svim projekcijama: izabrati ikonu  (ili **View > Show and Erase...**) > **Show**, izabrati simbol za ose, **Show All**, **Yes**, **OK**, **Close**. Isključivanjem globalne vidljivosti osa (ikona na gonjoj paleti), u režimu za izradu crteža prestaće da budu vidljive samo oznake osa a ne i same ose.
- Prikazati dimenzije na pogledu odozgo:
 - Izabrati ikonu  (ili **View > Show and Erase...**). U okviru za dijalog koji se pojavi,


- izabrati simbol za dimenzije (bez zagrada), izabrati opciju **View** i kliknuti na donji levi pogled.
- Dok je aktivna opcija **Sel to remove** izabrati parametre radijusa R25 i Ø31.7 (držeci taster **Ctrl**) u donjem delu pogleda, **OK**.
 - Zatvoriti dijalog boks: **Close**.
 - “Uređivanje” svih dimenzija na crtežu odjednom izvršiti pomoću ikone  (ili opcije **Edit > Cleanup > Dimensions...**; izabrati donji levi pogled, **OK**, u dijalog boks *Clean Dimensions* uneti **Offset: 10**, **Increment: 8** (minimalno udaljenje prve kotne linije od konture obrisa projekcije i udaljenje ostalih kotnih linija od prve (po JUS), **Apply**, **Close**.
 - Pomeranjem kota (koje su prethodno izabrane levim tasterom miša dok je aktivna ikona u obliku strelice na desnoj paleti), i upotrebom opcije **Flip Arrows** (do koje se dolazi pritiskom na desni taster miša na kotu prethodno izabranu levim tasterom), dodatno urediti kotne linije na pogledu. Opcija **Flip Arrows** prebacuje strelice sa spoljne na unutrašnju stranu pomoćnih kotnih linija, i obratno.
- Prikazati dimenzije na ostalim pogledima, po potrebi ih obrisati opcijama **Show and Erase > Erase**.
- Posle prikazivanja, sa gornjeg levog pogleda izbrisati dimenziju R25: izabrati ikonu  (ili **View > Show and Erase..., Erase, Selected Items**), izabrati dimenziju, **OK**, **Close** (ili: izabrati dimenziju, kliknuti desnim dugmetom na nju, izabrati opciju **Erase**).
 - Upotrebom opcije **Move Item to View** prebaciti linearnu dimenziju 12.5 (udaljenje radijalnog otvora od gornje površine dela) na desni gornji pogled: izabrati dimenziju, kliknuti na desni taster miša, izabrati opciju **Move Item to View**, kliknuti na gornji desni pogled.

Dodati dimenzije koje nisu mogle adekvatno da se prikažu na osnovu parametara modela.

- Izabrati ikonu  (ili **Insert > Dimension > New References...**) **> On Entity**, izabrati dve vertikalne linije koje predstavljaju cilindar koji treba ručno dimenzionisati, srednjim tasterom miša postaviti kotni broj, **Return**.
- Ponoviti postupak za sve željene dimenzije (koristiti i druge opcije menija **Dimension**)
- Po potrebi modifikovati prikaz neke od dimenzija: izabrati dimenziju, **Edit > Properties**. Pojavljuje se dijalog boks gde se mogu podešavati prikaz tolerancija, tolerancijske tablice, broj decimalnih mesta na tekstu, tekst na kotnoj liniji itd.

Ispitati osobinu dvosmerne asocijativnosti crteža i 3D modela promenom vrednosti nekog od parametara: **Edit > Value**, izabrati željenu dimenziju, uneti novu vrednost, **Regenerate > Model**.

Kreiranje napomena i teksta u zaglavlјima

Napomene ili bilo koji tekst koji se dodaje na crtež, pokrivene su opcijom **Note** (ikona ). Tekst se može kucati ili učitavati iz datoteke, može biti napomena sa pozicionom, “*leader*” linijom itd. Tekst može da bude jednostavan ili da sadrži parametarske podatke kao što su oznake dimenzija, oznake crteža ili korisnički definisane promenljive i parametri. Ispred parametarskih podataka u tekstu, mora da stoji znak &. Npr. da bi se u tekstu pojavila vrednost parametra *d1*, treba pisati &*d1*.

Napomene se mogu modifikovati upotrebom **Move** i **Mod Attach** opcija. **Mod Attach** može da posluži za dodavanje *leader* linije slobodnoj napomeni, promenu reference ili brisanje reference.

Opcijom **Properties** sa **Edit** menija mogu se menjati svi parametri teksta: visina, ugao, tip slova, sam tekst itd. (Isto se postiže biranjem kote, pritiskom na desni taster miša i izborom opcije **Properties**).

Tabele na crtežima

Tabele na crtežima su mreža redova i kolona u koje se dodaje tekst. Podaci koji se u njih upisuju mogu da budu parametarski ili običan tekst. Tabele je moguće sačuvati na disk i koristiti ih u

drugim crtežima.

Tolerancije dimenzija

Svi delovi u Pro/ENGINEER-u su izrađeni sa odgovarajućim tolerancijama dimenzija. Prikaz tolerancija kontroliše se na sledeći način:

- U *Part* i *Assembly* modu sa menija **Utilities > Environment > Dimension Tolerances**
- U *Drawing* modu podešavanjem promenljive konfiguracionog fajla crteža (*ime.dtl*) *Tol_Display* na *Yes* ili *No*.

Formati prikaza tolerancija:


- **Nominal** - dimenzija se prikazuje bez tolerancija
- **Limits** - dimenzija se prikazuje preko donje i gornje granice
- **Plusminus** - prikazuju se pozitivna i negativna tolerancija, nezavisno
- **Plusminussum** - prikazuje se jena vrednost, sa znakom \pm

Formati


Formati se kreiraju u režimu *Format*. Pri definiciji formata, određuju se dimenzije lista, okviri i zaglavlja. Oni se mogu sačuvati pod nekim imenom (npr. A3_moja_firma), da bi se kasnije koristili pri izradi tehničke dokumentacije. Format se takođe mogu dobiti uvozom IGES ili DXF geometrije. Format može da se podesi tako da automatski prikazuje podatke sa crteža kao što su tekući datum, broj listova i sl., te je često najbolje da se dodaju na kraju rada.

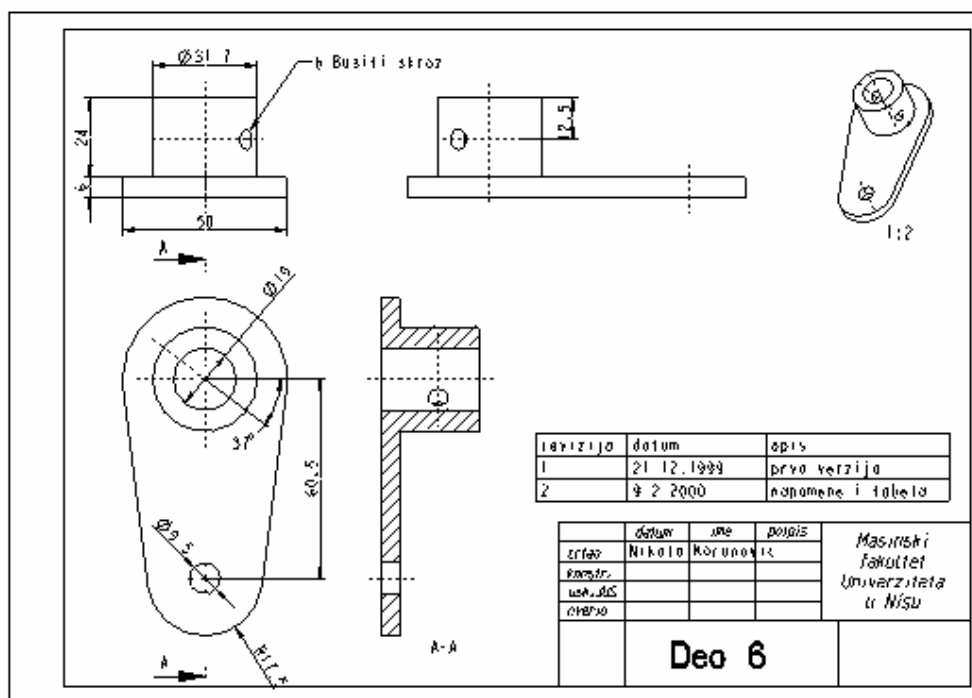
Vežba 3: dodatne tehnike izrade tehničke dokumentacije

➤ Kreirati napomenu vezanu za radijalni otvor:

- Izabrati ikonu  (ili **Insert > Note...**) > **Leader, Enter, Horizontal, Standard, Default > Make Note**
- Pročitati oznaku za parametar dijametra radijalnog otvora sa donjeg levog pogleda (npr. *d16*).
- Na gornjem levom pogledu kliknuti na ivicu radijalnog otvora, **Done**.
- **(On Entity, Arrow Head) Done**
- Kliknuti na mesto gde će biti tekst (desno od pogleda).
- Uneti tekst koji sadrži i datu oznaku, npr. : ubaciti simbol \varnothing , zatim uneti tekst *&d16* *Busiti skroz*, ↱, ↱. Primećuje se da je kota prečnika za otvor nestala sa donje projekcije i pojavila se u napomeni.
- **Done/Return**
- Pomeriti napomenu na željeno mesto.

➤ Kreirati jednostavnu tabelu:

- Izabrati ikonu  (ili **Table > Insert > Table...**), (aktivne su opcije **Descending, Rightward, By Num Chars, Pick Pnt**)
- Izabrati tačku na slobodnom delu crteža koja će predstavljati gornji levi ugao tabele
- Kreirati tri kolone odbrojanjem na skali koja se pojavi, široke 10, 15 i 20 karaktera. Pritiskom na srednje dugme miša preći na kreiranje redova.



- Kreirati tri reda visoka po dva karaktera. Završiti tabelu pritiskom na srednje dugme miša.
- Po potrebi pomeriti tabelu.

| revizija | datum | opis |
|----------|------------|-------------------|
| 1 | 21.12.1999 | prva verzija |
| 2 | 9.2.2000 | napomene i tabela |

- Uneti tekst u tabelu:
 - Kliknuti duplo unutar željene ćelije u tabeli.
 - Birati redom ćelije tabele, uneti tekst kao na slici i posle svakog unosa pritisnuti OK.
- Kreirati novi format i dodati ga crtežu
 - Preći u mod za rad sa formatima: **File > New > Format**, uneti ime **A3, OK**
 - **Empty, Landscape, A3, OK**
 - Nacrtati jednostavan okvir i zaglavlje korišenjem opcija za skiciranje (koristiti opcije **View > Draft Grid...** menija za podešavanje SNAP i GRID funkcija i **ENVIRONMENT > Snap to grid** opciju).
 - Sačuvati format na disk: **File > Save, ↵**
 - Preći u prozor crteža: **Window > Crtez_Deo7.dwg:1**
 - **Dodati novokreirani format:** Sheets > Format > Add/Replace, iz radnog direktorijuma (izborom odgovarajuće ikone) izabrati A3, **Done-Return**
- Dodati postojeći format na crtež
 - **File > Page Setup...**, kliknuti na A3 i sa padajuće liste izabrati **Browse...**. Pronaći datoteku sa željenim formatom, **Preview, OK**.

Dodatne vežbe

- Eksperimentisati sa dodavanjem detalja (pogleda), ručnim kreiranjem osa i dimenzija, ubacivanjem specijalnih simbola u tekst itd.
- Probati različite opcije Show/Erase menija
- Probati vezivanje Draft geometrije za određeni pogled (*Relate View*)
- Probati brisanje (*Delete*) i deaktiviranje pogleda (*Erase*)
- Definisanje sopstvenog stila teksta i linija
- Alati za manipulaciju objektima i pogledima (*Tools*)
- Opcije konfiguracionog fajla (ime.dtl)