

A "3D tervezés alapjai" c. tantárgy ütemterve

II. é. Ipari termék- és formatervező mérnöki alapszakos hallgatóknak

Tanulmányi hét	Előadás	Gyakorlat
1	Bevezetés. A tervezés (konstrukció) fogalma. A CAD kialakulása.	A Solid Edge tervező program bemutatása. Modulok, alkalmazások ismertetése, féléves feladatok megbeszélése.
2	A számítógéppel segített tervezéshez kapcsolódó fogalmak (CAD, CAM, CAE, stb.) jelentése.	Egyszerű alaksajátosságok a Part modulban. Vezetett szerkesztési gyakorlat.
3	A gépészeti tervezés folyamata. A számítógép szerepe, alkalmazási lehetősége a tervezés folyamatában.	Alkatrészbizottság készítése Draft modulban. Vezetett szerkesztési gyakorlat. 1. feladat beadása
4	CAXx technológiák integrálása. A számítógépes tervezés hardver eszközei. A számítógépes tervezés szoftverei.	Összetett alaksajátosságok a Part modulban. Vezetett szerkesztési gyakorlat. 2. feladat beadása
5	Geometriai modellezés. Térgörbe parametrikus megjelenítése. Analitikus görbék.	Önálló munka. 3. feladat beadása
6	A huzalváz modell. A felületmodell. Felületelemek. Jellegzetes felületek.	Önálló munka.
7	Felületek parametrikus leírása. Szabadfelületek.	Szerelések készítése az Assembly modulban. Vezetett szerkesztési gyakorlat. 4. feladat beadása
8	Testmodellezés (térfogati modellezés). A CSG modellezés. A Boole műveletek értelmezése.	Szerelések elemzése (interferenciavizsgálat, fizikai jellemzők stb.)
9	Az alaksajátosság alapú modellezés. A parametrikus modellezés.	Önálló munka. 4. feladat beadása
10	Szerelt egység modellezése	Önálló munka.
11	Ellenőrző dolgozat.	Önálló munka.
12	Végeselemes vizsgálat lehetőségei	Önálló munka. 5. feladat beadása
13	A CAD adatátviteli szabványai.	Mérnöki kézikönyv alkalmazása. Önálló munka.
14	Ellenőrző dolgozat pótlása.	Feladatok beadása, konzultáció 6. feladat beadása

Ajánlott irodalom:

- Horváth I. - Juhász I.: Számítógéppel segített gépészeti tervezés. Műszaki Könyvkiadó. Bp. 1996.
- Kátai L. (szerk): CAD tankönyv. Typotex Kiadó. 2012. www.tankonyvtar.hu/hu
- Kátai L. (Editor): CAD Book. Typotex Publishing House. 2012. www.tankonyvtar.hu/hu
- Pahl G. - Beitz W.: A géptervezés elmélete és gyakorlata. Műszaki Könyvkiadó. Bp., 1981.
- Kunwoo Lee: Principles of CAD/CAM/CAE Systems. Addison-Wesley. 1999.
- McMahon C. – Browne, J.: CAD/CAM. 2nd Ed. Addison-Wesley. 1998.
- Encarnaçao J.-Schlechtendal E.G.: Számítógéppel segített tervezés. Műszaki Könyvkiadó. Bp., 1987.
- Bernhardt, R.: A számítógéppel támogatott tervezés. Műszaki Könyvkiadó. Bp., 1989.
- Pálma, R.: A számítógéppel segített tervezés alapjai. Veszprémi Egyetem. 1994.

A tantárgy követelményei és félévvégi aláírás feltételei:

- A tantárgy lezárásának módja: aláírás és gyakorlati jegy.
- A félév elismerésének (az aláírás megszerzésének) feltételei:
 - a foglalkozásokon rendszeres és aktív részvétel,
 - az önálló feladatok mindegyikének legalább elégséges szintű elkészítése.
- A gyakorlati jegy meghatározásakor a gyakorlatokon végzett munkát és az önálló feladatok eredményét vesszük figyelembe.

Miskolc, 2024. szeptember 8.

Dr. Dömötör Csaba
egyetemi docens
tárgyfelelős, tárgyelőadó

Beadandó feladatok

...és hozzájuk tartozó beküldendő fájlok és elnevezésük

1. Vetületek képzése, alkatrészrajz készítése

1db órán, gyakorlatvezető útmutatása alapján + 1db egyéni munkával elkészített öntvény 3D Solid Edge modellje valamint 2D Solid Edge műhelyrajza

1a-öntvény-1.par **1e-öntvény-2.par**

1b-öntvény-1.stl 1f-öntvény-2.stl

1c-öntvény-1.dft **1g-öntvény-2.dft**

1d-öntvény-1.pdf 1h-öntvény-2.pdf

4db

2. Kötőelemek

6db kötőelem 3D modellje + 1db gyűjtőlap 2D vetületekről

2a-hernyócsavar_M8.par **2e-biztosítólemez.par** **2i-alátét.par** **2m-kötőelemek.dft**

2b-hernyócsavar_M8.stl 2f-biztosítólemez.stl 2j-alátét.stl 2n-kötőelemek-pdf

2c-csapágyanya.par **2g-csavar_M6.par** **2k-anya_M24.par**

2d-csapágyanya.stl 2h-csavar_M6.stl 2l-anya_M24.stl

7db

3. Alkatrészek

Tengely, fogaskerék, ékszíjtárcsa és fedelek 3D modellje + 2D műhelyrajzai

3a-tengely.par **3e-fogaskerék.par** **3i-ékszíjtárcsa.par** **3m-fedél-1.par** **3q-fedél-2.par**

3b-tengely.stl 3f-fogaskerék.stl 3j-ékszíjtárcsa.stl 3n-fedél-1.stl 3r-fedél-2.stl

3c-tengely.dft **3g-fogaskerék.dft** **3k-ékszíjtárcsa.dft** **3o-fedél-1.dft** **3s-fedél-2.dft**

3d-tengely.pdf 3h-fogaskerék.pdf 3l-ékszíjtárcsa.pdf 3p-fedél-1.pdf 3t-fedél-2.pdf

10db

4. Csavarkötés (szerelés)

Csavar+Anyá +Alátét +Lemezek 3D modellje + szerelt 2D összeállítási rajza

4a-csavar.par **4e-alátét.par** **4i-csavarkötés.asm**

4b-csavar.stl 4f-alátét.stl 4j-csavarkötés.stl

4c-anya.par **4g-lemez.par** **4k-csavarkötés.dft**

4d-anya.stl 4h-lemez.stl 4l-csavarkötés.pdf

6db

5. Hajtómű részlet

Csapágyak és alkatrészek összeszerelése

5a-hajtómű részlet.asm **5e-csapágy-1-belső.par** **5i-csapágy-2-belső.par**

5b-hajtómű részlet.stl **5f-csapágy-1-külső.par** **5j-csapágy-2-külső.par**

5c-hajtómű részlet.dft **5g-csapágy-1-görgősor.par** **5k-csapágy-2-görgősor.par**

5d-hajtómű részlet.pdf **5h-csapágy-1.asm** **5l-csapágy-2.asm**

+ a további alkatrészek: 2db retesz, 2db távtartó gyűrű, papírtömítés, csoportkerék, nemeztömítés, ház, stb.

+ tételjegyzék külön lapon (pdf)

18db

6. Rugó

1db rugó 3D modellje + alkatrészrajza

6a-rugó.par

6b-rugó.stl

6c-rugó.dft

6d-rugó.pdf

2db

Összesen
min.
47db
fájl

Checklist

1. Vetületek képzése, alkatrészrajz készítése

- öntvény-1.par
- öntvény-1.dft
- öntvény-2.par
- öntvény-2.dft

2. Kötőelemek

- hernyócsavar_M8.par
- csapágyanya.par
- biztosítólemez.par
- csavar_M6.par
- alátét.par
- anya_M24.par
- kötőelemek.dft

3. Alkatrészek

- tengely.par
- tengely.dft
- fogaskerék.par
- fogaskerék.dft
- ékszíjtárcsa.par
- ékszíjtárcsa.dft
- fedél-1.par
- fedél-1.dft
- fedél-2.par
- fedél-2.dft

4. Csavarkötés (szerelés)

- csavar.par
- anya.par
- alátét.par
- lemez.par
- csavarkötés.asm
- csavarkötés.dft

5. Hajtómű részlet

- hajtómű részlet.asm
- hajtómű részlet.dft
- csapágy-1-belső.par
- csapágy-1-külső.par
- csapágy-1-görgősor.par
- csapágy-1.asm
- csapágy-2-belső.par
- csapágy-2-külső.par
- csapágy-2-görgősor.par
- csapágy-2.asm
- csoportkerék.par
- retesz-1.par
- retesz-2.par
- távtartó gyűrűk-1.par
- távtartó gyűrűk-2.par
- nemez tömítőgyűrű.par
- papírtömítés.par
- ház.par
- tételjegyzék (pdf)

6. Rugó

- rugó.par
- rugó.dft

3D tervezés alapjai

- ellenőrző kérdések -

1. Ismertesse a CAx technológiákon keresztül a számítógép használatának a gépészeti tervezés során rendelkezésre álló alapvető lehetőségeit! (4p)
2. Mit jelentenek a CAD / CAM és CAE mozaikszavak? Ismertesse a lényegüket! (3p)
3. Ismertesse a gépészeti tervezés folyamatait a koncepció kialakításától a termék dokumentálásáig. Röviden foglalja össze a lépések lényegét és jellegzetes CAD alkalmazásait! (8p)
4. Idődiagrammok segítségével hasonlítsa össze a klasszikus és a szimultán termékfejlesztés folyamatát! (10p)
5. Soroljon fel 5db speciális CAD szakmodult. (5p)
6. Sorolja fel a CAD programokban alkalmazott koordináta-rendszereket! (3p)
7. Sorolja fel a 2D környezetre jellemző 4 alapvető transzformációt! (4p)
8. Írja le mi, hogy a különbség az interpoláló és approximáló görbék között! Példával illusztrálja! (6p)
9. Rajzoljon Bézier görbét egy 4 kontroll ponttal definiált kontroll poligonba a de Casteljau-algoritmus segítségével $t=0,25$ paramétert figyelembe véve. (5p)
10. Definiálja két kapcsolódó görbe 0., 1. és 2. fokú folytonosságát! (3p)
11. Csoportosítsa a manifold modellező eljárásokat! (4p)
12. Ismertesse a felületmodellezés tulajdonságait! (4p)
13. Ábrával szemléltetve mutassa meg a milyen görbékből indul ki a henger, a vonalfelület, a forgásfelület és a súrolt felület típusú felületmodellek! (8p)
14. Melyek a testmodellezés módszerei? Mutassa be jellegzetes tulajdonságaikat! (10p)
15. Ismertesse a sajátosság alapú (feature-based) modellezés főbb jellemzőit! (5p)
16. Mutassa be az sajátosság alapú modellezésen belül ismertetett alaksajátosságok 4 fő típusát! Írjon példákat is! (8p)
17. Példa segítségével hasonlítsa össze a parametrikus és a változó alapú modellezést! (10p)
18. Mutassa be 2D rajzoláskor alkalmazható alap-, méretezési- és geometriai kényszertípusokat! (7p)
19. Ismertesse egy tervező program jellegzetes szerelési kényszereit! (3p)
20. Soroljon fel három, szerelt modelleken végrehajtható alkalmazást? Mi ezeknek a lényege? (6p)
21. Mit nevezünk szerelési hierarchiának? Hogyan javít ez a tervezés hatékonyságán? (3p)
22. ...
23. Melyek a véges elemes vizsgálat eljárásai és az azokon belül elvégzett feladatok?
24. Mire használjuk a semleges fájl-formátumokat? Melyek a CAD adatátvitel legismertebb szabványai?
25. Ismertesse a geometriai transzformációkat! Egyiket részletesen mutassa be a transzformációt leíró egyenlettel és egy konkrét esetre a transzformáció mátrixával!
26. Szabadon választott nézet segítségével mutassa be egy geometriai modellről automatikus vetületek készítésének módszerét!
27. Milyen láthatóságot vizsgáló technikákat ismer? Egyet részletesen ismertessen!
28. Milyen árnyalási algoritmusokat ismer? Végezze el az összehasonlítást!

Miskolc-Egyetemváros, 2023. szeptember 8.

Dr. Dömötör Csaba
tárgyfelelős, előadó

MINTA ZÁRTHELYI DOLGOZAT

ME Gép- és Terméktervezési Intézet <i>Számítógépes tervezés ellenőrző kérdések</i> <i>CAD alapjai ellenőrző kérdések</i>		Név/Tankör:	
Elérhető pontszám: 40p	<i>14p→2; 23p→3; 31p→4; 36p→5</i>	Pontszám:	Osztályzat:

1. Ismertesse a gépészeti tervezés folyamatait a koncepció kialakításától a termék dokumentálásáig. Röviden foglalja össze a lépések lényegét és jellegzetes CAD alkalmazásait! (8p)
2. Sorolja fel a 2D környezetre jellemző 4 alapvető transzformációt! (4p)
3. Rajzoljon Bézier görbét egy 4 kontroll ponttal definiált kontroll poligonba a de Casteljau-algoritmus segítségével $t=0,25$ paramétert figyelembe véve. (5p)
4. Melyek a testmodellezés módszerei? Mutassa be jellegzetes tulajdonságaikat! (10p)
5. Mutassa be 2D rajzoláskor alkalmazható alap-, méretezési- és geometriai kényszertípusokat! (7p)
6. Soroljon fel három, a szerelt modelleken végrehajtható alkalmazást? Mi ezeknek a lényege? (6p)

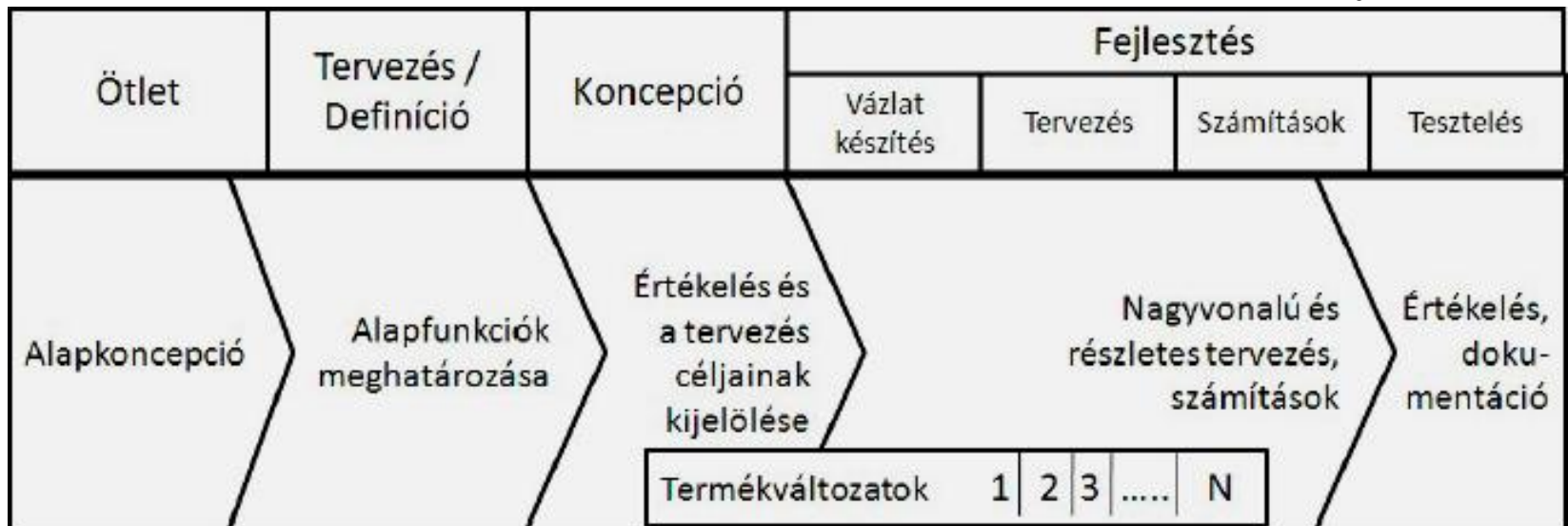
MEGOLDÁSI ÚTMUTATÓ
A MINTA ZÁRTHELYI DOLGOZAT FELADATAIHOZ

1. Ismertesse a gépészeti tervezés folyamatait a koncepció kialakításától a termék dokumentálásáig. Röviden foglalja össze a lépések lényegét és jellegzetes CAD alkalmazásait! (8p)

A gépészeti tervezés folyamata

- Konceptió kialakítás
- Konceptcionális tervezés
- Konstrukció szintézis
- Konstrukció elemzés
- Részlettervezés
- Termékértékelés
- Termékdokumentálás

VDI 2221 irányelv szerint:



2. Sorolja fel a 2D környezetre jellemző 4 alapvető transzformációt!

(4p)

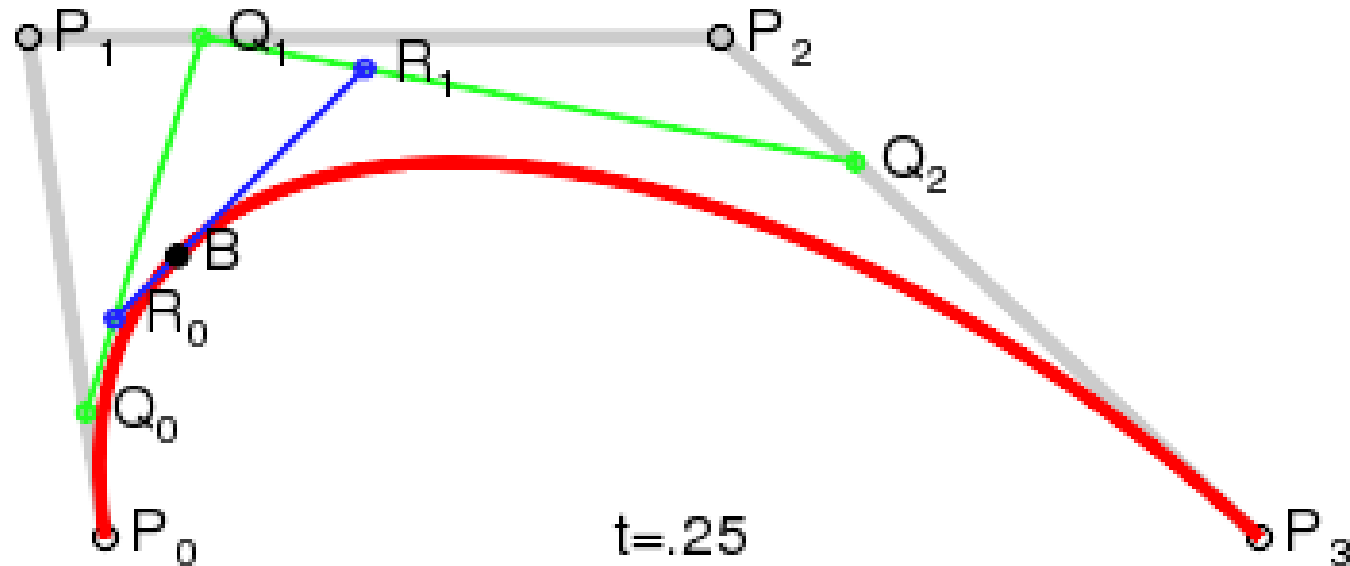
Transzformációk

- Elmozdítás (move)
- Másolás (copy)
- Forgatás (rotate)
- Tükrözés (mirror)

- +skálázás

3. Rajzoljon Bézier görbét egy 4 kontroll ponttal definiált kontroll poligonba a de Casteljau-algoritmus segítségével $t=0,25$ paramétert figyelembe véve. (5p)

Bézier görbék és a de Casteljau-algoritmus



4. Melyek a testmodellezés módszerei? Mutassa be jellegzetes tulajdonságaikat! (10p)

Testmodellezés csoportosítása

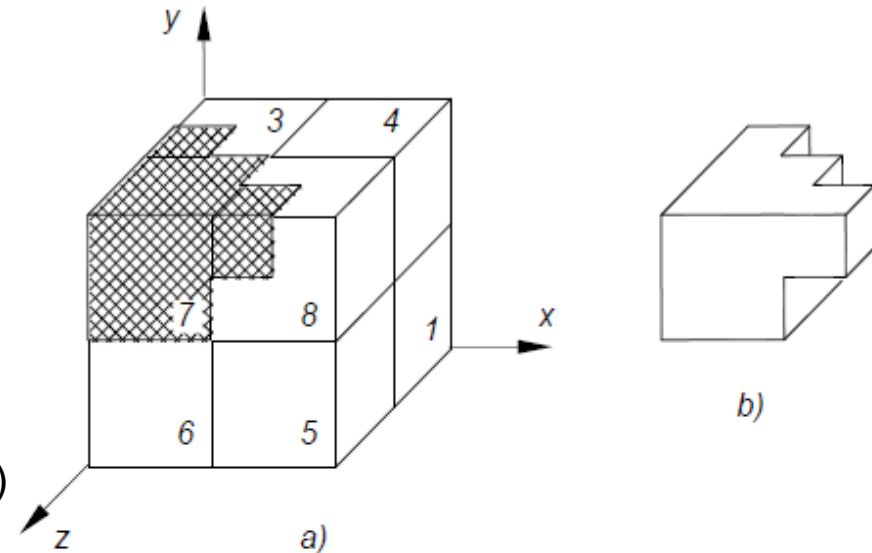
- **Térfogat-lebontó eljárások**
 - **Hasáblebontó** módszer
 - **Féltér** módszer

- **Térfogat-feltöltő eljárások**
 - **Elemi sejtekkel** való modellezés
 - **Elemi testekkel** való modellezés (CSG)

Testmodellezés csoportosítása

Hasáblebontó módszer lépései

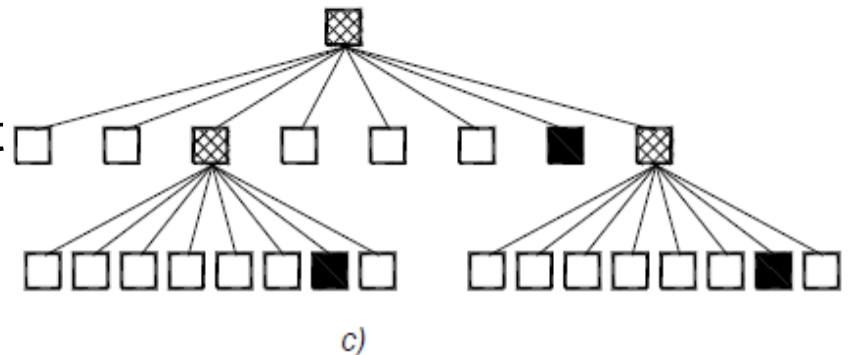
- Véges tértartomány nyolcadolása
- Tértartományok feltöltöttségének vizsgálata
- A 100%-os és 0%-os részeket nem kell tovább vizsgálni
- A részben feltöltött tartományokat újra nyolcaduljuk (→ 3. hierarchikus szint)



➤ A folyamatot **hierarchikus dekompozíció**nak nevezik

➤ Csak merőleges, sík felületekkel határolt objektumok esetén pontos

➤ Ferde és görbült felületek esetén csak közelít



Testmodellezés csoportosítása

Féltér módszer lépései

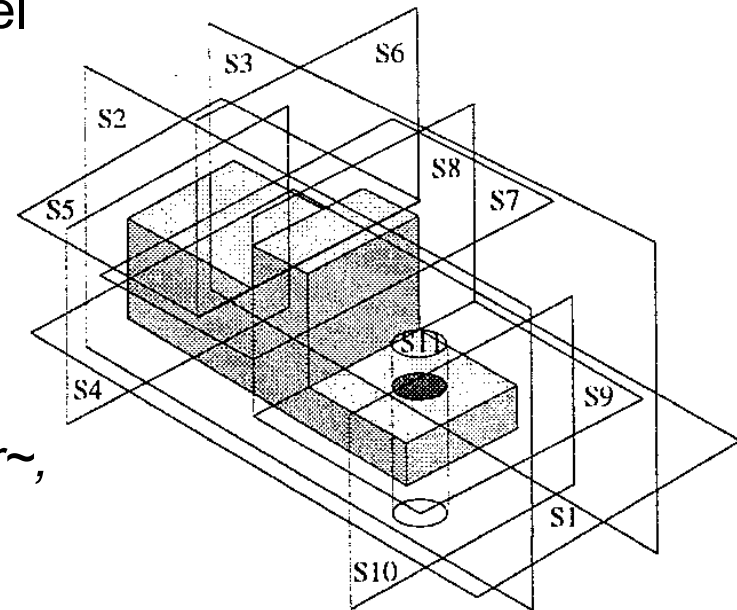
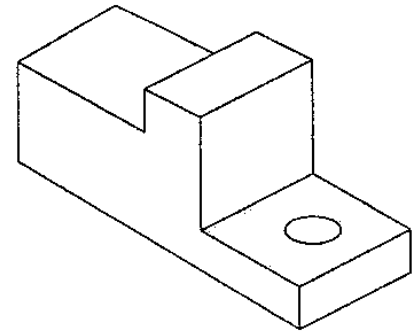
- Végtelen kiterjedésű felületekkel a teret 2db végtelen kiterjedésű tartományra bonjuk
- A végtelen kiterjedésű felületeket a modellezendő objektum felületeire fektetjük
- A felület egyik oldalán lévő féltér üresnek, a másikat anyaggal feltöltöttnek tételezzük fel
- A féltér definíciója:

$$H = \{P : P \in E^3 \text{ és } f(P) < 0\}$$

- A test térfogatát a H_i féltérek közös része (metszete) adja:

$$S = \bigcap_{i=1}^n H_i$$

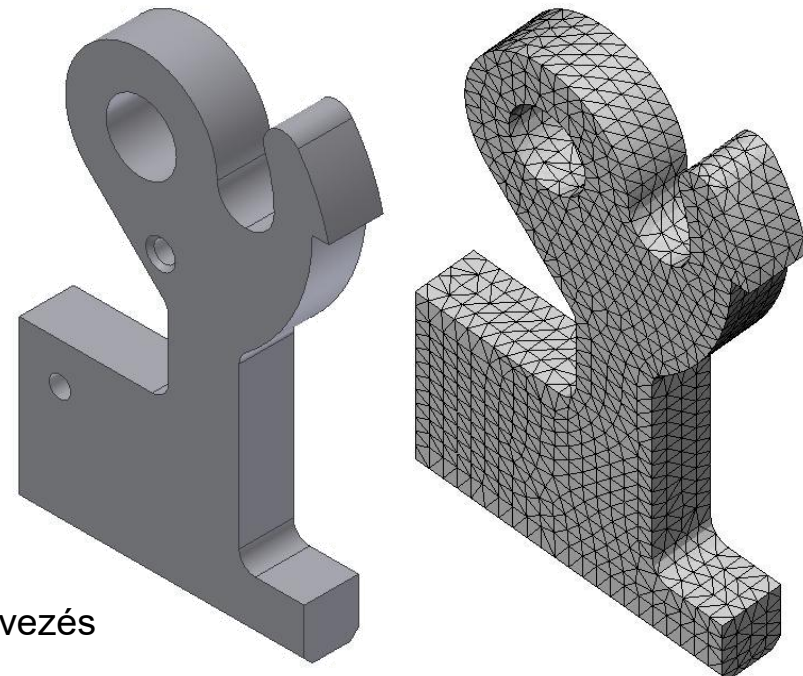
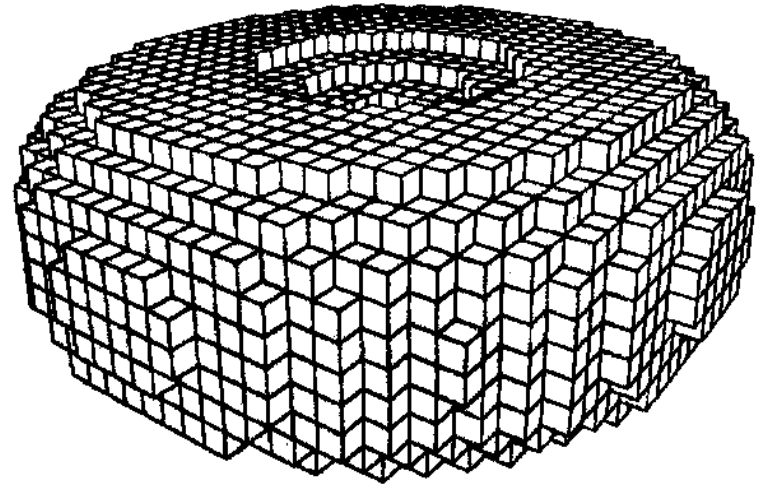
- A teret elválasztó felület lehet sík~, henger~, kúp~, gömb~, tórusz~, stb felület.



Testmodellezés csoportosítása

Elemi sejtekkel való modellezés

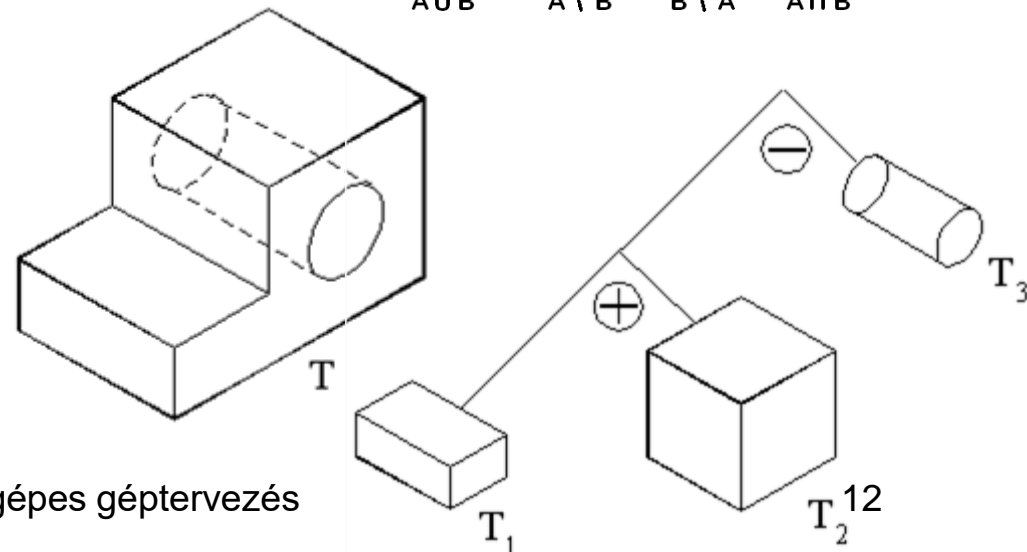
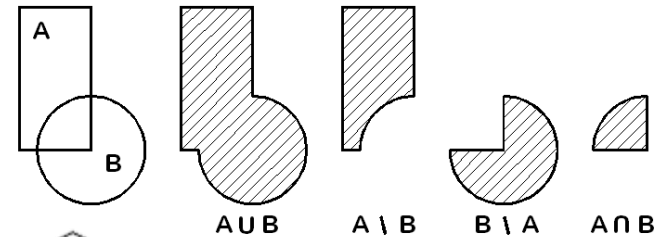
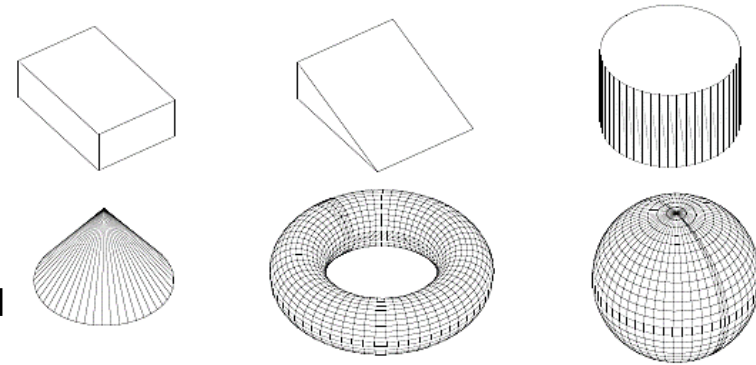
- Az alkatrészek a méretüknél több nagyságrenddel kisebb, ún. izomorf cellákból épülnek fel
- Követő modellező módszer, mert a sejtekkel való feltöltés feltételezi a geometriai alak előzetes létezését
- Az elemi sejtek alakja, mérete egy modellen belül is változhat



Testmodellezés csoportosítása

Elemi testekkel való modellezés

- *Constructive Solid Geometry (CSG)*
- Az alkatrészek a méretük nagyságrendjébe eső, meghatározott geometriájú ún. **testprimitívek**ből épülnek fel (*téglatest, kúp, gömb, stb*)
- Az alaptesteket Boole műveletekkel módosítjuk (**kompozíciós műveletek**)
 - ∪ egyesítés
 - \ kivonás
 - ∩ közös rész
 - ⊕ (ragasztás)
- Boole fával jeleníthető meg



5. Mutassa be 2D rajzolásakor alkalmazható alap-, méretezési- és geometriai kényszertípusokat! (7p)

Kényszerek típusai

- Alap kényszerek
- Méretezési kényszerek
- Geometriai kényszerek
 - *Vízszintes*
 - *Függőleges*
 - *Mindkét vég rögzített*
 - *Pont elhelyezés*
 - *Pont X koordinátája*
 - *Pont Y koordinátája*
 - *Vonal szöge*

Kényszerek típusai

- Alap kényszerek
- Méretezési kényszerek
- Geometriai kényszerek
 - *Vízszintes méret*
 - *Függőleges méret*
 - *Hossz-méret*
 - *Szögméret*
 - *Sugár méret*

Kényszerek típusai

- Alap kényszerek
- Méretezési kényszerek
- Geometriai kényszerek
 - *Párhuzamos*
 - *Merőleges*
 - *Érintő*
 - *Egytengelyű, egybevágó, közös síkban van,*

6. Soroljon fel három, a szerelt modelleken végrehajtható alkalmazást? Mi ezeknek a lényege? (6p)

Szerelt modellek alkalmazásai

- Ütközés vizsgálat
- Megjelenítés
 - árnyalt
 - robbantott
- Animáció
- Mechanizmus-elemzés

- +végeeselemes vizsgálat