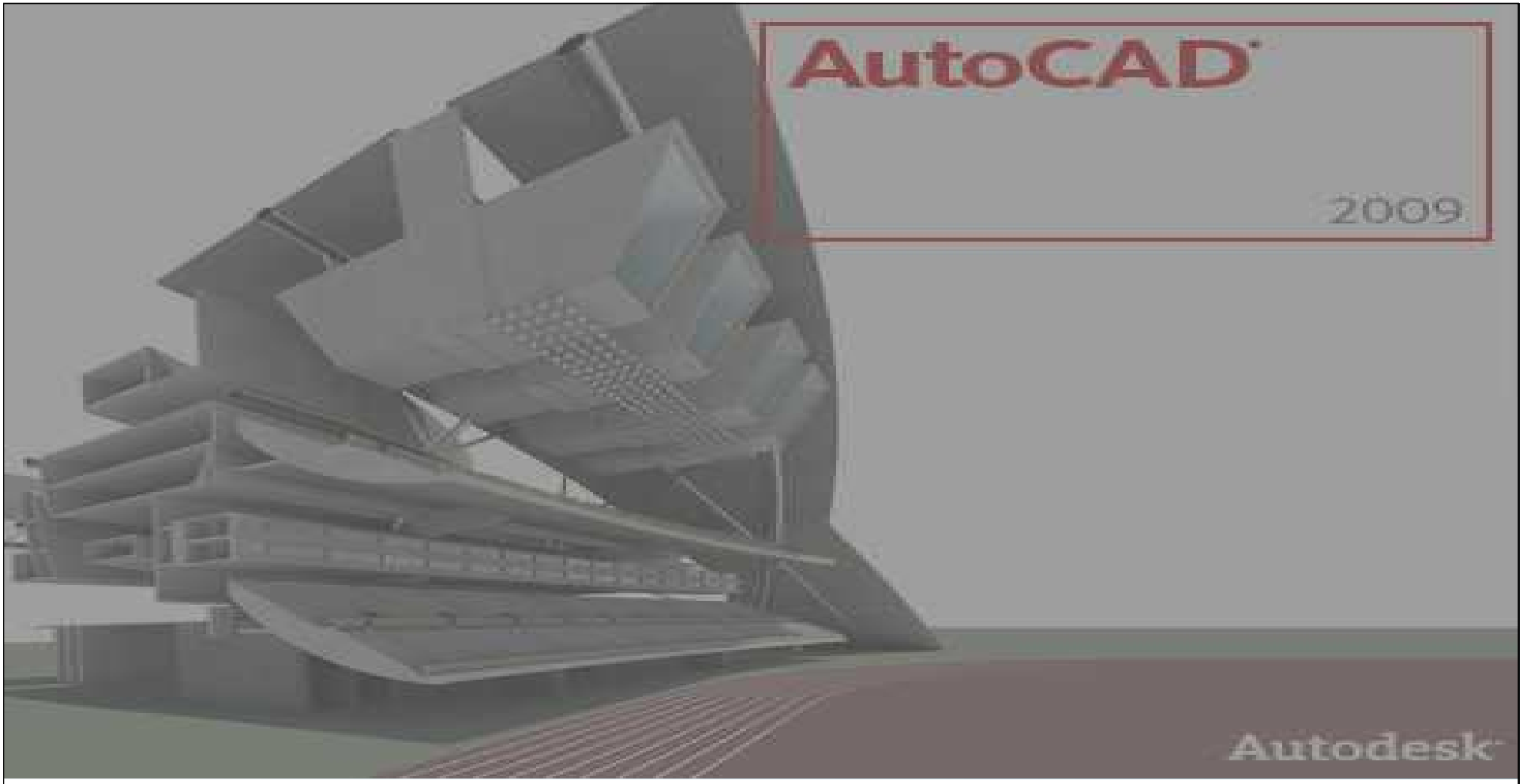


www.fzpkotor.com, fzp.moodle.ac.me

Prof. dr Radomir Vukasojević

dr Špiro Ivošević

KOMPJUTERSKI PODRŽANO CRTANJE I MODELIRANJE TRODIMENZIONALNIH PREDMETA

Konvencionalni način prikazivanja trodimenzionalnih predmeta ima velike prednosti, i služi inženjerima veoma dugo. Praktično, svaki proizvod, od najjednostavnijih oblika do velikih struktura kao što su mostovi, brodovi, zgrade, avioni, može biti predstavljen nekim od načina prikazivanja datim u prethodnom poglavlju (iako to može predstavljati na desetine hiljada crteža i drugih dokumenata da se definiše složeni objekat. Postojanje uspostavljenih pravila znači da svi u inženjerskim poslovima, a od direktora do radnika u proizvodnji razumiju i mogu da tumače crteže.

Postoji, ipak, nekoliko ograničenja u konvencijalnom pristupu. Kao prvo, potrebna je ***vještina u konstruisanju i tumačenju crteža***. Drugo, ***moguće je imati pogrešne modele-*** možda pogled na crtežu ne odgovara. Takođe, ***složenost proizvoda može razvući tehnike do njihovog ograničenja***. Na primjer, određene geometrije mogu biti veoma teške za prikazivanje korišćenjem crteža- posebno gdje postoje složene i dvostruko zakrivljene površine, kao što je na šasijama automobila ili trupu broda.

KOMPJUTERSKI PODRŽANO CRTANJE I MODELIRANJE TRODIMENZIONALNIH PREDMETA

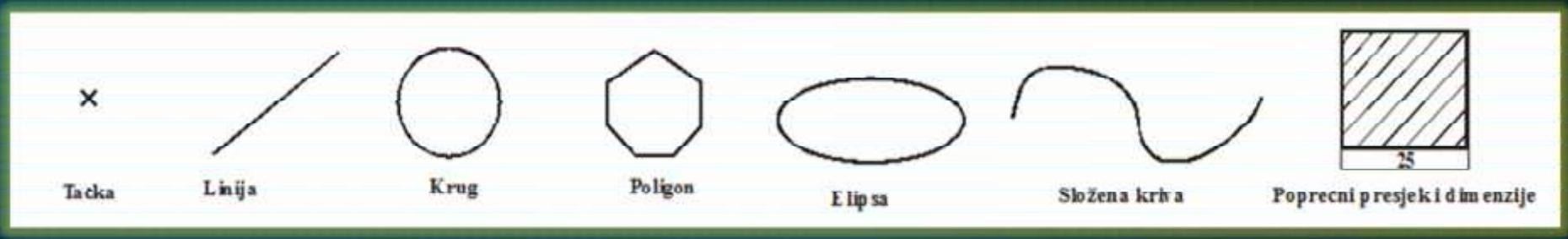
Primjena računara značajno doprinosi automatizaciji i unapređenju postojećih tehnika projekciranja te ponudi novih metoda. ***Kompjutersko generisanje crteža kao i prikaz preko modela ubrzava proces i povećava tačnost prikaza***. Ovo se postiže korišćenjem računara i pripadajuće periferne opreme. Ovakvi programi obuhvataju brojne funkcije kao što su:

- ***definisanje modela- dodavanje geometrijskih elemenata modelu od oblika komponenata,***
- ***manipulacija modelom- pomjeranje, kopiranje, brisanje,***
- ***generisanje slike- promjena slike dizajniranog modela na kompjuterskom ekranu,***
- ***Interakcija rada- rukovanje ulaznim komandama i prikazivanje korisniku izlaznog rezultata, i***
- ***aplikacije- generisanje informacija za evaluaciju, analizu ili izradu.***

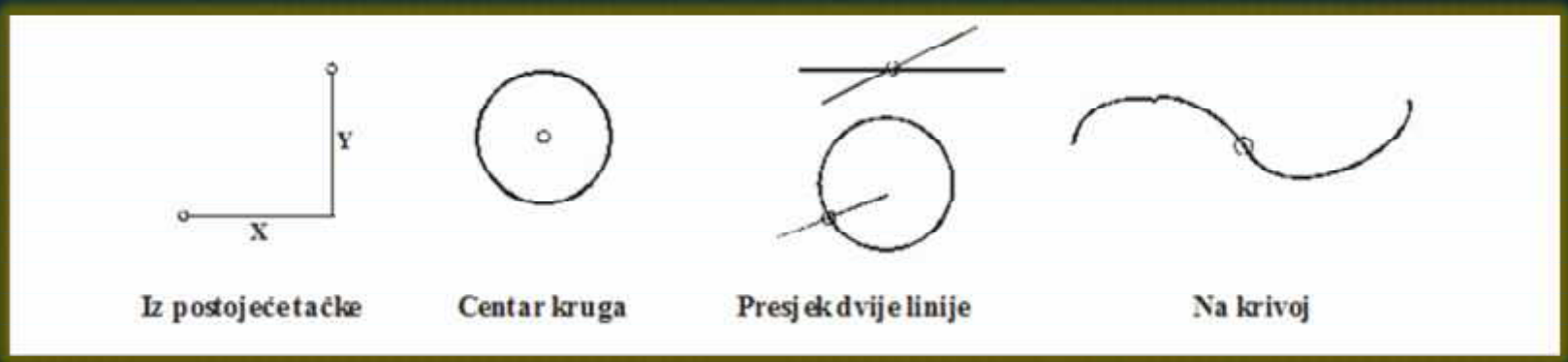
Sistem koji se sastoji iz softvera- programa koji obuhvata nabrojane funkcije i radi na računaru koji podržava ovako kompleksne programe naziva se CAD- sistem.

KOMPJUTERSKI PODRŽANO CRTANJE

Kod kompjuterskog prikaza, crtež predstavlja skup tačaka, linija lukova, konusnih djelova i drugih krivih (pojedinačni geometrijski elementi se nazivaju i entiteti) uređenih u dvodimenzionalnoj ravni. Na slici ispod. prikazano je nekoliko tipova geometrijskih entiteta.



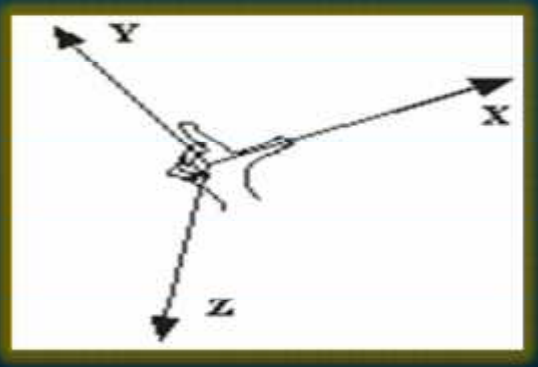
Navedene entitete definiše sistem, u smislu numeričkih vrijednosti, sa koordinatama njihovih tačaka ili drugih podataka. Na primjer, na slici ispod su prikazane metode za konstruisanje tačaka.

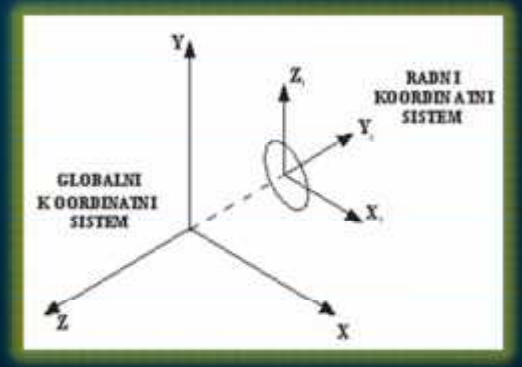


KOMPJUTERSKI PODRŽANO MODELIRANJE TRODIMENZIONALNIH PREDMETA

Već su navedena neka ograničenja ortogonalnog prikazivanja. Kao posljedica ovog ograničenja su razvijene različite metode za predstavljanje geometrija ka postupcima koji se ne oslanjaju na projekcije.

Metode koje su razvijene za trodimenzionalno modeliranje uključuju prikaze geometrije kao ***skupa linija i drugih krivih, površina ili čvrstih tijela***. Trodimenzionalni (3D) modeli se konstruišu u 3D trodimenzionalnom prostoru – obično je u pitanju ***desno orijentisan koordinatni sistem*** prikazan na slici ispod lijevo.

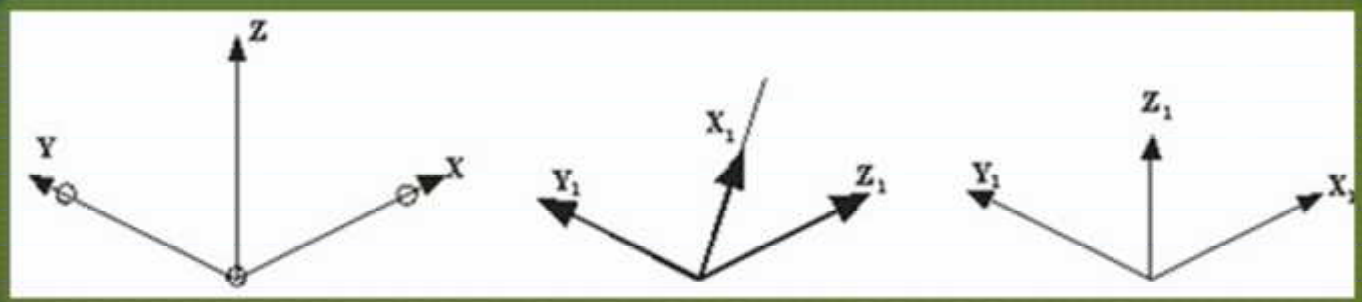




Fiksirani koordinatni sistem se koristi za opštu definiciju modela, definiše se kao globalni sistem te radni koordinatni sistem koji može biti upotrebljen za pomoć u konstrukciji modela. Na slici gore desno je prikazan odnos globalnog i radnog koordinatnog sistema. Geometrijski entiteti se još nazivaju i primitivima. Na primjer, element primitiva može biti luk kruga, linija itd.

ŽIČANO MODELIRANJE PREDMETA

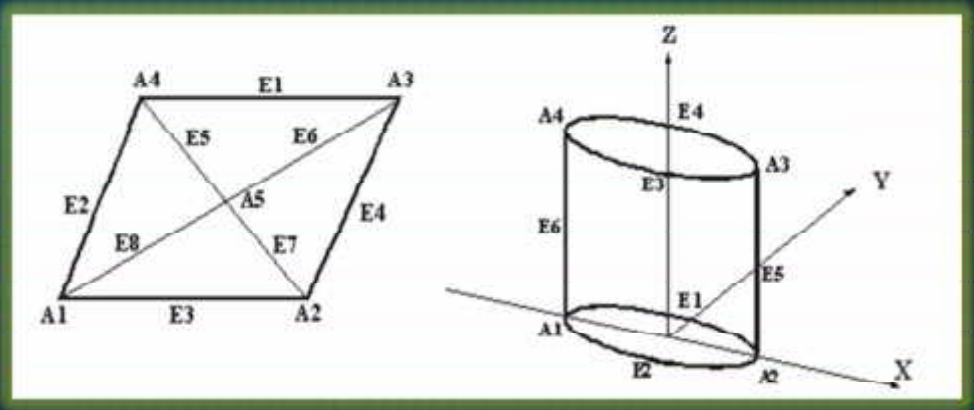
Prva od 3D modela je ***geometrija žičanog modeliranja***. Kod ovog modela geometrija se definiše preko ***serije linija i krivih koje predstavljaju ivice predmeta***, i možda dijelove kroz njega. Ime modela dolazi od linija koje se pojavljuju kao žice na modelu kada se posmatra na kompjuterskom ekranu. Žičani modeli se mogu smatrati kao tehnika proširenja tehnike projekciranja u treću dimenziju. Entiteti koji se koriste su isti kao i oni za projekciranje, mada sačuvani podaci koji definišu entitet moraju biti prošireni. Za tačke i linije je to prosto dodavanje z vrijednosti, ali za lukove i druge krive, ravni u koje krive leže moraju biti definisane dodatne informacije. Upotreba radnog koordinatnog sistema WCS je već naglašena. U principu, postoje brojni načini za definisanje WCS sa postojećih tačaka ili postojećih koordinatnih sistema. Na slici 3.38. je prikazano nekoliko primjera metoda koje pruža određeni CAD sistem.



ŽIČANO MODELIRANJE PREDMETA

Kod prvog modela početni x- pravac koordinatnog sistema je definisan sa dvije tačke. Pravac y je definisan trećom tačkom. Kod definisanja sa linijom i tačkom, krajnje tačke linije definišu postanak x- pravca a y pravac je ponovo definisan tačkom. ***Kod definisanja sa ravanskim tijelima, centar i pozicija 0° na entitetu definišu početak x- pravca. Pravac y je u pravcu 90° na entitetu***.

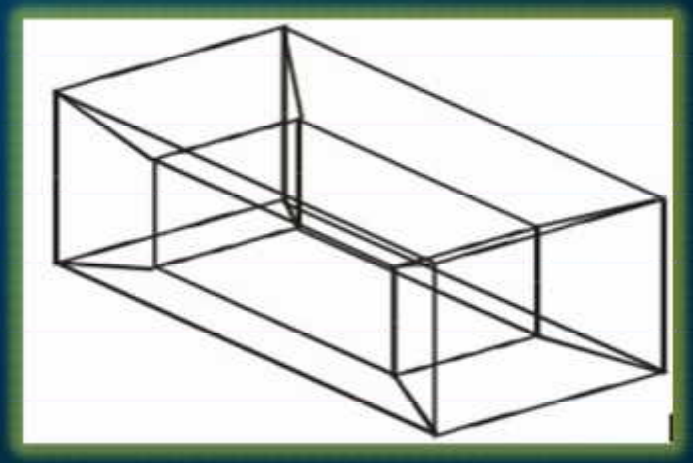
Žičani modeli su relativno jasni za korišćenje i veoma ekonomični sa aspekta kompjuterskog vremena i zahtijevane memorije. Na slici ispod je prikazano nekoliko žičanih modela.



Na slici izviše geometrijski entiteti su obilježeni odgovarajućim slovima: tjemena A, a ivice sa E. Pet tjemena A1- A5 i ivice od E1- E7 istog tipa - linije čine model četvorostrane piramide, a četiri tjemena (A1-A4) i šest ivica (E1- E6), dva tipa linija, a četiri tipa luka formiraju model valjka.

ŽIČANO MODELIRANJE PREDMETA

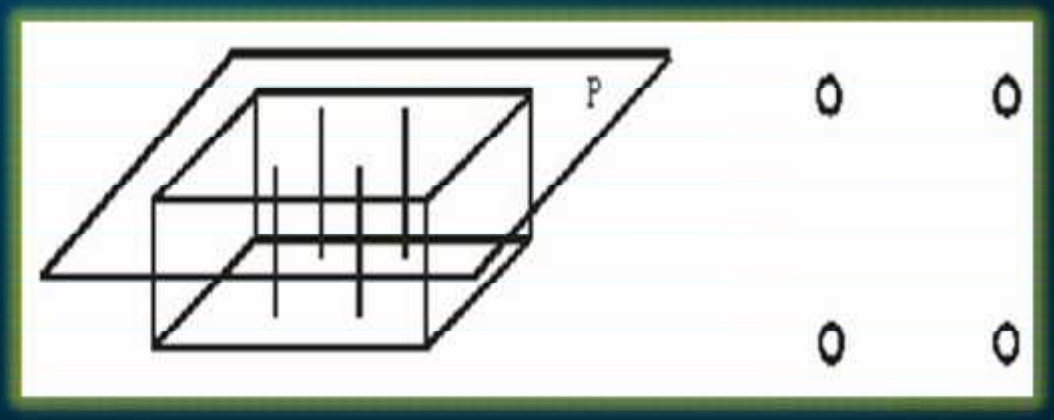
Žičani modeli pokazuju i brojne nedostatke. Jedna od njih je i ***dvosmislenost prikaza***. Klasičan primjer je predmet sa zakošenim licem i centralnim otvorom prikazanim na slici ispod.



Dvosmislenost se ogleda u ***nemogućnosti definisanja položaja otvora***, da li je sa prednje prema zadnjoj strani, odozgo prema dolje ili sa lijeva na desno. Nedostatak žičanog modela za složeniji predmet je nemogućnost tumačenja kao i definisanje tehnologije izrade. Prikazi predmeta preko žičanog modela su adekvatni za dvije klase predmeta. Metalni limovi i predmeti male debljine i ravnih površina spadaju u prvu klasu, a rotaciono simetrični predmeti u drugu. Ovi oblici nisu dvodimenzionalni, ali ipak zahtijevaju sofisticirane 3D modele za njihovo prikazivanje.

ŽIČANO MODELIRANJE PREDMETA

Treći značajan nedostatak ovog modeliranja je nemogućnost izračunavanja mehaničkih karakteristika (npr. mase) ***te dobijanja poprečnog presjeka***. Na slici ispod je prikazan žičani model kvadra koji je presječen sa ravni P radi crtanja odgovarajućeg presjeka.



Presjek kvadra i ravni P su četri tačke koje su neupotrebljive. Nemogućnost definisanja oblika površine između graničnih ivica ima za posljedicu nemogućnost analize i optimizacije geometrijskog oblika.

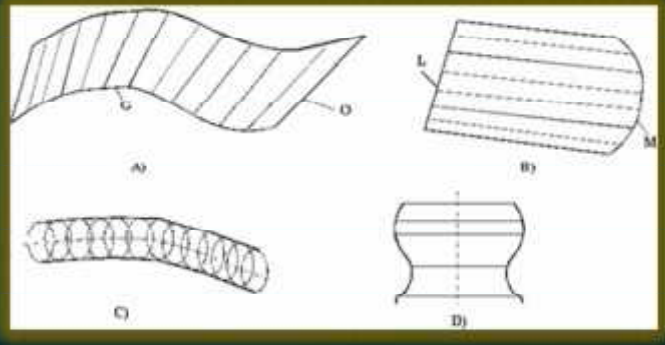
POVRŠINSKO MODELIRANJE PREDMETA

Mnoge dvosmislenosti žičanog modela su prevaziđene korištenjem površinskog modeliranja. Kako samo ime kaže, prikaz uključuje naznačavanje nekih ili svih površina predmeta. Najosnovniji tip površine je ravna površina, koja može biti definisana na brojne načine, uključujući i onu ***kroz dvije paralelne linije, kroz tri tačke ili linije i tačke***. Cilindrične, konusne i sferne površine se mogu aproksimirati nizom ravnih površina ograničenim ivicama koje formiraju kvadrate, trouglove ili četvorouglove kao što je prikazano na slici ispod.

POVRŠINSKO MODELIRANJE PREDMETA

Ostale površine se mogu definisati na sljedeće načine:

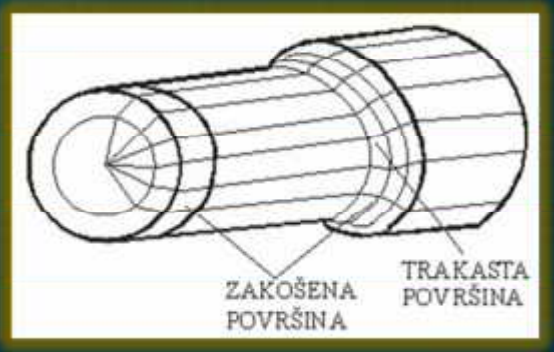
1. Prvu kategoriju čine površine koje se generišu unutar određenog broja tačaka nazvanim kontrolne tačke. Generisana površina generiše sve tačke koje prolaze kroz nju ili su umetnute- Slika ispod lijevo.
2. Drugu kategoriju čine površine koje se dobijaju od jedne ili više krivih- Slika ispod desno.



Na Slici gore desno je prikazana površina koja se dobija translatornim pomijeranjem vektora O po krivoj G. Površina na slici b dobijena je linearnom interpolacijom između krive L i M. Obrtna površina na slici c je dobijena zakretanjem generisanjem krive oko centralne linije. Slika d daje površinu koja se dobija rotacijom krive oko ose simetrije.

POVRŠINSKO MODELIRANJE PREDMETA

3. Na slici ispod lijevo je dat primjer površine ***treće kategorije*** koja se dobija interpoliranjem između dvije površine, gdje su prikazane dvije karakteristične površine: trakasta površina koja povezuje dvije površine u glatkom prelazu, te zakošena površina koja povezuje ravne i cilindrične površine.



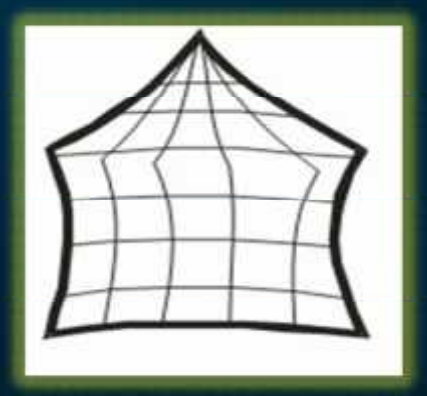
Na svakoj slici koja daje prikaz površina se može uočiti da prikazane površine predstavljaju mrežu presječenih krivih. Ovo je samo za namjenu prikazivanja- površine su kontinualne, sa svakom tačkom na površini definisanom matematičkim odnosom upotrebljenim u definiciji.

Stvarni predmeti su ne rijetko mnogo složeniji od predmeta prikazanih u prethodnim primjerima. Čak i za relativno proste površine kao što su: sklopovi, presjeci cilindara, površine koje definišu djelovi cilindara spojeni sa drugim površinama itd. ***CAD sistemi u poslednje vrijeme nude olakšice za sječenje, proširenje površine krive ili granične površine iskidanje 'rupa' sa površina omogućili su modeliranje i tako komplikovanih modela***.

POVRŠINSKO MODELIRANJE PREDMETA

Površinski prikazi, ipak imaju ***nekoliko nedostataka***. U principu, oni su mnogo više kompjuterski zahtjevni u odnosu na žičane modele, za njih je potrebno mnogo više vještine za njihovu konstrukciju i korištenje.

Postoje izvjesne geometrije površina koje je teško prikazati korištenjem postojećih tehnika za modeliranje. Površine prikazane na prethodnim slikama spadaju u generičke kategorije od četvorostranih parčadi. Oblici koje nije lako opisati ovakvim oblicima su npr. trostrana i petostrana parčad- Slika ispod.

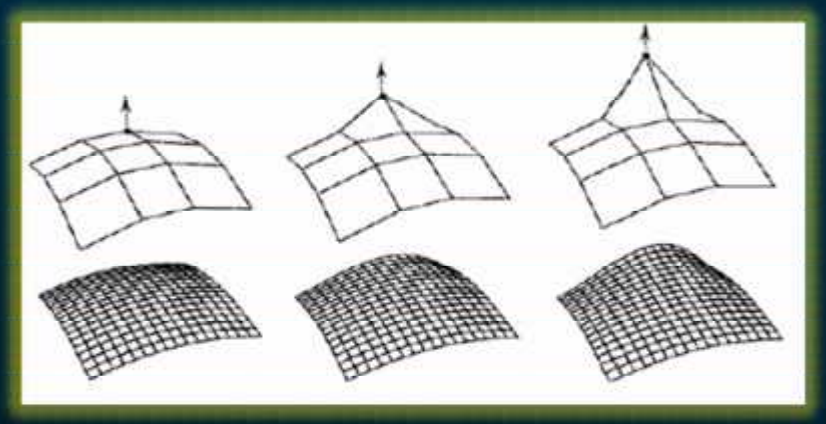


ČVRSTO MODELIRANJE PREDMETA

Rastuća primjena kompjutera za inženjerske analize, ili za generisanje informacija za proizvodnju zahtjeva što je moguće kompletniji prikaz predmeta. ***Modeliranje čvrstih oblika*** je prirodno proširenje 'jednodimenzionalnih' entiteta (krivih) ili 'dvodimenzionalnih' entiteta (površina), za modeliranje predmeta korištenjem trodimenzionalnih čvrstih tijela.

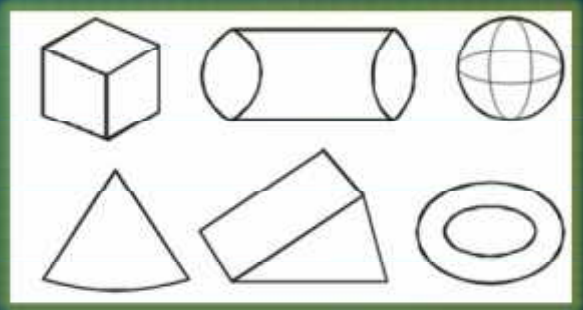
Dvije metode koje su postale dominantne kada je ovo modeliranje u pitanju su:

1. ***konstruktivni pristup*** – **metod konstruktivne geometrije čvrstih tijela** (skraćenica– CSG ili C-rep);
2. ***metod graničnog prikaza*** (kratak naziv B–rep) koji dominira u današnjim aplikacijama.



KONSTRUKTIVNA GEOMETRIJA ČVRSTIH TIJELA

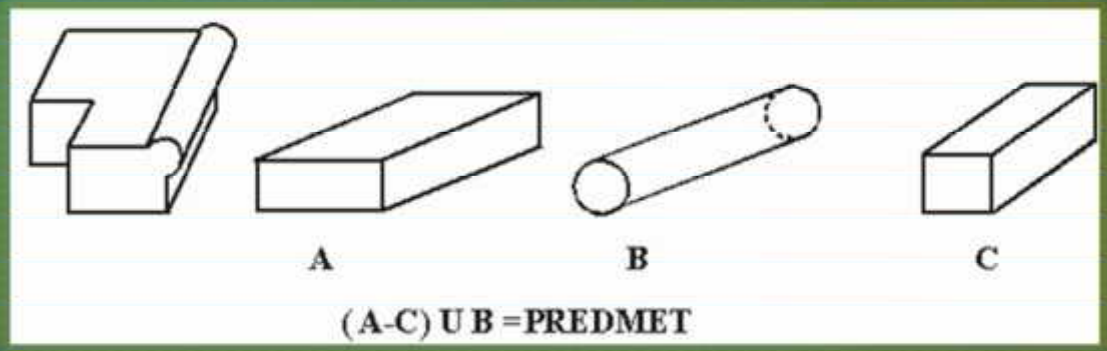
Kod metode konstruktivne geometrije čvrstih tijela, ***modeli se konstruišu upotrebom kombinacije prostih čvrstih*** tijela primitiva kao što su: kocka, cilindri, sfere, konusi i sl. Osnovni oblici koji se koriste kod modeliranja predmeta su prikazani na slici ispod.



U CAD sistemima se konstruktivna geometrija primjenjuje na osnovne oblike tj. primitive da bi se od njih spajanjem, presjecima i oduzimanjem (Bulovim operacijama) izradili kompleksni oblici predmeta. Slika ispod desno prikazuje efekat ovih operacija na kocki i cilindru.

KONSTRUKTIVNA GEOMETRIJA ČVRSTIH TIJELA

Rezultat ovih operacija su: kombinacija predmeta, koji može biti kombinovan sa drugim prostim ili složenim predmetima u cilju stvaranja novih oblika. Npr., da bi se kreirao model prikazan na slici ispod koriste se tri osnovna oblika: A- prizma, B- valjak, i C- prizma.



Izraz (A-C) označava operaciju razlika kojom se iz prizme A isjeca prizma C. Tako dobijen predmet se operacijom unija (U) kombinuje sa valjkom C radi dobijanja konačnog oblika. Za složenije predmete može biti potrebno na stotine osnovnih primitiva, što može da proces učini dugotrajnim.

Modeli konstruktivne geometrije čvrstih predmeta- CSG ***imaju prednosti*** zbog svoje kompleksnosti, čime garantuju da će model biti vjeran i nedvosmislen. Metod konstruisanja CSG modela je takav da sasvim kompleksni oblici mogu biti razvijeni relativno brzo sa ograničenjem koje može predstavljati moguća ponuda primitiva koji su dostupni u sistemu.

GRANIČNI PRIKAZ PREDMETA

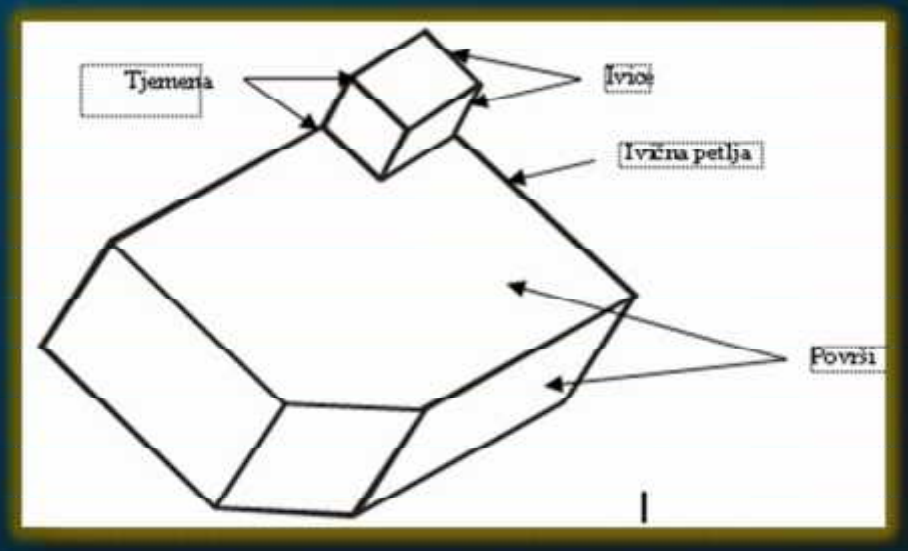
Površinski modeli ne sadrže informacije o vezama između površina kao ni o tome koji dio predmeta je čvrsto tijelo. Ako se površinskom modelu dodaju informacije o vezama između površina i identifikuju se površine predmeta sa svake strane, dolazi se do drugog pristupa modeliranju čvrstih tijela u pitanju je tzv. granični prikaz. Stvarni sistem ide i dalje od ovog. On inkorporira metode za provjeru topološke konzistencije modela (tj. da nema dodatih i nedostajućih površina i veza), te takođe provjerava da modeli nijesu geometrijski nepravilni. Topološka konzistentnost je djelimično dostignuta korištenjem strukture podataka u kojima su površi povezane sa njihovim graničnim ivicama koje su povezane sa njihovim graničnim tačkama u uniformnoj stukturi. Geometrijska konzistentnost je dostignuta sljedećim kriterijumima:

1. **da površi modela ne presjecaju jedna drugu osim u zajedničkim tačkama ili ivicama,**
2. **granične površi su proste petlje ivica koje se ne presjecaju međusobno,**
3. **set površi modela zatvara i formira potpunu opnu modela bez nedostajućih djelova,**
4. **Ojlerovo pravilo treba da bude primijenjivo za tijela bez otvora. Ako sa V obilježimo broj tjemena, sa E - broj ivica, a sa F - broj površina, onda mora važiti izraz:**

$$V - E + F = 2$$

GRANIČNI PRIKAZ PREDMETA

Treći uslov ne dozvoljava otvoreni predmet. Prva dva ne dozvoljavaju samopresjecanje predmeta. Najprostiji oblik graničnog modela prikazuje sve površi ravne slike – Slika ispod.



Nasuprot CSG modeliranju granični modeli čuvaju informaciju o površima i ivicama modela izričito u procjenjenom obliku. Ovo daje određene prednosti ovoj metodi, zato što informacije za određene aplikacije modela mogu biti izvučene direktno iz strukture podataka. Ovakve aplikacije omogućavaju generisanje slike modela za potrebe posmatranja i izračunavanja površine modela. Nedostatak prikaza je relativno veliki iznos skladišnih podataka i zato modeli graničnog prikaza zahtijevaju veće kapacitete za smještaj podatke.

Hvala na pažnji !