

Versenyképes és környezetbarát termékfejlesztés

dr. Gyenge Csaba, Varga András
Kolozsvári Műszaki Egyetem

Bevezetés

A világ versenyképes vállalatainak figyelme az utóbbi évtizedben a versenyképes és környezetbarát termékekre irányul.

Korszerű, jó minőségű, környezetbarát versenyképes termékeket csak az integrált termékfejlesztés új módszereivel lehet létrehozni. A Kolozsvári Műszaki Egyetem (KME) Gépészmérnöki karának oktatói már 1993 októberében megismerkedtek a magyarországi programmal, amelyet korszerű termékfejlesztési módszerek oktatása és bevezetése céljából indítottak be és 1994 februárjában négyen részt vehettünk a Dr. Bercsey Tibor és Dr. Lőrincz Sándor által szervezett DFMA termékfejlesztési oktatókat képző tanfolyamon. Az eredményes kezdetre alapozva, aránylag rövid időn belül sikerült elsőként bevezetni és oktatni Romániában a versenyképes termékfejlesztés korszerű módszereit. Párhuzamosan a Zürichi ETH egyetemmel való együttműködés és a Svájci Nemzeti Tudományos Alap anyagi támogatása révén egy pár munkatársunkkal együtt részt vettünk a *Környezetbarát Technológiák és Termékek* c. tanfolyamon és később, szerződéses alapon, egy nagy méretű nemzetközi program keretében a gépipari technológiák környezetszennyeződései egyúthatóinak a meghatározásán dolgoztunk.

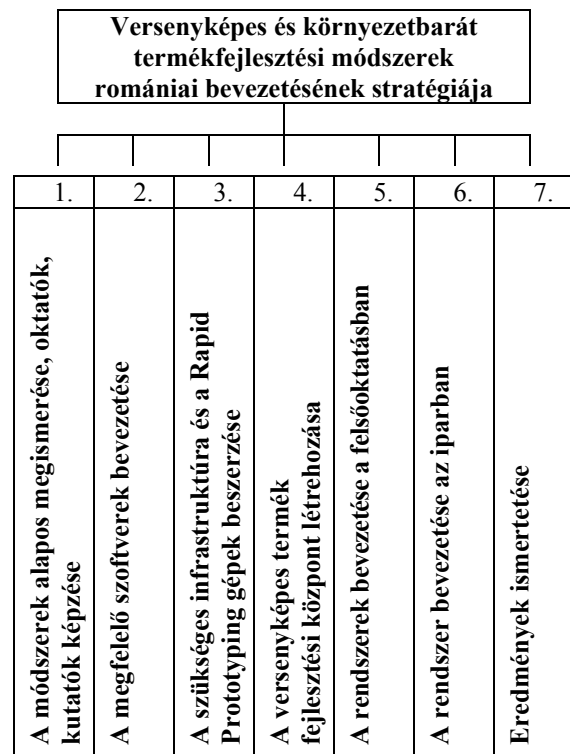
Természetesen a módszerek oktatása, kutatása és gyakorlati alkalmazása csak megfelelő magas szintű szoftverek segítségével vált lehetségessé. Tempus és SNSF pályázatokból, valamint egyetemünk támogatásával sikerült beszereznünk a DFA, DFM és DFE szerelés, gyártás és környezetre való hatás elemzési és kiértékelési programokat, valamint a ProEngineer és SolidWorks 3D-s tervező és modellező programokat. A fent említett programok segítségével tervezett és kiértékelt termékek gyors gyakorlati megvalósítása is lehetségessé vált a Rapid Prototyping 4 típusú berendezéseivel (LOM, FDI, Vacuum Casting és Laser Synthering) amelyekkel sikerült ellátni tanszékünk laboratóriumait.

A felsorolt komplex tervezési, elemzési, kiértékelési módszerekkel és a gyors prototípusokat előállító berendezések segítségével sikerült egy korszerű, hatékony termékfejlesztési központot létesítenünk a K.M.E-en, amely lényegesen hozzájárul a versenyképes és környezetbarát termékfejlesztési módszerek oktatásához (mind egyetemi mind posztgraduális szinten), alkalmazott kutatásokhoz valamint az ipari bevezetéshez.

1. A korszerű termékfejlesztési módszerek romániai bevezetésének előkészítése

Egyetemünkön a magyarországi és más külföldi példák alapján elkészítettük a korszerű termékfejlesztési módszerek romániai bevezetésének stratégiáját (1.ábra.)

A stratégia főbb lépései a következők:



1. *Lépés:* a módszerek alapos megismeréséhez, az oktatók és kutatók képzéséhez a budapesti, zürichi és nottinghami egyetemek, valamint a Székesfehérvári Kutatási Fejlesztési Tanácsadó Központ továbbképzési tanfolyamai lényegesen hozzájárultak.

2. *Lépés:* A DFA, DFM valamint a DFE szoftvereket a Boothroyd & Dewhurst Inc. Kelet-európai képviselőjétől szereztük be. A ProEngineer és SolidWorks szoftvereket az INAS Craiovától, a Catia-t a S.C. IBM-Románia-tól, a MIMICS-Materialise Belgiumból, Tempus és SNSF (Swiss National Science Foundation) támogatásból.

3. *Lépés:* A szükséges infrastruktúrát (Pentium II és III számítógépek, munkaállomások, stb.), valamint a Rapid Prototyping berendezéseket alapos megfontolások után megfelelő beszállítóktól vásároltuk, oktatási rendeltetésű kedvezményes

áron. Jelenleg tanszékünk a következő Rapid Prototyping berendezésekkel rendelkezik:

- LOM-1015- Helisys Inc. (USA)
- FDM-1650-Stratasys (USA)
- Sinterstation 2000 - DTM (USA)
- C001-PLC (Vacum Casting) – MCP - (UK)
- MK8-Metal Spraying-MCP - (UK)
- KSA 100 – Injection Moulding - MCP - (UK)

4. *Lépés:* Miután beszereztük az egyetemünk vezetésének, valamint a Székesfehérvári K+F központ jóváhagyásait, 1995. május 8-án megtartottuk a *Kolozsvári Versenyképes Termékfejlesztési Központ* hivatalos megnyitóját, számos egyetemi és ipari szakember részvételével. A megnyitó alkalomával bemutattuk a közösen írt *Szerelész helyes tervezés a DFA módszerrel* című könyvet, amely első ilyen célú romániai könyv.

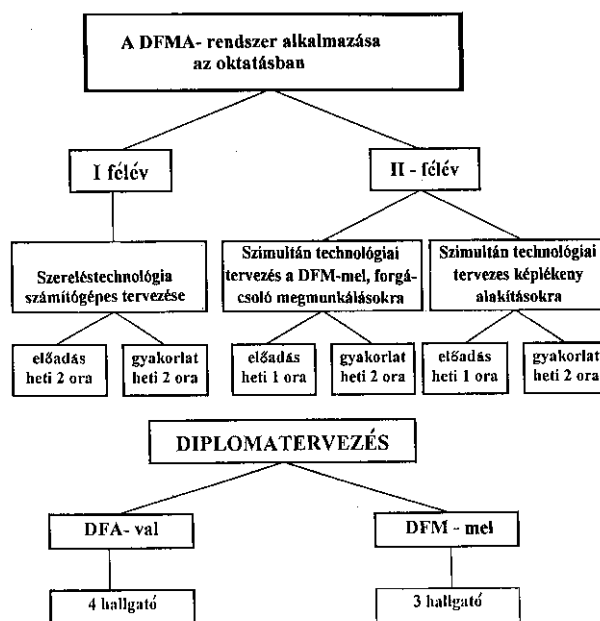
5. *Lépés:* Annak érdekében, hogy egyetemi hallgatóink, valamint a posztgraduális tanfolyamokon résztvevő szakemberek kellőképpen megismerhessék és elsajátíthassák a korszerű termékfejlesztés módszertanát, részletes munkatervet dolgoztunk ki oktatásuk bevezetése érdekében. Ennek alapján sikerült már az 1994-1995-ös egyetemi év keretében beiktatnunk a gépgyártó szak 9. félévében, 2+2 óra DFMA-val kapcsolatos előadást a *Gépgyártástechnológia* tantárgy keretében, továbbá 3+3 órát a *Szerelésztechnológia* tantárgy keretében. (2. ábra)

Igen hasznosnak bizonyult a DFMA rendszerrel kapcsolatos diplomadolgozati és doktorandusz képzési témák bevezetése (1. táblázat).

1. táblázat. A DFMA rendszerek alkalmazása diplomadolgozatok, master- és Ph.D. képzés keretében

	Diploma tervező DFA	Diploma tervező DFM	Poszt grad. DFA	Poszt grad. DFM	Doktorátusi témák
1993-94	8	-	-	-	1
1994-95	7	6	-	-	1
1995-96	4	3	4	2	2
1996-97	4	2	3	2	1
1997-98	1	1	1	-	1
1998-99	2	-	1	-	1
1999-2000	1	1	1	-	2
2000-2001	2	-	1	-	1

Mind a diplomatervezők mind a posztgraduális hallgatók komoly hozzáállással végzik el a DFA, DFM elemzéseket, kezdve a meglévő ipari konstrukciók és technológiák alapos felmérésével és végezve az általuk ésszerűen kidolgozott fejlesztett új változattal.



2. ábra

A DFMA termékfejlesztési rendszer oktatás a Kolozsvári Műszaki Egyetemen

6. *Lépés:* Az ipari bevezetés érdekében az elvégzett jellegzetes termékfejlesztési eredményeket bemutatták azokban az ipari egységekben ahonnan a téma származott és a megvitatások, megbeszélések lényegesen hozzájárultak a módszer megismeréséhez és az eredmények gyakorlati kivitelezhetőségének a vizsgálatához. 1997. október 17-én megrendeztük az első romániai *Korszerű Termékfejlesztés* című workshop-ot, melyen több mint 100 ipari, felsőoktatási szakember vett részt (3 ábra).

A résztvevőket felkértük, hogy a kiosztott kérdőíveken vázolják fel vállalatuk termékfejlesztési gondjait és ismertessék véleményüket az elhangzottokról. A kérdőívek feldolgozásával igen érdekes és hasznos információkhoz jutottunk a további tevékenységünk irányítása érdekében.



3. ábra. *Korszerű termékfejlesztés workshop (Kolozsvár 1997)*

7. Lépés: Eredményeink széles körű ismertetése érdekében, az előbb említett workshop-on kívül, több jellegzetes sikeres termékfejlesztési munkánkat bemutattuk magas színvonalú nemzetközi konferenciákon (DAAAM, microCAD, Termékfejlesztési konferenciák, ICIT, IMS EUROPE, stb.) valamint közöltük szakmai folyóiratokban (Gépgyártástechnológia, Construcția de Mașini, Automation und Messtechnik).

2. A korszerű termékfejlesztési módszerek gyakorlati alkalmazásában elért eredmények

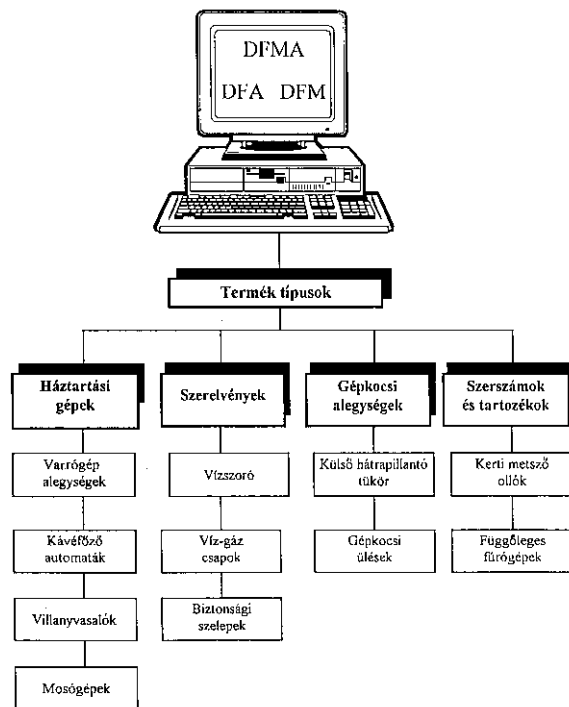
Figyelembe véve a romániai ipar helyzetét és jellegzetességeit, valamint a szakirodalomban ismertett eredményeket, kidolgoztunk egy sajátos stratégiát a korszerű termékfejlesztésre alkalmas és érdemes termékek kiválasztására, amely figyelembe vette a következőket: a termelés struktúráját, az alkatrészek számát, az alkalmazott anyagokat, az alkalmazási területet, a műszaki felszereltséget, stb. (4. ábra).

Miután a fenti stratégia alapján több mint hat reprezentatív romániai (főleg erdélyi) ipari vállalat termékeiből kiválasztottuk a legalkalmasabbakat, terméktípusok szerint négy csoportba osztottuk őket (5. ábra):

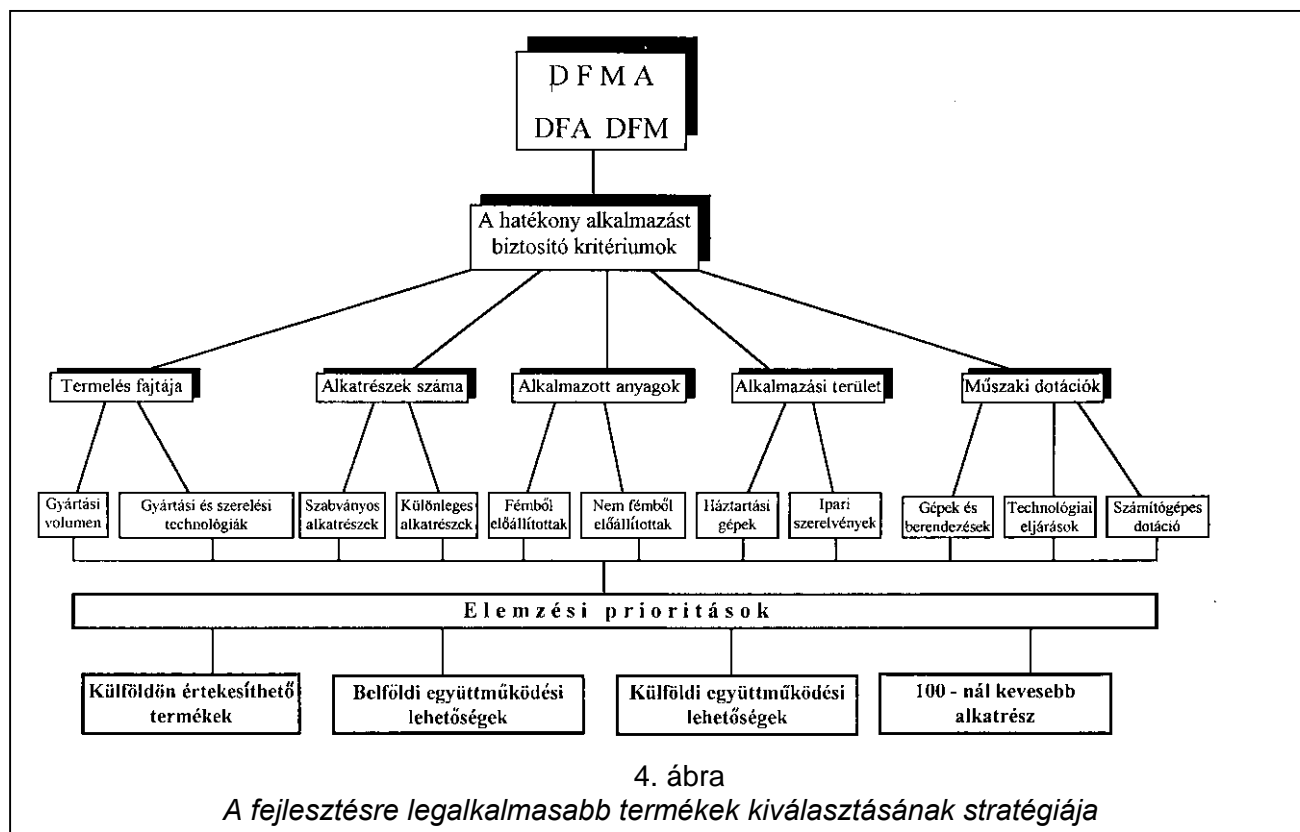
- az első csoport a háztartási gépek csoportja, ebből a csoportból került ki a legtöbb termék korszerű fejlesztésre,
- a második csoport a fémszerelvényeké, ezekből is több került DFA elemzésre és fejlesztésre,

mivel tanszékünknek igen jó kapcsolatai vannak két erdélyi, szerelvényt gyártó ipari egységgel.

- a harmadik csoportba a gépkocsialkatrészek és alegységek tartoznak, például külső hátrapillantó tükör, klímaberendezések szerelvényei, stb.



5. ábra
Az első termékfejlesztési program termékcsoportosítása.



4. ábra
A fejlesztésre legalkalmasabb termékek kiválasztásának stratégiája

Az eddig elvégzett jellegzetes DFMA elemzéseket és termékfejlesztések jellemző eredményeit a 2 táblázatban ismertetjük.

Később, amint tapasztalataink gyarapodtak, összetettebb termékfejlesztési kutatásokba is becsátkoztunk mint: automata hidraulikus szelep (több mint 100 alkatrész), nagyméretű csapok, hegesztett fémszerkezetek, stb.

Ez utóbbi fejlesztések keretében célszerűen egyeztetjük a DFMA szoftverek által nyújtott lehetőségeket a rapid Prototyping technológiákkal, valamint a ProEngineer és SolidWorks által nyújtott 3D modellezési lehetőségekkel.

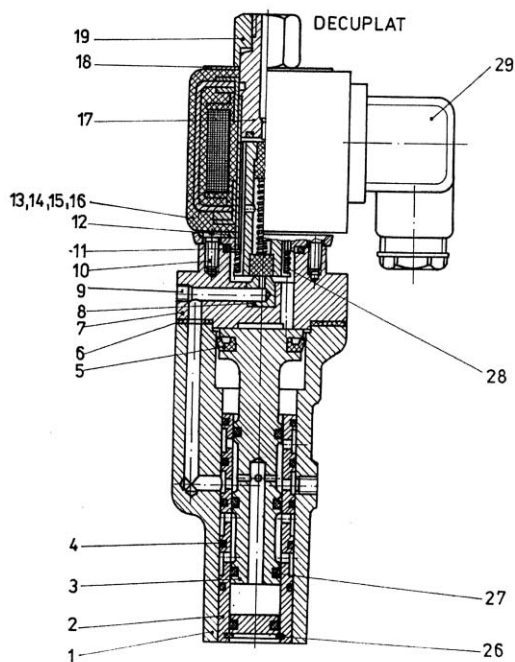
Így például a 6. ábrán látható automata hidraulikus vezérlőszelep fejlesztésénél igen hasznosan egyeztetjük a fentemlített három csoportba sorolható metodológiák: konstrukciós és funkcionális kiértékelés a DFMA-val, áttervezés a korszerű 3D modellező szoftverekkel, a gyors prototípus megvalósítás és konstrukció ellenőrzés a Rapid Prototyping technológiákkal.

Amint a 8. ábrán látható, a ProEngineer-el való modellezés hozzájárul a konstrukció alaposabb szemléltetéséhez, valamint az elemzések hitelesebb elvégzéséhez.

Az előző termék DFA indexe igen alacsony volt (2. táblázat). A lapos áttervezés után az 8. ábrán feltüntetett változat DFA indexe 29, amely már elfogadható.

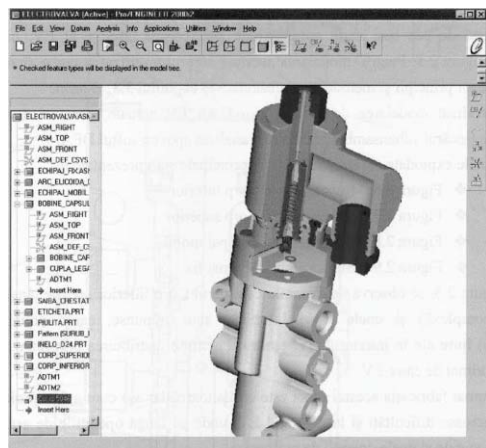
2. táblázat. A kolozsvári Műszaki Egyetemen elvégzett jellegzetes termékfejlesztések

	A DFA/DFM analíziseinek alávetett szerelvények megnevezése	Alkatrész- szám (db) Régi v./j v.	Szerelési idő (s) Régi v./Új v.	Szerelési költségek (\$) Régi v./j v.	Hatékonysági mutató (%) Régi v./j v.
1	Hordozható zsákvarrógép MCS-01 Uzina Mecanica Cugir	120/95	1596/1028	0,21/0,14	15/20,6
2	Háztartási fagylaltgép S.C. ACIFRO S.R.L.	49/44	289/219	0,6/0,5	32/42
3	Kerti Vízsóró S.C. ARMATURA S.A.-	17/8	152,8/67,2	0,6/0,3	14/38
4	Belső vezérlésű visszapillantó tükör S.C. UAMT S.A. Oradea	22/19	289/133	0,04/0,02	39/41
5	Hidraulikus elosztó S.C. ARMATURA S.A.	61/46	603/236	0,09/0,03	27/36
6	Fürdőszobai időzítő zárószelep S.C. ARMATURA S.A.	25/19	253/145	0,04/0,02	22/30
7	Nagyméretű áteresztő szelep S.C. ARMATURA S.A.	47/34	380/280	---	12/16
8	Kerti metszőolló Gyulafehérvári Szerszámgyár	13/9			16/26
9	Háztartási mérleg	39/30	419/336	0,08/0,07	14/18
10	Automata hidraulikus szelep S.C. ARMATURA S.A.	50/18	1717/176	0,48/0,05	5/29
11	Fűtőrendszer csap S.C. ARMATURA S.A.	12/7	73/63		33/34



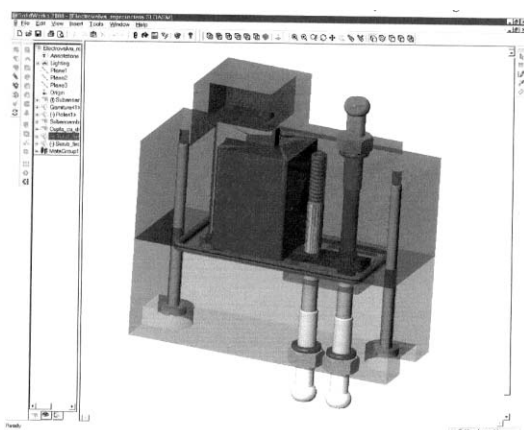
6. ábra

Az eredeti automata vezérlőszelep nyitott állapotban (S.C. Armatura Kolozsvár).



7. ábra

Automata vezérlőszelep Pro Engineer modellje

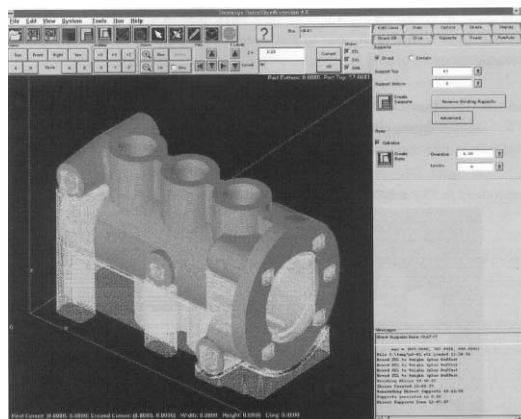


8. ábra

A SW 2000-el áttervezett vezérlőszelep modellje

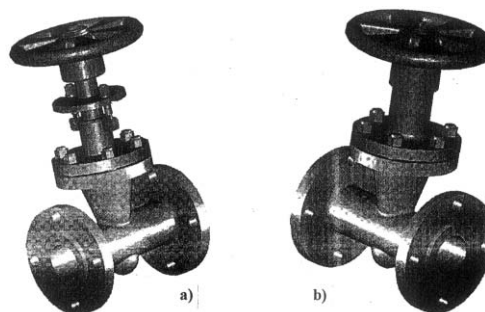
Az áttervezett szelep házának a prototípusát az FDM-1650 gépen valósítottuk meg (9-es ábra) és ki tudtuk küszöbölni a nehezen megvalósítható felületeket és pontosabban tudtuk kiértékelni a működési összefüggéseket.

A Pro/Engineer és a DFA rendszereket sikeresen alkalmaztuk együtt a Zilahi ARMATURA cég által gyártott nagyméretű áteresztőszelep (10. ábra) 3D-s modellezésénél, a szerelvény elemzésénél, a gyártási és szerelési folyamatok költségorientált optimalizálásánál, valamint a termék komplex fejlesztése céljából.



9. ábra.

QuickSlice interface az FDM 1650 gépnek



10. ábra.

Az eredeti a) és a fejlesztett nagyméretű áteresztőszelep (S.C. ARMATURA Zilah)

Az eredeti szerelvény 21 alkatrészből állt. Az ehhez szükséges 51 szerelési művelettel összedöntartama 383 s.

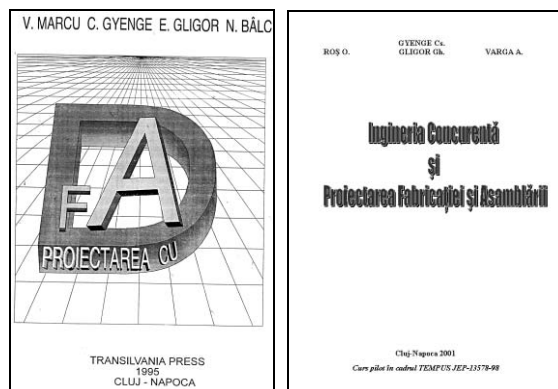
A fejlesztett változat 16 alkatrészből áll, a műveletelemek száma 37-re csökkent és így a szerelés összedöntartama 280 s-ra csökkent.

3. Az eredmények ismertetése és termékfejlesztési tankönyvek szerkesztése

A termékfejlesztés terén elért eredményeinkről színvonalas nemzetközi tudományos konferencián számoltunk be:

- **DAAAM**: Maribor (1994), Krakko (1995), Dubrovnik (1997), Kolozsvár (1998), -Bécs (1999), Opatia (2000)
- **ICIT** - Maribor (1999-2001)
- **auDES** - Zürich (1999)
- **Termékfejlesztés Budapest** (1996)
- **MicroCAD** – Miskolc (1995, 1996, 1997)
- **IMS** – Europe – Lausanne, 1998

Ugyanakkor az egyetemi és posztgraduális oktatás céljából két tankönyvet szerkesztettünk (11. ábra.)



11. ábra

A korszerű termékfejlesztés oktatása céljából kiadott tankönyvek

4. Összefoglalás. További terveink

A több mint 8 éves tevékenység tapasztalatai a korszerű versenyképes termékfejlesztés oktatási, ipari alkalmazási és kutatási területein, arra a következtetésre juttattak, hogy térségünkben a mai gazdasági és piaci helyzetben, csak ezekkel a módszerekkel van esélyünk ipari és gazdasági fejlődés megvalósítására. Egyetemünk támogatásával be tudtuk szerezni a megfelelő korszerű szoftvereket, valamint a legújabb Rapid Prototyping berendezéseket. Mind az oktatási mind az ipari alkalmazásoknál lényeges támogatásban részesültünk a Székesfehérvári „K+F” fejlesztési és tanácsadó központ, valamint a Budapesti Műszaki Egyetem részéről. A korszerű, versenyképes termékfejlesztési módszerek immár 8 éves oktatásával, nagy számú egyetemi hallgatót és ipari szakembert képeztünk ki, és hozzájárulásukkal a módszer az erdélyi iparban is széles területeken elterjedt. A nemzetközi tudományos konferenciákon bemutatott eredményeinket pozitívan értékelték, és ez hozzájárult ahhoz, hogy bizalommal folytassuk munkánkat.

Ami a további terveinket illeti:

- tovább szándékozunk fejleszteni és kibővíteni a versenyképes termékfejlesztési módszerek oktatását

- az ipari gyakorlati alkalmazásokat kibővíteni és minél több termékfejlesztési munkát irányítani
- újabb kutatásokat végezni a DFMA-Rapid Prototyping-3D modellezési módszerek minél célszerűbb összekapcsolása és gyakorlati hasznosítása érdekében
- hatékonyabban beszervezni a diploma tervezőket, doktorandusokat és fiatal ipari szakembereket ezeknek a komplex módszereknek az alkalmazása és továbbfejlesztése céljából
- nagyobb mértékben ismertetni eredményeinket tudományos konferenciákon és bővebb publikációs tevékenységet megvalósítani
- továbbápolni és fejleszteni ezirányú együttműködéseinket a magyarországi és az európai egyetemi és kutatási partnereinkkel.

Irodalomjegyzék

- [1.] Lőrincz S., Bercsey T., Danyi L., : Implementation of the DFMA, Methodology in Hungarian Higher Education. Technical University of Budapest, National Committee for Technical development, Ministry of Industry & Trade Budapest, Hungary (1993).
- [2.] Boothroyd G., Dewhurst P., Product Design for Assembly. Wakefield (1991)
- [3.] Gyenge Cs., Marcu V.,: Beszámoló a DFMA módszer bevezetéséről a romániai felsőoktatásban. DFMA Felsőoktatási Fórum, Székesfehérvár 1994, Október 13.
- [4.] Gyenge, Cs., Marcu, V., Gligor, E., és Lőrincz, S. Az integrált számítógépes terméktervezési módszer romániai bevezetésének fél éves eredményei, 1995, GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA 1995 szept. XXXV évf. 9 sz. 311-318 old.
- [5.] Balc, N. és Gyenge, Cs. : Assembly automation of the sprinklers using DFA, 1994, 5th International DAAAM Symposium Maribor / SI / 1994 okt. 27 – 29 O31 – O32 old.
- [6.] Gyenge, Cs. és Balc, N.: Aspects of the DFA Methodology Using for Designing of the Assembly Technology of some home Appliance Products, 1994, 5th International DAAAM Symposium Maribor (SL) 1994. okt. 27-29, 151-152 old.
- [7.] Gyenge, Cs., Marcu, V., és Lőrincz, S.: Az integrált számítógépes terméktervezési módszer romániai bevezetésének egy éves eredményei, 1994, Korszerű ipari termékek és technológiák Magyar-Amerikai együttműködési fejlesztési konferencia,, Székesfehérvár 1994 dec.14, 11 old.
- [8.] Gyenge, Cs., Gergely, I., : Fémszerelvények szerkezeti és gyártási fejlesztése a DFA és

- Pro / ENGINEER szoftverek segítségével, 1996, PROCEEDINGS of microCAD'96 International Computer Science Conference February 29, 1996 Section F, 57-63 old.
- [9.] Gyenge, Cs., Turc, P., Kismihály, J.: Flexible Assembly Systems Using Simulation Method, 1996, PROCEEDINGS of microCAD'96 International Computer Science Conference February 29, 1996 Section F, 97-103 old.
- [10.] Gyenge, Cs.: A Kolozsvári Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékének eredményei az integrált technológiai tervezés területén, 1996, A Magyar Tudományos Akadémia Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tud. Testületének 1996. évi Tudományos Ülése. 145-146 old.
- [11.] Gyenge, Cs., Marcu, V., Gligor, E and Holdis, D. Analysis of the Assembling possibilities for Some Straight-way Valves of Large Dimension and Improvement of their Design by Using DFA System. PROCEEDINGS of 6. Internationales DAAAM Symposium, Krakow 26-28 october 1995, p.125-126.
- [12.] Gyenge, Cs., Marcu, V., Gligor, E., Ghergheli, I. and Holdis, D. Analysis and Redesigning of some Scale Using DFA and AutoCAD Softwares. PROCEEDINGS of microCAD'96 International Computer Science Conference. Miskolc(H) February 29, 1996, Section F, p.127-133.
- [13.] Cs. Gyenge, I. Vușcan, D.S. Comșa, E. Ilie-Zudor. Achievements of the department of manufacturing engineering of the Technical University of Cluj-Napoca in the field of implementing the concurrent engineering principles in Romanian industry. Proceedings of the First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 15-17 April 1998, Lausanne, Switzerland, p. 373-382.
- [14.] Gyenge, Cs., Roș, O., Vușcan, I., Frățilă, D., The results of Cooperation between ETH Zurich and T.U. Cluj-Napoca, in the frame of SNSF, in the Direction OF Education for Environment Preservation in the Machine Building Industry. Proceedings of the 5th Conference on Environmental Education Zurich, Switzerland, April 15-17, 1999, p. 46.
- [15.] Gyenge, Cs., Petho, L., Frățilă, D., Design optimization of a car sub-assembly using the DFA method. Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial Tools, ICIT '99, Vol.2, p.428-431.
- [16.] Roș, O., Gyenge, Cs., Petho, L., Frățilă, D., Analysis of the ecological impact of the products in the disassembly phase, using the DFE program. Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial Tools, ICIT '99, Vol.2, p.474-477.