

Laborator AUTOCAD nr. 9

1. Scopul acestui laborator este :Studiul elementelor de bază privind modelarea și vizualizarea 3D.

2. Principii teoretice.Introducere în modelarea 3D

O metodă modernă de descriere a obiectelor este aceea, de a le modela în spațiul 3D. Scopul modelatorului geometric este furnizarea descrierilor corecte ale obiectelor tridimensionale, inclusiv a facilităților de evaluare a proprietăților lor de masă, precum și specificarea interfeței cu aplicații ingineresti practice, cum ar fi: FEA, comanda MUCN etc. În marea lor majoritate, produsele manufacturate sunt colecții de solide rigide, asamblate prin procese ale căror efecte sunt în primul rând de natură geometrică. De cele mai multe ori însă, proiectantul nu pleacă de la un obiect real pe care vrea să-l reconstituie pe ecranul unui display, ci de la o schiță sau pur și simplu, de la niște specificații tehnice și construiește obiectul pentru prima oară pe ecran.

În acest caz, pe lângă problema de acuratețe a reprezentării, se pune și problema validității proiectului, adică proiectantul dorește ca, folosind o schemă de reprezentare dată, modelul să reprezinte un obiect care să poată fi realizat.

În programele CAD, reprezentarea obiectelor 3D se poate face în trei moduri, fiecare luând în considerare un anumit nivel de reprezentare a solidelor: prin modele – wireframe, reprezentarea prin suprafața exterioară a obiectelor – surface și prin corpuri solide – solid (fig. 9.1).

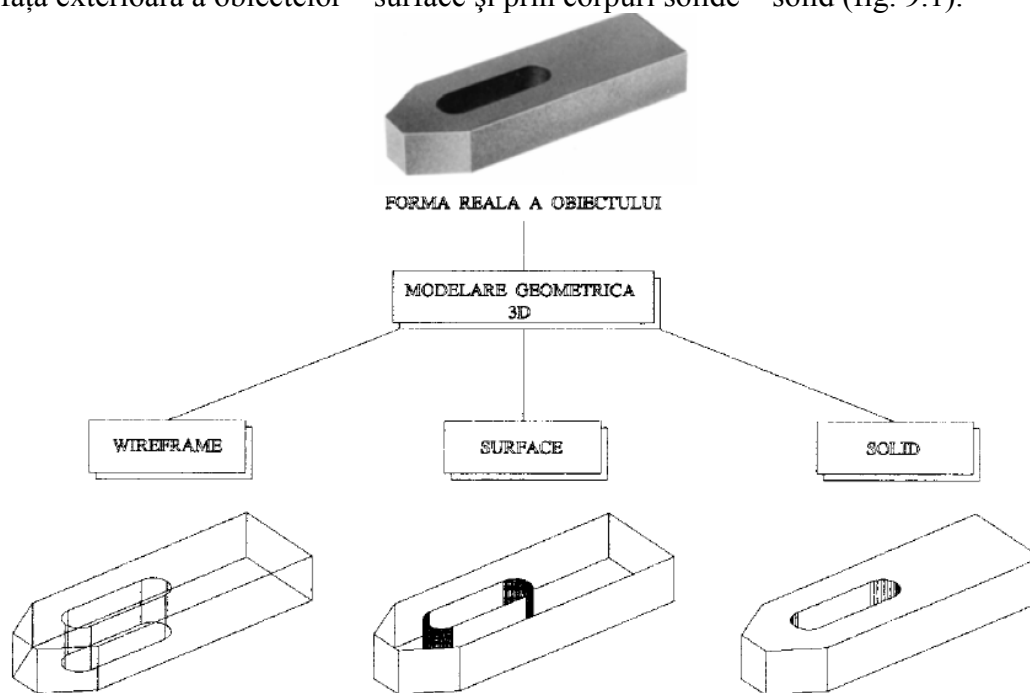


Fig. 9.1 Tipuri de modele geometrice 3D

Pentru a realiza desene 3D, se pot adopta mai multe strategii de lucru,ordonate în continuare după complexitate, astfel:

- precizarea celor trei coordonate (în loc de două) pentru punctele ce definesc diversele entități;
- precizarea „altitudinii” (elevației) curente și apoi lucrul cu două coordonate;
- definirea de UCS-uri succesive, cu lucrul direct în acestea.

Utilizarea „altitudinii”. Se pot transforma astfel obiecte plane, în obiecte 3D dându-le o grosime (thickness), proprietate ce indică „înălțimea” obiectelor (în direcția Z). În terminologia CAD, această însoțire a entităților cu încă o dimensiune poartă numele de „extruziune”. Direcția de extruziune este perpendiculară pe planul desenului.(Fig.9.2)

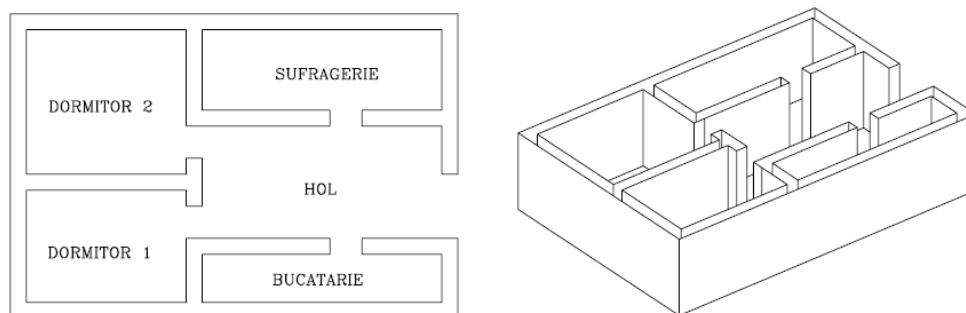


Fig.9.2

Utilizarea UCS-urilor. AutoCAD cunoaște **sistemul fix de coordonate**, “**World Coordinate System**”(WCS), adică sistemul asociat “lumii” și **sisteme de coordonate proprii utilizatorului**, “**User Coordinate System**” (UCS).Sistemul UCS este sistemul în care,întotdeauna, se fac desenele. În momentul inițial, când intrăm în editorul de desenare, UCS-ul curent este suprapus peste WCS. Pentru a-l defini, trebuie specificată direcția axelor UCS-ului și poziția originii. Un UCS vă permite să desenați și editați entități 3D cu ușurință, datorită faptului că puteți orienta planul de proiectare astfel încât să lucrați mereu în vedere plană. Plasarea convenabilă a UCS-ului oferă ample posibilități de lucru și control, astfel încât înțelegerea lucrului cu UCS este esențială în vederea modelării 3D (Fig.9.3).

Command: ucs

Origin/ZAxis/3point/Entity/View/X/Y/Z/Prev/Restore/Save/Del/?/<World>:

unde:

<R> – suprapune UCS peste WCS;

ZA – definește un nou UCS, prin indicarea axei sale Z, AutoCAD determinând automat orientarea celorlalte axe;

3 p – cere 3 puncte (originea și câte un punct pe semiaxele pozitive OX și OY) pentru noul UCS;

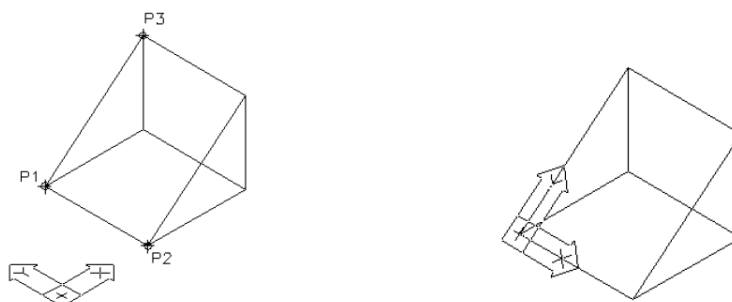


Fig.9.3

În tabelul 9.1 sunt prezentate tipurile de coordonate care pot fi raportate la origine.

Tabelul 9.1

Tipul de coordonate	Referința	Modul de scriere	Semnificația	Exemplu de folosire
Rectangulare	Absolute (față de origine)	x,y,z	Distanța pe direcția axei X, pe direcția axei Y și respectiv pe direcția axei Z față de origine	
	Relative (față de punctul curent)	@x,y,z	Distanța pe direcția axei X, pe direcția axei Y și respectiv pe direcția axei Z față de punctul curent	
Sferice	Absolute	r<alfa<beta	Distanța față de origine, unghiul măsurat față de semi-axa pozitivă X în planul XY și unghiul măsurat față de planul XY	
	Relative	@r<alfa<beta	Distanța noului punct față de punctul curent, unghiul față de paralela la semi-axa pozitivă X dusă prin punctul curent și unghiul față de planul paralel la planul XY dus prin punctul curent	
Cilindrice	Absolute	r<alfa,z	Distanța față de origine măsurată în planul XY, unghiul măsurat în planul XY față de semi-axa pozitivă X și distanța față de planul XY	
	Relative	@r<alfa,a,z	Distanța noului punct măsurată într-un plan paralel la planul XY dus prin punctul curent față de punctul curent, unghiul față de paralela la semi-axa pozitivă X dusă prin punctul curent și distanța față de planul paralel la planul XY dus prin punctul curent	

Oricare din tipurile de coordonate menționate pot fi raportate la origine, caz în care sunt coordonate absolute, sau la punctul curent, fiind coordonate relative.

Folosirea filtrelor de coordonate este posibilă și în lucrul în trei dimensiuni, exact după aceleași reguli ca și în plan.

Introducerea coordonatelor unui punct prin punctare cu ajutorul cursorului-ecran poate fi realizată cu precizie, în orice situație, în planul XY. La modificarea coordonatei Z, AutoCAD modifică de cele mai multe ori și planul XY în care interceptează punctele prin cursor. Indicarea coordonatei Z prin punctare este numai uneori realizabilă; experiența în lucru este esențială în înțelegerea acestui aspect.

2.1 Vederi spațiale predefinite. Comenzile VIEW, PLAN

Raportarea vederilor ortogonale sau izometrice se realizează fie la sistemul fix de coordonate (WCS), fie la un sistem de coordonate propriu al utilizatorului (UCS).

Comanda view dispune de o bară de instrumente asociată, denumită “View”(fig. 9.4).



Figura 9.4 Bara de instrumente destinată manipulării vederilor predefinite

Generarea vederilor este facilitată de comanda **VIEW**, prin caseta de dialog asociată ei (fig. 9.5).

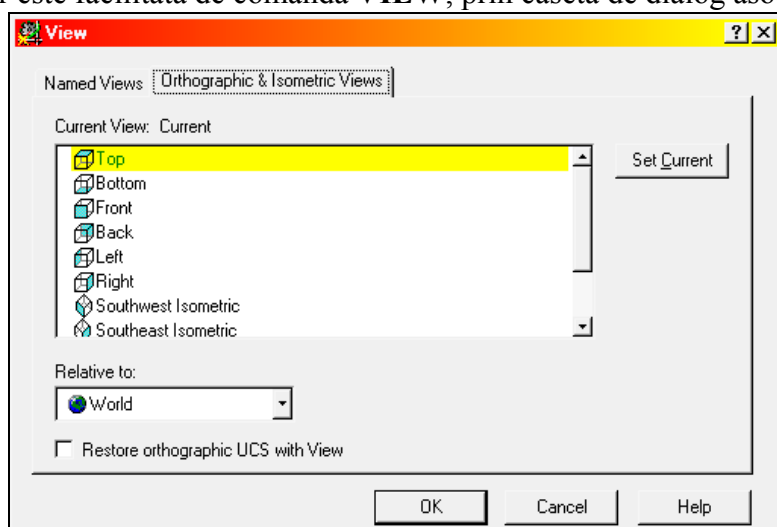


Figura 9.5 Caseta de dialog destinată manipulării vederilor

Stabilirea sau restabilirea vederii plane (corespunzătoare vederii “de sus”) poate fi realizată și prin comanda **PLAN**. Comanda solicită sistemul de coordonate la care să se raporteze. Comenzile **VIEW** și **PLAN** pot fi lansate și din meniul pull-down “View”, linia “**3Dviews...**”.

2.2 Vederi oarecare. Comenzile VPOINT, DDVPOINT, DVIEW, CAMERA

Pentru generarea unor vederi nestandardizate sub formă de proiecții paralele, AutoCAD dispune de comenzile **VPOINT** și **DDVPOINT**.

Prima este comanda “istorică” de definire a vederilor spațiale, și solicită coordonatele X,Y,Z ale punctului de observație.

Comanda **DVIEW** generează vederi spațiale în proiecție paralelă sau conică și poate fi aplicată selectiv, numai pe anumite obiecte alese de utilizator. Comanda este destinată numai “privirii” desenului, fără a fi utilă în timpul operațiilor de lucru.

Modificarea direcției privirii este facilitată de comanda **CAMERA**. Aceasta solicită noile poziții pentru camera virtuală de luat vederi și pentru punctul țintă.

În fig. 9.6 este ilustrat un exemplu de definire a direcției privirii prin intermediul comenzii **CAMERA**.

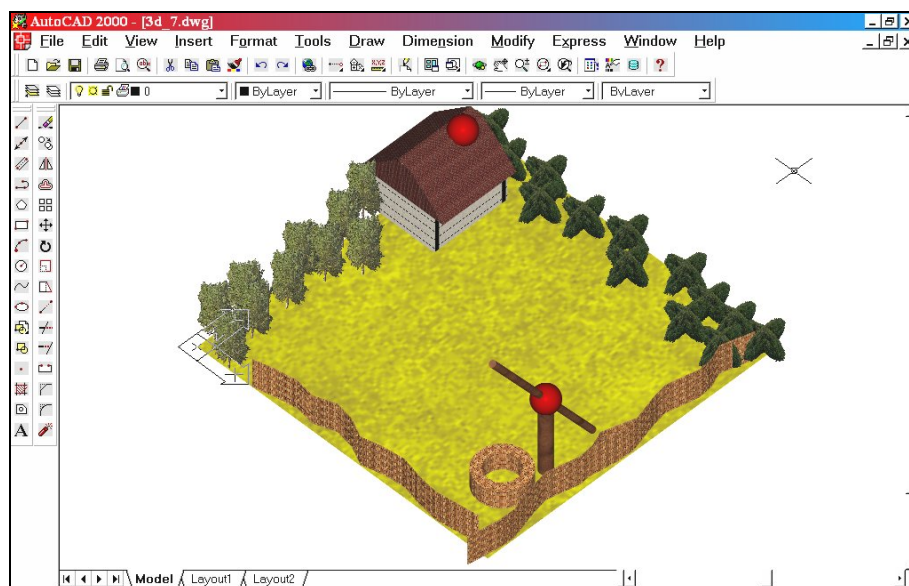


Figura 9.6 Imagine inițială, în care cele două sfere (de pe acoperiș și de pe stâlpul fântânii) indică punctele care definesc direcția privirii

3. Tehnici de vizualizare realistă a modelelor spațiale

3.1 Afișarea wireframe

Cel mai simplu mod de afișare pe ecran a modelului 3D este **afișarea “wireframe”**, adică un schelet simplist al modelului, în care sunt redată muchiile și vârfurile acestuia.

Nu trebuie să fie confundată modelarea wireframe cu afișarea wireframe! Un model de orice tip (volumic, de tip suprafață) poate fi afișat pe ecran numai prin muchiile și vârfurile sale, pentru economie de resurse hard, pentru a mări viteza de lucru și pentru a vedea ușor obiectele din spațiul virtual, oriunde s-ar afla ele. În timpul sesiunii de lucru, afișarea modelelor 3D este în majoritatea timpului de tip wireframe.

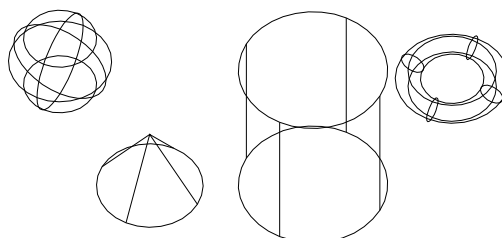


Figura 9.7

3.2 Ascunderea muchiilor nevizibile. Comanda HIDE

Pe modelele volumice și de tip suprafață se poate aplica ascunderea muchiilor. Acesta este un prim pas spre afișarea realistă a modelelor spațiale. Imaginea dobândește mai multă claritate, se poate observa bine ce obiecte sunt mai aproape și care sunt mai departe. Într-o afișare cu muchiile nevizibile ascunse, denumită **“hidden-line”** în limba engleză, obiectele sunt reprezentate numai prin muchiile lor vizibile.

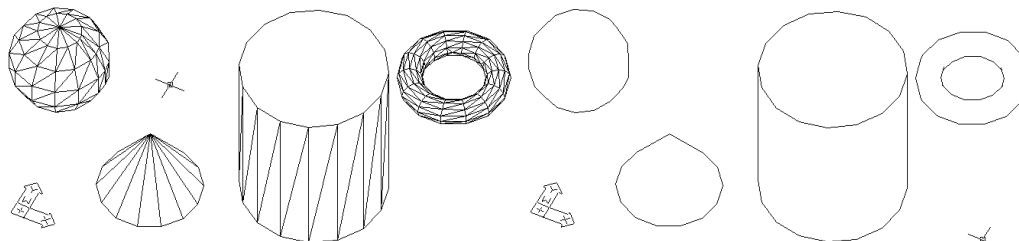


Figura 9.8 Obiecte solide în afișare hidden-line pentru: a) $DISPSILH=0$; b) $DISPSILH=1$

3.3 Bara Shade. Comanda SHADEMODE

Diferitele variante de afișare hidden-line și shaded sunt ușor accesibile prin comanda **SHADEMODE**. Aceasta poate fi lansată prin tastare, sau din meniul pull-down “**View**”, linia **Shade** (fig.9.9). Comanda are de asemenea alocată o bară de instrumente proprie (fig. 9.10), pentru lansarea rapidă a diferitelor sale opțiuni.

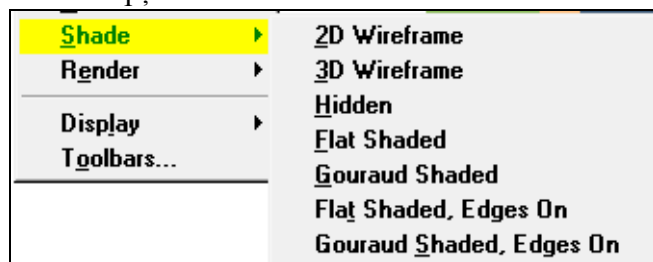


Figura 9.9 Opțiunile comenzii SHADEMODE



Figura 9.10 Bara de instrumente “Shade”, incluzând opțiunile comenzii SHADEMODE

3.4 Modificarea dinamică a imaginii în spațiul tridimensional. Comenzile 3DORBIT, 3DZOOM, 3DPAN, 3DDISTANCE, 3DCLIP, 3DSWIVEL

Dacă utilizatorul se află în lumea reală, pentru a vedea un obiect din diferite puncte din spațiu, el, utilizatorul, trebuie să se rotească în jurul acestuia, să se apropie sau să se depărteze, sarcină care este consumatoare de timp și chiar obositoare.

Soluția este oferită în AutoCAD 2000 de introducerea comenzii **3DORBIT** și a familiei asociate ei: **3DZOOM**, **3DPAN**, **3DDISTANCE**, **3DCLIP**, **3DSWIVEL**.

Comanda **3DORBIT** permite utilizatorului “să stea” comod în poziția lui și să rotească modelul în fața sa, să îl apropie sau să-l depărteze, să folosească un transfocator al camerei virtuale de luat vederi, pentru a pătrunde în detaliile vizuale ale modelului. Comanda este lansabilă și prin butonul



de pe bara de unelte “**Standard**”.

3.5 Crearea și editarea obiectelor tridimensionale

AutoCAD permite descrierea obiectelor în spațiul tridimensional utilizând oricare din cele trei metode de bază: modelarea prin muchii și vârfuri, modelarea suprafețelor, modelarea volumică. Cantitatea de informație transmisă prin modelul 3D variază în același mod, și tot la fel cresc și necesitățile de resurse hard destinate operării cu modele tridimensionale.

3.6 Modelarea prin muchii și vârfuri

Metoda de modelare a obiectelor spațiale bazată pe **utilizarea muchiilor și vârfurilor** este cea mai simplă, dar și cea mai săracă în informație. Metoda utilizează doar puncte și elemente liniare (segmente și arce) de lungime finită. Pentru a reda obiectul, este redat de fapt un schelet al său. Metoda se numește în limba engleză “**wireframe modeling**”, deoarece modelul se aseamănă cu o rețea de sârmă (fig. 9.11).

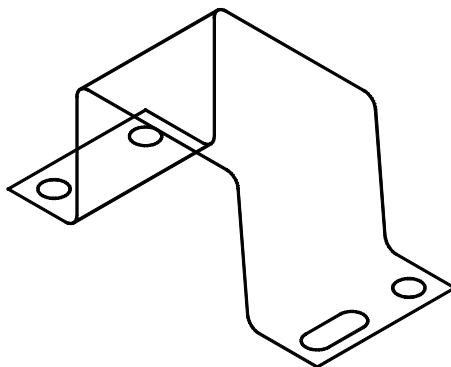


Figura 9.11

3.7 Modelarea suprafețelor

O dezvoltare a modelelor “wireframe” ia în considerare **suprafața exterioară** ce delimitează un obiect tridimensional. Metoda se bazează pe modelarea “cojii” obiectului 3D.

Elementele geometrice utilizate sunt fețele (patrulaterare sau triunghiuri) de arie finită, elementele liniare finite și punctele (fig. 6.9). Nu există informație despre interiorul obiectului, despre densitatea materialului și distribuția acestuia.

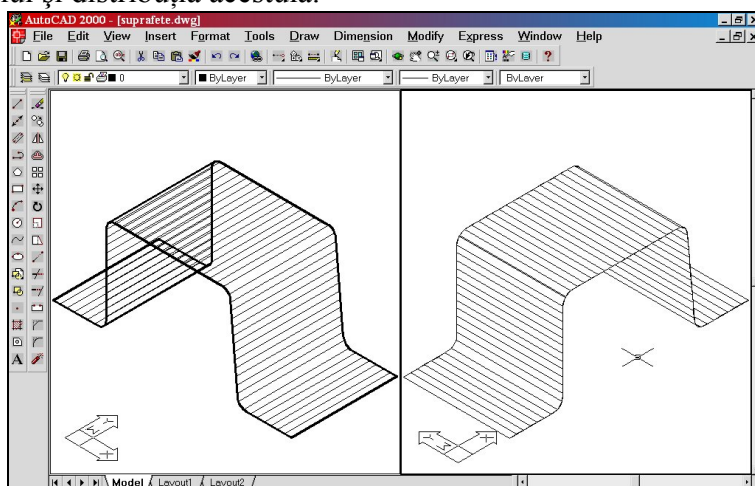


Figura 9.12

3.8 Modelarea volumică

Cea mai evoluată metodă de redare a obiectelor spațiale o constituie modelarea solidelor, denumită și **modelare volumică**. Obiectul este generat din forme solide simple, majoritatea descriibile analitic, combinate între ele pentru a genera forma spațială dorită. Modelului i se poate asocia o densitate de material, se pot determina proprietăți de corp fizic (centru de masă, momente de inerție, rază de rotație, etc.).

3.9 Forme volumice simple. Comenzile BOX, SPHERE, CYLINDER, CONE, WEDGE, TORUS, EXTRUDE, REVOLVE

AutoCAD generează elemente volumice primitive, de formă geometrică simplă, cum ar fi: paralelipipedul dreptunghic, sfera, cilindrul drept, conul drept, pana, torul. Tot în categoria formelor volumice simple sunt incluse elementele volumice obținute prin extrudare sau prin revoluție.

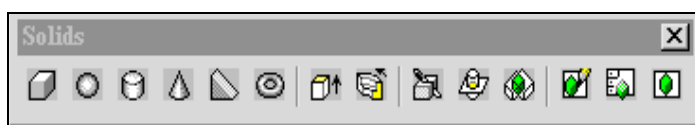


Figura 9.13 Bara de instrumente “Solids”

3.9.1 Crearea unui paralelipiped dreptunghic solid. Comanda BOX

Comanda BOX crează în desen un paralelipiped dreptunghic de tip solid. Comanda solicită două vârfuri diagonale opuse ale bazei și apoi înălțimea. Baza este totdeauna dispusă în planul curent XY. Muchiile obiectului sunt paralele cu axele sistemului curent de coordonate (fig. 9.14).

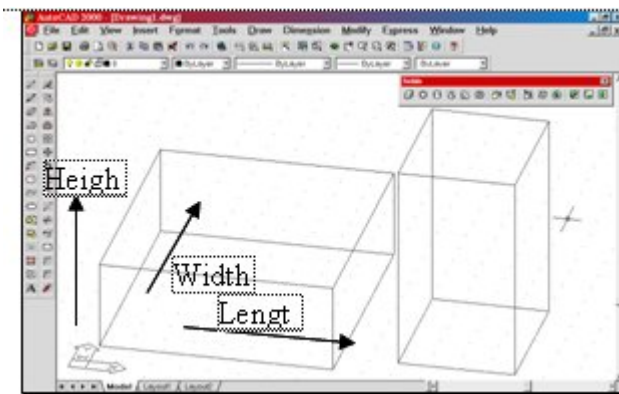


Figura 9.14 Obiecte create prin comanda BOX

3.9.2 Crearea unui cilindru drept solid. Comanda CYLINDER

Comanda CYLINDER crează un cilindru drept, având baza de formă circulară sau eliptică. Metoda implicită de lucru solicită poziția centrului bazei, raza sau diametrul bazei și apoi înălțimea cilindrului. Cilindrul obținut astfel este circular drept, fiind plasat cu baza într-un plan paralel cu planul curent XY și care trece prin punctul indicat

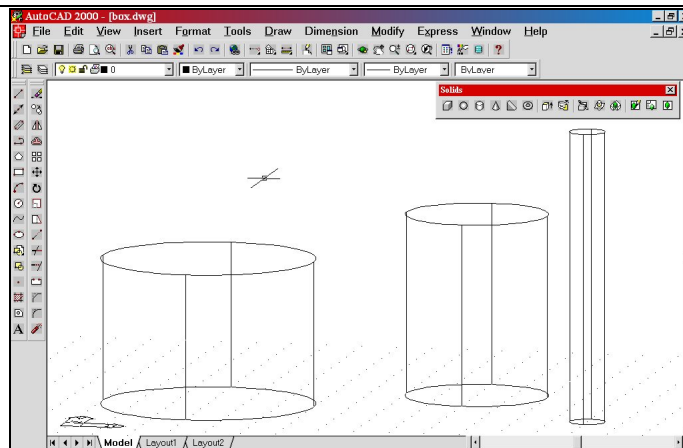


Figura 9.15 Obiecte generate prin comanda CYLINDER

3.9.3 Crearea conurilor drepte solide. Comanda CONE

Metoda implicită de lucru solicită poziția centrului bazei, raza sau diametrul bazei și apoi înălțimea conului. Conul obținut astfel este drept și are baza de formă circulară, plasată într-un plan paralel cu planul curent XY și care trece prin punctul indicat (fig. 9.16).

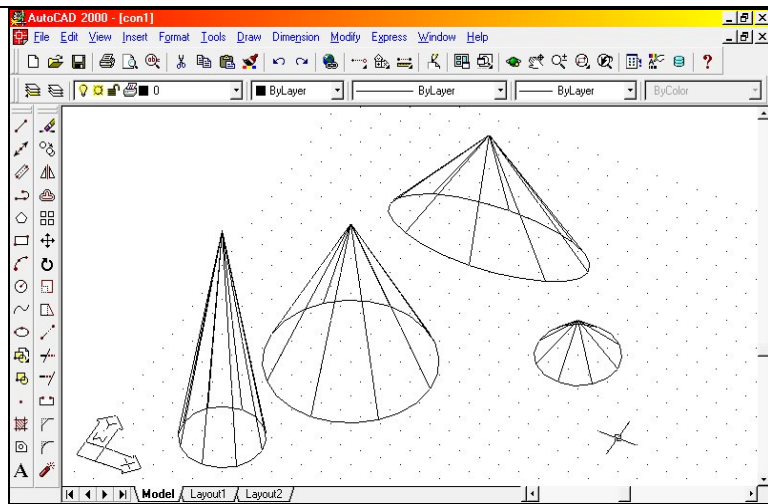


Figura 9.16 Obiecte solide generate prin comanda CONE

3.9.4 Crearea unei sfere solide. Comanda SPHERE

Pentru a crea obiecte solide de formă sferică, se dispune de comanda **SPHERE**. Aceasta solicită poziția centrului și valoarea razei (sau a diametrului), generând sfera cu planul ecuatorial paralel cu planul curent XY ce trece prin centrul sferei. Axa polilor este direcționată după direcția Z curentă.

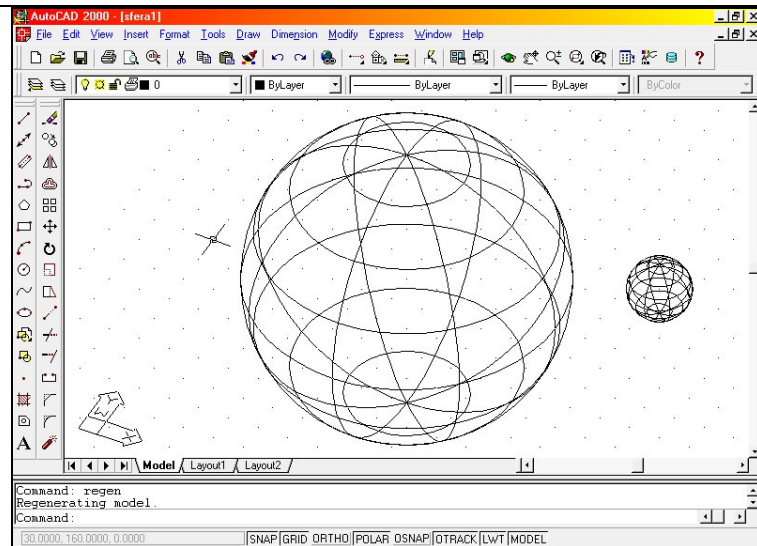


Figura 9.17 Sfere solide generate prin comanda SPHERE

3.9.5 Crearea unui tor solid. Comanda TORUS

Crearea unui tor de tip solid este facilitată de comanda **TORUS**. Planul median al torului este paralel cu planul curent XY (fig. 9.18). Comanda solicită centrul torului și apoi succesiv, raza acestuia și raza

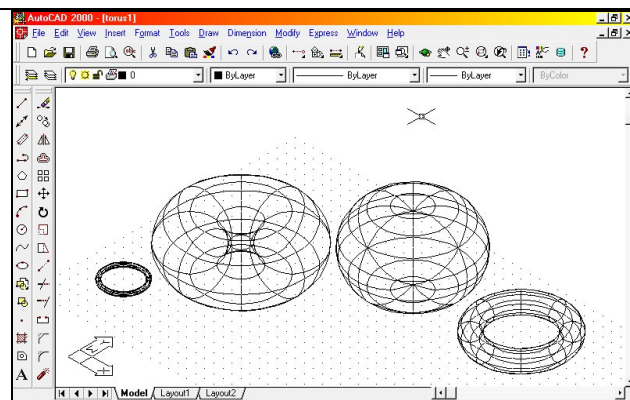
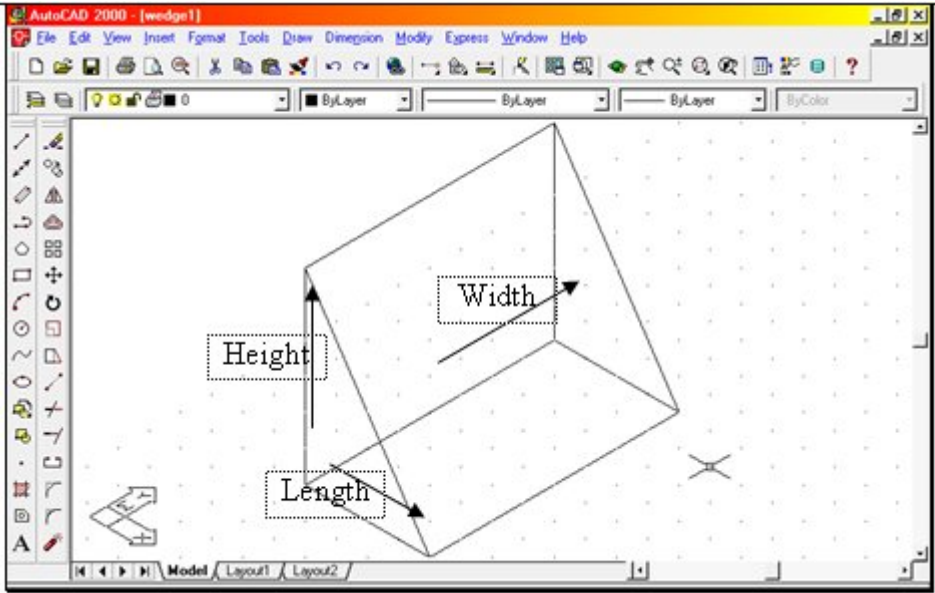


Figura 9.18 Solide de formă toroidală generate prin comanda TORUS

<p>tubului. Uzual, raza tubului este mai mică, iar cea a torului însuși mai mare.</p>	
<p>3.9.6 Crearea solidelor de tip pană. Comanda WEDGE Crearea solidelor de tip pană este facilitată de comanda WEDGE. Pana este de fapt un paralelipiped secționat după o diagonală a unei fețe XZ (fig. 9.19). Command: _wedge Center/<Corner of wedge> <0,0,0>: Cube/Length/<other corner>: c Length: 80</p>	 <p>Figura 9.19 Solid de tip pană creat prin comanda WEDGE</p>

3.10 Editări globale în 3D

Pentru a dezvolta facilitățile de lucru prezentate în grafica 2D, mediul AutoCAD include și comenzi de editare adaptate spațiului tridimensional. Acestea se referă la crearea unor obiecte noi pe baza celor existente deja, sau la modificarea obiectelor existente. Elementele de referință în raport cu care se realizează astfel de editări se transformă corespunzător: punctul din plan devine axă, axa din plan devine plan. Comenzile de acest tip pot fi tastate, sau selectate din meniul pull-down “**Modify**” linia **3D Operation**.

3.10.1 Oglindirea obiectelor în spațiul tridimensional. Comanda MIRROR3D

În spațiul tridimensional, operația de oglindire se realizează în raport cu un plan. Comanda **MIRROR3D** solicită obiectele supuse oglinirii și apoi definirea planului de oglindire (fig. 9.20). Acesta poate fi planul unui obiect din desen (cerc, arc, elipsă, polilinie 2D, etc.), ultimul plan definit pentru o operație similară, un plan definit prin semiaxa sa OZ+, un plan paralel cu cel al vederii curente, un plan paralel cu unul din planele XY, YZ, ZX, sau un plan definit dinamic, prin trei puncte. Ultima cerință a comenzii **MIRROR3D** se referă la păstrarea setului de obiecte originale sau renunțarea la acesta.

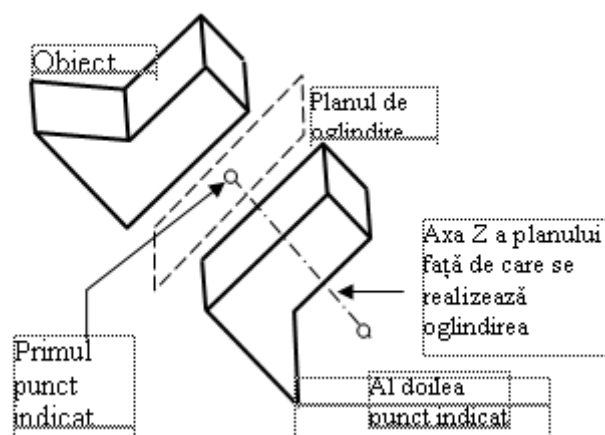


Figura 9.20

3.10.2 Multiplicarea obiectelor în spațiul tridimensional. Comanda 3DARRAY

Multiplicarea unor obiecte în spațiul tridimensional se realizează prin comanda **3DARRAY**. Comanda dispune de două moduri de lucru: rectangular, când multiplicarea se realizează în rânduri, coloane și nivele ("rows", "columns", "levels" în limba engleză), și polar, când multiplicarea se realizează în jurul unei axe.

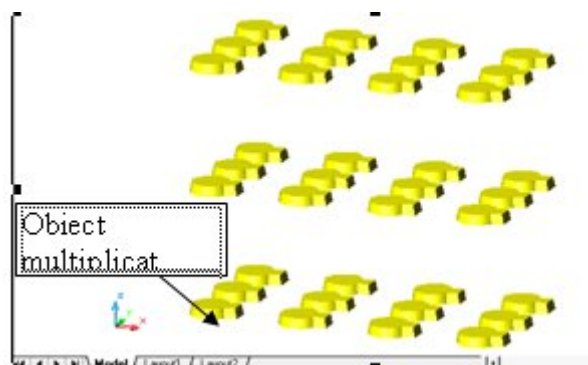


Figura 9.21 Multiplicarea rectangulară a unui obiect cu ajutorul comenzii 3DARRAY, în

3.10.3 Rotirea obiectelor în spațiul tridimensional. Comanda ROTATE3D

Comanda ROTATE3D realizează rotirea unui set de obiecte în jurul unei axe. Operația este similară cu rotirea în plan, numai că de data aceasta planul este unul oarecare și nu planul curent XY.

Command: rotate3d

Select objects: 1 found

Select objects:

Axis by

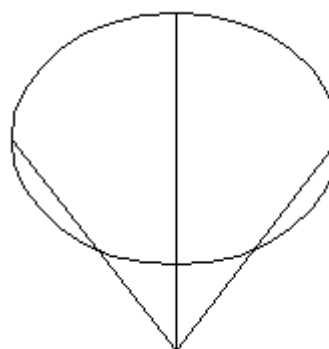
Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/<2points>:

x

Point on X axis <0,0,0>: _

<Rotation angle>/Reference:

<Rotation angle>/Reference: 40



3.10.4 ALIGN-ALINIAREA A DOUA OBIECTE SPATIALE

Command: `_box`

Specify corner of box or [Center] <0,0,0>:

Specify corner or [Cube/Length]: 1

Specify length: 20

Specify width: 10

Specify height: 40

Command: `_rectang`

Specify first corner point or

[Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

Specify other corner point:

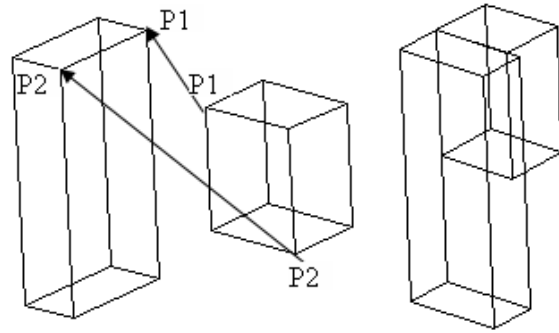


Figura 9.22