

TERVEZÉS ELMÉLET ÉS MÓDSZERTAN

(BMEGEGE MGTM)

TERMÉKFEJLESZTÉS

(BMEGEGE MNTF)

7. Előadás

DfX technikák

2010/2011 II. félév

Ütemterv 2011. tavaszi félév

Hét	Előadás
1.	Tervezési iskolák, elméletek, módszerek. A tervezési folyamat és modellezése.
2.	A tervezési folyamat menedzsmentje, idő- és hálótervezés
3.	Inventív problémamegoldási módszerek. A TRIZ módszer.
4.	Integrált termékfejlesztés (IPD)
5.	Az értékelemzés folyamata, értékjavítás, értéktervezés.
6.	Hiba és kockázatelemzés. FMEA-elemzés, hibafa-elemzés.
7.	Biztonság, megbízhatóság, minőség a tervezésben. QFD-elemzés.
8.	Gyártmánysorozatok, családok fejlesztése.
9.	Építőszekrény rendszerek fejlesztése.
10.	DfX technikák
11.	DfX technikák
12.	Költségszemponutú tervezés, költség számítási módszerek
13.	Költség számítási módszerek
14.	

A szerelэшhelyes tervezés DFA (Design for Assembly)

A DFA- elemzés támogatja:

- meglévő gyártmánytervek értékelése a szerelhetőség, versenyképesség szempontjai alapján,
- a kézi, automatikus vagy robotos szerelés alkalmazhatóságának vizsgálata adott termékekre,
- az elemzett gyártmánytervek struktúrájának elemzése, egyszerűsítése,
- a szükséges minimális alkatrész-szám meghatározása a termék funkcióihoz,
- szerelhetőség hatékonysági mutatójának meghatározása,
- a szerelés várható költségeinek meghatározása ill. tervezési stádiumban való becslése,
- alternatív szerelés-szervezési formák közötti választás,
- a konkurens termékekkel való összehasonlítás,
- konstrukciós jellemzők rangsorolása, értékelése,
- a konstrukcióval kapcsolatos színvonal jellemzők számszerűsítése,
- a lehetséges hibák, hibaokok vizsgálata,
- gyártmányfejlesztési feladatok meghatározása,
- célszerű fejlesztési irányok, trendek feltárása.

Kézi szereléstervezés

[Design for Manual Assembly - DF(M)A]

- konstrukciós jellemzők kiértékelése,
- a szerelés nehézségeit jelentő problémák vizsgálata,
- struktúra egyszerűsítés lehetőségeinek feltárása,
- szerelési időszükséglet és költség meghatározása,
- hatékonysági mutatók számítása,
- a várható minimális alkatrész-szám meghatározása,
- a konstrukciós fejlesztési feladatok tervezése a hozzájuk tartozó hatékonyságjavulás meghatározásával.

Automatikus szerelés, tervezés

[Design for Automatic Assembly - DF(A)A]

- gyártmányok konstrukciós felülvizsgálata az automatikus szereléshez,

Robotos szerelés

[Design for Robotic Assembly - DF(R)A]

- konstrukciók felülvizsgálata a robottal történő szereléshez,

Szerelés-szervezési forma elemzése és szimuláció [Design for Assembly Structure & Simulation - DFA(S)]

- a lehetséges szerelés-szervezési formák közötti választás konstrukciós és üzemgazdasági alapadatok alapján,
- a rendszerköltségek meghatározása az egyes szerelés-szervezési formákban,
- szimulációs számítások az egyes szerelési formákban.

Szerelősorok tervezése és szimulációja

[Design for Assembly Line & Simulation- DFA(L)]

- a megfelelő szerelésszervezési forma meghatározása a konstrukciós és üzemgazdasági jellemzők alapján,
- a szalagszerű szereléssel megvalósuló szerelési folyamatokhoz a szimulációs számítások elvégzése,
- ellenőrző számítások az ütemezés feltételrendszere szerint,
- ütemezési célfüggvények és paraméterek beállítása,
- ütemezési számítások elvégzése ütemezési modellek választási lehetőségével,
- ütemezési eredmények közzlése és képernyőn való szimulációja.

A szerelési hatékonyság meghatározása (DFA index)

$$E_{ma} = N_{min} \cdot \frac{t_a}{t_{ma}}$$

- ahol:
 - E_{ma} : szerelési hatékonyság (DFA-index)
 - N_{min} : az alkatrészszám elméleti minimuma
 - t_a : az alkatrészenkénti szerelési alapidő (2,93 sec)
 - t_{ma} : a teljes konstrukció tényleges szerelési ideje

Példa DFA-elemzésre

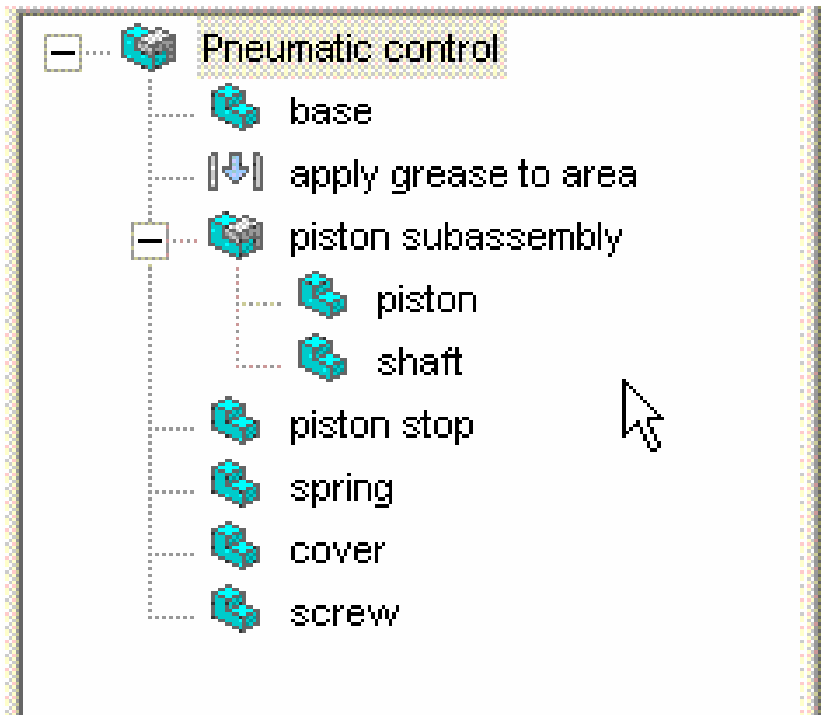
A továbbiakban egy egyszerű konstrukció (pneumatikus szelep) példáján keresztül bemutatásra kerül a DFA-programmal támogatott szerelések elemzése.

A program használatának főbb lépései:

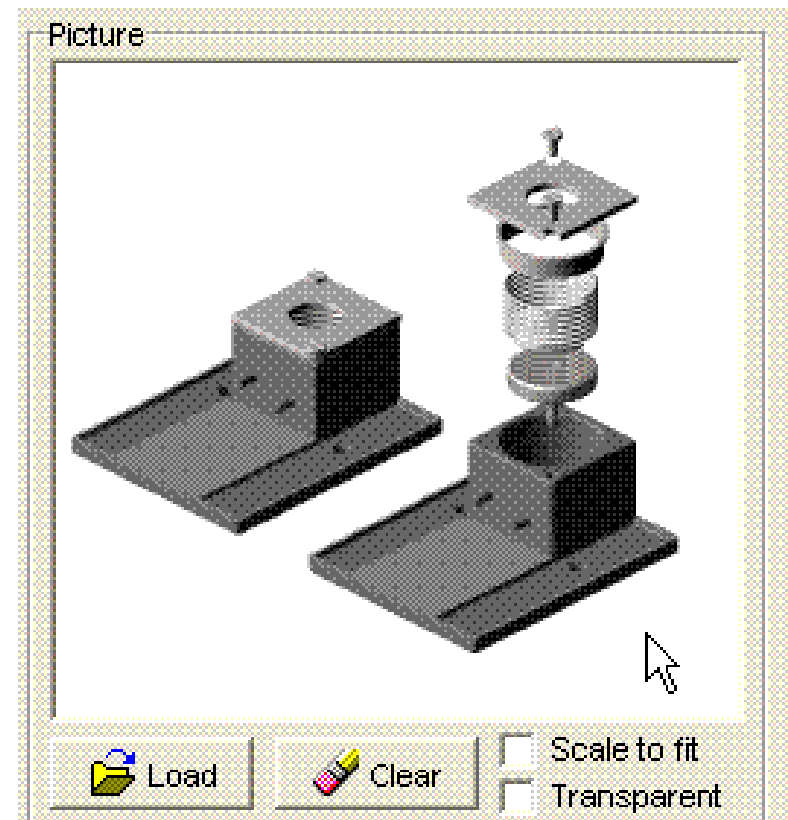
- a konstrukció szerelési családfájának összeállítása
- a főbb jellemzők (tervezett darabszám, stb.)
- a DFA-kérdések megválaszolása (rögzítési mód, minimális alkatrész szám, geometria, szimmetria, kezelési nehézségek, behelyezési nehézségek)
- eredmények és átdizájnálási javaslatok értékelése -> átdizájnálás
- az átdizájnált konstrukció DFA elemzése
- az eredeti és átdizájnált konstrukció összehasonlítása szerelések elemzése (költség, idő) szempontból

A szerelési családfa és a termék robbantott ábrája

szerelési családfa



Példa: pneumatikus szelep



A termék fontosabb adatai

Assembly	
Name	Pneumatic control
Part number	1234
Manufacturer	
Name	XYZ Manufacturing
Location	Wakefield, RI
Life volume	100 000
Subassembly data	
Labor rate, \$/hr	30,00
Overall plant efficiency, %	85
<input checked="" type="checkbox"/> Needs assembly fixture	Cost, \$ 1600,00
Settings	
Units	Metric
Dimension unit	mm
Weight unit	g
Time unit	seconds (s)
Cost unit	\$
Exchange rate	1 per \$
Default item distance	within easy reach
Default tool distance	within easy reach

DFA-kérdések

Definition

Name: base

Part number: 1234-1

Repeat count: 1

Item type: part sub-assembly

Securing method

secured later thread snap

push/press rivet self-stick

crimp stake electric

Minimum part criteria

Item theoretically must be separate because of: base part

material movement assembly

Item is a candidate for elimination: fastener connector other

Envelope dimensions, mm

28,000

63,000

77,000

Symmetry

one way either way any way

one way either way any way

Handling difficulties

nest tangle severe tangle flexible

difficult grasp tweezers grasp tools

bulky two hands two persons

swing crane mobile crane gantry crane

DFA kérdések és az elemzés eredményei

Insertion difficulties

view access align

resist severe holding down

regrasp support weight large depth

Fetching distance

Item: within easy react Time, s: 0,00

Manufacturing data

	Item	Product
Weight per item, g	42,50	60,00
Item cost per item, \$	1,12	2,82
Material	Nylon 6/6 (polyamide)	
Process	Injection molding	

Item cost breakdown, \$

	Item	Product
Material cost	0,23	0,42
Process cost	0,71	1,68
Setup cost	0,01	0,47
Tooling investment	16 782	25 154

Results	Entry totals	Product
Count	1	10
Minimum count	1	4
Labor time, s	5,65	63,93
Labor cost, \$	0,06	0,63
Tool/fixture cost, \$	0,00	0,02
Other op. cost, \$	0,00	0,00
Item costs, \$	1,12	2,82
Total cost, \$	1,17	3,46
DFA Index		18,4

Áttervezési javaslatok



Suggestions for Redesign

Boothroyd Dewhurst, Inc.

2004. szeptember 29. 21:43

Piston original

E:\Program Files\DFMA\data\piston.dfa

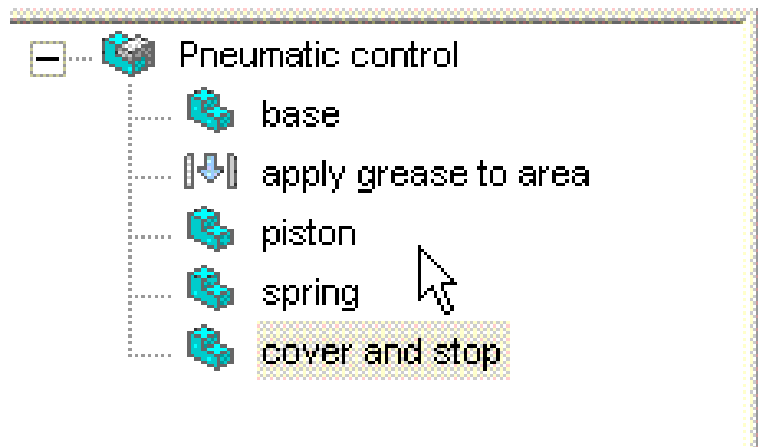
Incorporate integral fastening elements into functional parts, or change the securing methods, in order to eliminate as many as possible of the following separate fastening elements.

Parent assembly	Name	Repeat count	Time savings, s	Percentage reduction
Pneumatic control	screw	2	17,90	28,00
Totals			17,90	28,00

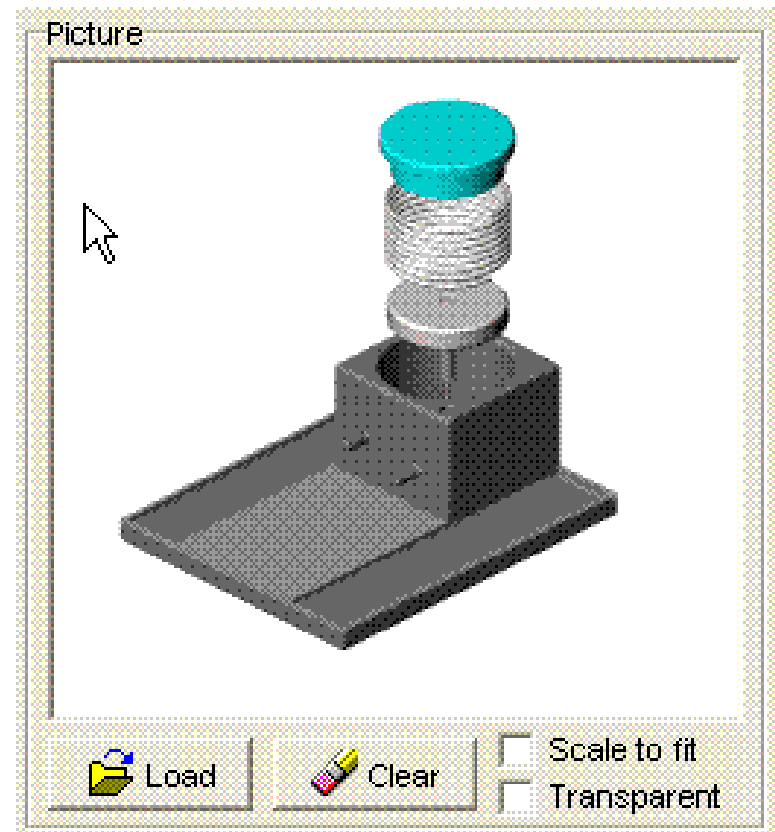
Reduce the number of items in the assembly by combining with others or eliminating the following parts or subassemblies. Note that combining an item with another may eliminate further items such as fasteners or operations, resulting in much larger time reductions than those indicated.

Parent assembly	Name	Repeat count	Time savings, s	Percentage reduction
Pneumatic control	cover	1	7,87	11,36
piston subassembly	shaft	1	8,56	13,39
Totals			15,82	24,75

Áttervezett termék szerelési családfa, eredmények és robbantott ábra



Results	Entry totals	Product
Count	1	5
Minimum count	1	4
Labor time, s	3,45	21,14
Labor cost, \$	0,03	0,21
Tool/fixture cost, \$	0,00	0,02
Other op. cost, \$	0,00	0,00
Item costs, \$	0,78	2,08
Total cost, \$	0,81	2,30
DFA Index		55,7

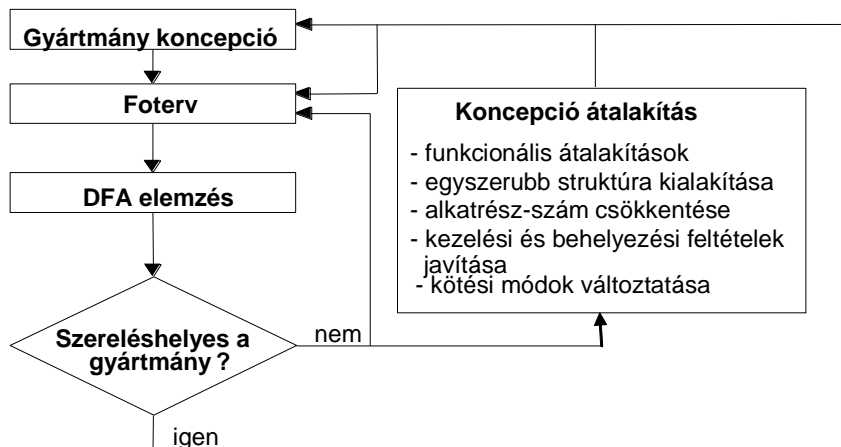


A DFM elemzés

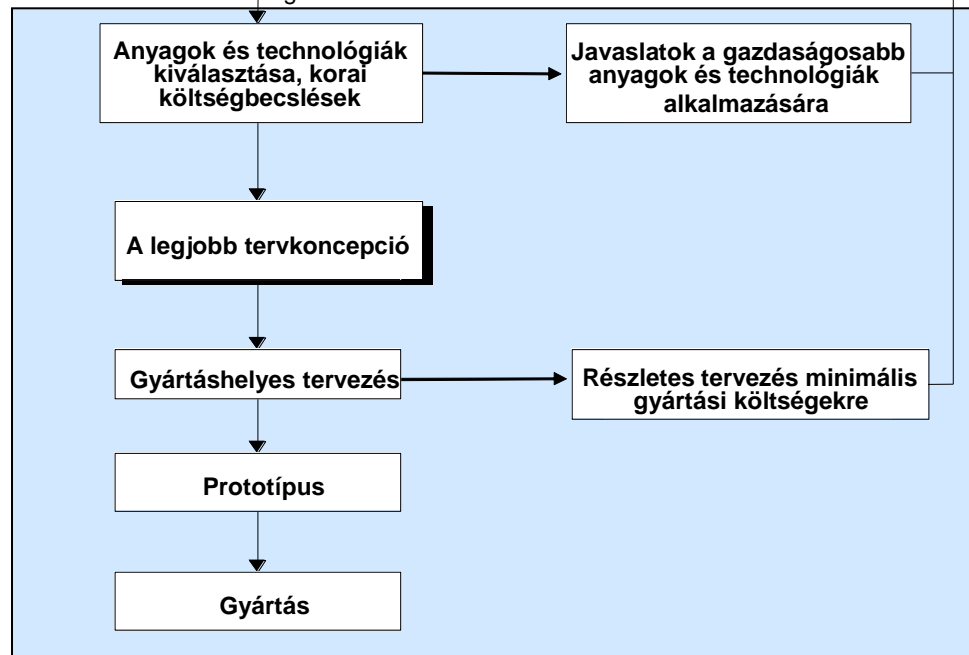
A DFM- elemzés (Design for Manufacture) támogatja:

- meglévő gyártmánytervek értékelése a gyárthatóság, versenyképesség szempontjai alapján,
- az elemzett gyártmánytervek struktúrájának elemzése, egyszerűsítése,
- a gyártás várható költségeinek meghatározása ill. tervezési stádiumban való becslése,
- alternatív gyártási technológiák közötti választás,

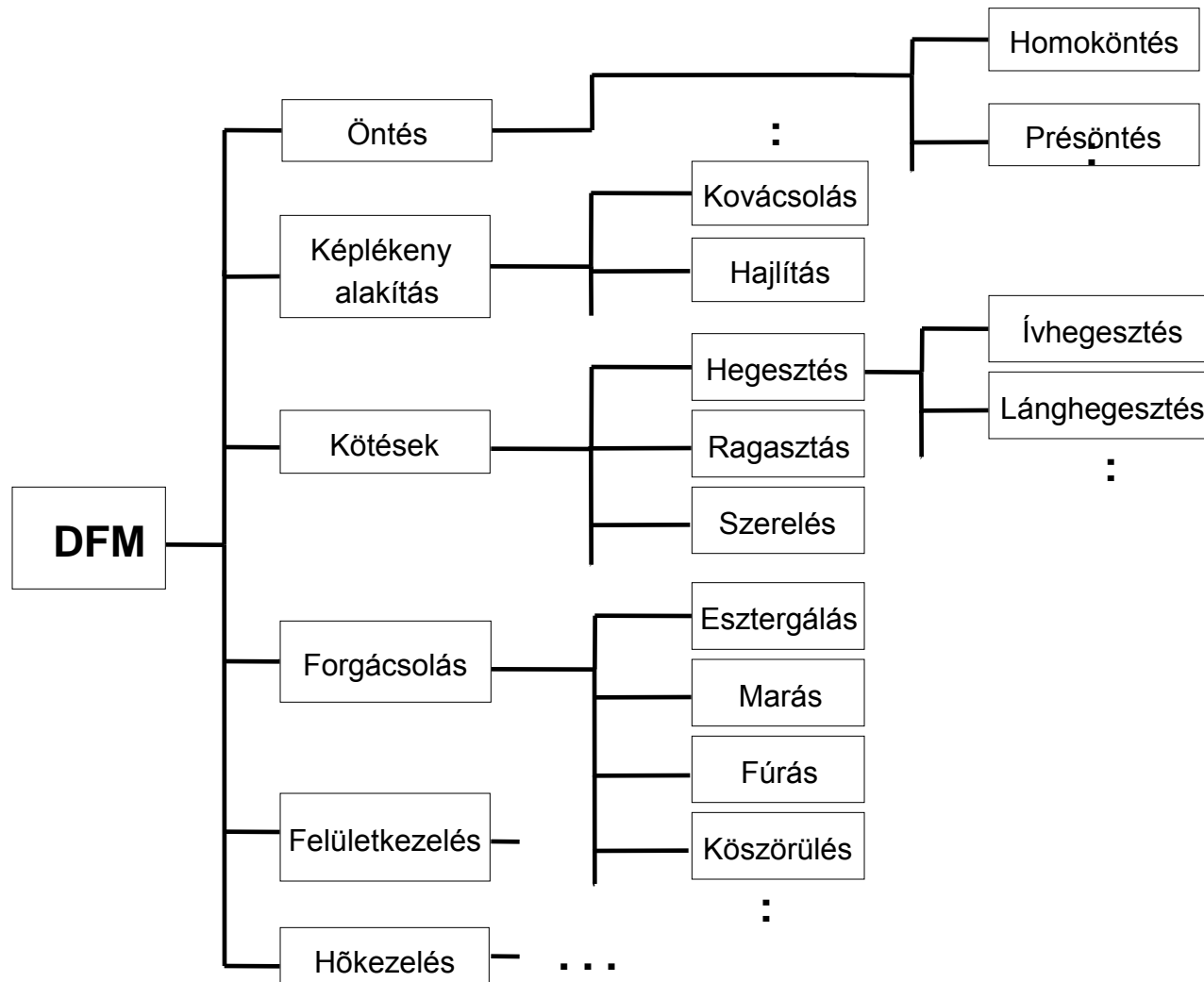
DFM elemzés folyamat összekapcsolva az előzetes DFA-val



DFMA :
szerelés- és gyártáshelyes
tervezés



A DFM által lefedett területek



Design for Manufacture

Design for Manufacture - gyártáshelyes tervezés (DFM)

- (különböző megmunkálási technológiákkal alkatrészek optimális technológiájának kiválasztása, korai költségbecslések elvégzése)

Forgácsoló megmunkálások tervezése [Design for Manufacture of Machining- DFM(M)]

- szükséges forgácsolási eljárások kiválasztása,
- anyag és szerszám gép optimális kiválasztása,
- durva és finom megmunkálások tervezése,
- alkatrészek költségeinek becslése (anyagköltség, előkészületi költségek, improduktív költségek, szerszámköltség, megmunkálási költségek).

Lemezmegmunkálások tervezése [Design for Manufacture of Sheet Metalworking - DFM(S)]

- a szükséges lemezmegmunkálási technológiák kiválasztása,
- anyagok és szerszámgépek optimális kiválasztása,
- technológiai számítások elvégzése,
- durva és finom megmunkálások tervezése,
- alkatrészek költségeinek becslése.

Fröccsöntés tervezése [Design for Manufacture of Injection Moulding - DFM(F)]

- a formakészítési mód kiválasztása (elsősorban műanyagokhoz),
- anyag és géptípusok kiválasztása,
- a technológiai számítások elvégzése,
- az alkatrészek költségeinek számítása (formázási költség, fröccsöntési költség, anyagköltség).

Nyomásos öntés tervezése [Design for Manufacture of Die Casting - DFM(C)]

- a nyomásos öntés alkalmas technológiáinak megválasztása (elsősorban fémekhez),
- az anyagok és a gépek kiválasztása,
- a feldolgozások és öntések technológiai számításainak elvégzése,
- az alkatrészek költségeinek becslése (szerszámköltség, öntési költség, körbevágási költség, finommegmunkálási költség, anyagköltség).

Porkohászat tervezése [Design for Manufacture of Powder Metal Parts DFM(P)]

- a porkohászat alapechnológiáinak választása (hideg tömörítés, zsugorítás),
- a szükséges anyagok, szerszámgépek és kemencék kiválasztása,
- technológiai számítások elvégzése,
- alkatrészek teljes költségeinek számítása (tömörítési költségek, szerszámozási költségek, másodlagos műveleti költségek, anyagköltségek).

Környezetszemponú tervezés (Design for Environment)

- Termékrecycling
 - Újrafelhasználás (generál)
 - Tovább felhasználás (felniből tábla talp)
- Anyagrecycling
 - Újrahasznosítás (beolvasztás)
 - Tovább hasznosítás (gumi bedarálása burkolóanyagnak)

Recycling helyes tervezés módszerei

- Szisztematikus helyettesítés
 - Alternatív anyagok alkalmazása, amelyek nagyobb nyersanyagforrással rendelkeznek és ismert újrahasznosítási folyamatuk
 - Elektromos kábel: réz, ólom → alumínium
 - Armatúrák, csövek: réz → rozsdamentes acél
 - Motorblokk: szürkeöntvény → alumínium
 - Siklócsapágó: ólom, réz → polimerek
 - Ajtók, ablakok: acél, alumínium → polimerek
- Magasabb termékminőség
 - A magasabb termékminőség által megnő az anyagok élettartama (hosszabb ideig használható az anyag eredeti állapotában)
- Jobb anyagkihasználás
 - Egy termék pontosabb szilárdsági méretezésével (biztonsági tényezők, FEM számítások) és a geometria (bordák) megfelelő kialakításával kevesebb anyag felhasználása mellett nagyobb terhelések engedhetők meg.

Recycling helyes tervezés módszerei

- Anyagszabály
 - A terméket lehetőség szerint minél kevesebb típusú anyagból kell kialakítani
- Anyagkombinációs szabály
 - A párosított anyagok nem minden esetben választhatók szét. Ilyen esetekben a kettő kölcsönös szennyező hatását minimalizálni kell (korrózióvédő bevonattal ellátott acélszerkezet, adott bevonat leolvasztása).
- Kompozit vagy elkülönítési anyagszabály
 - Kerülni kell a csak fizikai vagy kémiai úton elkülöníthető anyagok együttes alkalmazását (rozsdamentes acél polimer bevonatú acélok helyett)
- Metallurgiai szabályok
 - Az alapanyag összetétele során csökkenteni kell az idegen, nem szükséges ötvözők tartalmát, pl.:króm, ón, ólom, réz,

Recycling helyes tervezés módszerei

- Korróziós szabály
 - Kerülni kell az olyan konstrukciós kialakításokat, ahol a korrózió veszélye fokozottan jelentkezik, pl.: zsákfuratok, csavarkötések védelme, hengerelt anyagok esetén érdemes a legfelső réteget meghagyni korrózióvédő tulajdonságai miatt. A korrózióvédelemnél azonban minden esetben szem előtt kell tartani az anyagkombinációs szabályt.
- Tribológiai szabály
 - Csökkenteni kell a kopás mértékét, kerülni kell a „könnyen” kopó anyagok és alkatrészek alkalmazását, illetve biztosítani kell azok könnyű cserélhetőségét.
- Szerelési és csereszabály
 - Minden terméket úgy kell kialakítani, hogy azt a lehető legegyszerűbb módon lehessen darabjaira szedni (roncsolásmentes, csapágyak beépítése, pattanó kötések). Lehetőség szerint karbantartásmentes konstrukciókat kell létrehozni (automatikus szíj feszítés).

Recycling helyes tervezés módszerei

- Elektromos egységek szabálya
 - Az elektromos egységeket úgy kell beépíteni, hogy azok könnyen elérhetőek és cserélhetőek legyenek, de darabszámukat minimalizálni kell. (az egyik legkárosabb anyag-összetételű konstrukció az áramköri lap: ón, ólom, réz, gyanta, üvegszál, stb..)
- Jelölési és szabványosítási szabály
 - A termékekben alkalmazott alkatrészek szabványosítása miatt egyszerűbb azok felismerése és cseréje mind geometria, mind anyagtípus szempontjából. Olcsóbb és egyszerűbb a nagymennyiségben alkalmazott szabványos elemek gyártása.
 - Az anyagokat anyagtípusoknak megfelelően jól látható helyen jelölni kell. Ez megkönnyíti a szétválogatást és az újrahasznosítást.
- Gyártási folyamatra vonatkozó szabályok
 - Olyan eljárást kell választani, ahol kevés melléktermék keletkezik, illetve azok különválasztása könnyen megoldható, pl.: mágneses módszerrel vagy sűrűség szerinti szétválasztással.